



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр  
Национальной академии наук Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»

# **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
(Минск, 17–18 октября 2024 г.)

Минск  
«Беларуская навука»  
2024

УДК [631.171+633/635+636]:631.152.2(082)

ББК 40.7я43

НЗ4

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН Беларуси П. П. Казакевич (председатель),  
канд. техн. наук, доц. Д. И. Комлач (зам. председателя),  
д-р техн. наук, доц., академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси В. В. Азаренко,  
канд. техн. наук, доц. Н. Г. Бакач, д-р техн. наук, проф. В. И. Передня,  
канд. техн. наук, доц. А. Н. Перепечаев, д-р техн. наук, проф. Л. Я. Степук, А. Л. Маслякова

**Научно-технический** прогресс в сельскохозяйственном производ-  
стве : материалы международной научно-технической конференции  
НЗ4 (Минск, 17–18 октября 2024 г.) / редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. –  
Минск: Беларуская навука, 2024. – 265 с.

В сборнике представлены материалы научных исследований, результаты опыт-  
но-конструкторских и технологических работ по разработке инновационных техно-  
логий и технических средств для их реализации при производстве продукции расте-  
ниеводства и животноводства. Рассмотрены вопросы технического сервиса машин  
и оборудования, электрификации и автоматизации, использования топливно-энерге-  
тических ресурсов, разработки и применения энергосберегающих технологий,  
информационно-управляющих систем.

Материалы могут быть использованы сотрудниками НИИ, КБ, специалистами  
хозяйств, студентами ВУЗов и колледжей аграрного профиля.

УДК [631.171+633/635+636]:631.152.2(082)

ББК 40.7я43

© РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации  
сельского хозяйства», 2024

© Оформление. РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука», 2024

## **Уважаемые коллеги, участники конференции!**

Главным условием повышения экономической эффективности аграрной отрасли является увеличение производства сельскохозяйственной продукции при снижении удельных затрат на всех этапах ее производства. Одним из основополагающих факторов интенсивного развития является разработка и внедрение современных наукоемких технологий производства сельскохозяйственной продукции. Такие технологии могут быть созданы только на базе высокопроизводительных и надежных комплексов машин, обеспечивающих качественное выполнение технологических операций при минимальных затратах труда и материальных ресурсов.

Сельскохозяйственное машиностроение – одна из важнейших отраслей Беларуси, обеспечивающая около четверти объемов промышленной продукции. В начале 1990-х годов эта отрасль оказалась в кризисе, упали объемы производства, платежеспособный спрос потребителей. Объемы производства и продаж техники катастрофически снизились. Однако, несмотря на трудности, сельхозмашиностроение Беларуси сохранило свой производственный и интеллектуальный потенциал, специализацию ведущих предприятий, стало поэтапно развивать производственные мощности. Значительный вклад в это внес Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства.

В 1991 году в республике производилось только 13 % машин и оборудования для агропромышленного комплекса от потребной номенклатуры, в 2013 году этот показатель достиг 70 %. По разработкам Центра в настоящее время отечественными предприятиями производится практически вся необходимая по номенклатуре основная сельскохозяйственная техника. За период с 2011 по 2024 год РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработано и освоено в производстве более 80 наименований машин и оборудования для механизации сельскохозяйственных процессов.

В этом году на нашу очередную ежегодную конференцию «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» представили доклады ученые Национальной академии наук Беларуси, специалисты научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений страны, представители дружественных стран зарубежья.

В опубликованных в этом сборнике материалах затронуты многие насущные вопросы в области механизации производства сельскохозяйственной продукции, а также представлены результаты разработок и испытаний ресурсосберегающих технологий и новых технических средств в растениеводстве, кормопроизводстве, животноводстве и перерабатывающих отраслях агропромышленного комплекса.

Материалы конференции, несомненно, будут полезны ученым, которые разрабатывают ресурсосберегающие технологии по механизации и электрификации сельскохозяйственного производства, конструкторам, занятым модернизацией существующих и созданием новых средств механизации, специалистам и руководителям хозяйств, преподавателям, студентам и учащимся сельскохозяйственных учебных заведений.

Генеральный директор  
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
кандидат технических наук, доцент

Д. И. Комлач

**В. О. Китиков<sup>3</sup>**, д. техн. наук, **Д. И. Комлач<sup>1</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент, **И. С. Крук<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail:kruk\_igar@mail.ru

<sup>3</sup>ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: institut-gkh@mail.ru

## **ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ ДАШКОВ. СОВРЕМЕННОЕ И ТРУЖЕНИК БЕЛОРУССКОЙ АГРОИНЖЕНЕРНОЙ НАУКИ**

**(К 75-летию доктора технических наук, профессора В. Н. Дашкова  
и 50-летию научной деятельности)**

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные этапы научной и трудовой деятельности ученого, доктора технических наук, профессора Владимира Николаевича Дашкова.

*Ключевые слова:* агроинженерная наука, механизация, сельскохозяйственные машины, подготовка научных кадров.

**V. O. Kitikov<sup>3</sup>**, Grand PhD, **D. I. Komlach<sup>1</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.,  
**I. S. Kruk<sup>2</sup>**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.

<sup>1</sup>RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Agricultural Mechanization" Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>UE "Belarusian State Agrarian Technical University"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail:kruk\_igar@mail.ru

<sup>3</sup>Institute of Housing and Communal Services of the National Academy of Sciences of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: institut-gkh@mail.ru

## **VLADIMIR NIKOLAEVICH DASHKOV. CONTEMPORARY AND WORKER OF BELARUSIAN AGRICULTURAL ENGINEERING SCIENCE**

**(To the 75<sup>th</sup> anniversary of Doctor of Technical Sciences, Professor V. N. Dashkov  
and the 50<sup>th</sup> anniversary of scientific activity)**

*Abstract.* The article examines the main stages of the scientific and labor activity of the scientist, doctor of technical sciences, professor Vladimir Nikolaevich Dashkov.

*Keywords:* agricultural engineering science, mechanization, agricultural machines, training of scientific personnel.

### **Введение**

В послевоенный период в Беларуси сформировалось несколько крупных научных школ в области агроинженерной науки. Основоположником этих школ в республике является академик М. Е. Мацепуро, который оказал огромное влияние на становление целой плеяды известных ученых. Среди них академики М. М. Севернев, И. С. Нагорский, С. И. Назаров, профессора В. В. Кацыгин, Р. Л. Турецкий, В. П. Суслов, А. П. Вагин, В. В. Гуськов, И. П. Ксеневич, В. А. Скотников, В. И. Передня, Л. Я. Степук и другие.

Одним из наиболее известных представителей нового поколения белорусских ученых в области агроинженерной науки является доктор технических наук, профессор Владимир Николаевич Дашков.

Основная его научная деятельность связана с Белорусским научно-исследовательским институтом механизации сельского хозяйства (БелНИИМСХ), который в течение нескольких десятилетий был известен как Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны СССР (ЦНИИМЭСХ НЗ СССР), а в 2006 году преобразован в Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». В этой организации он прошел путь от аспиранта до директора института – генерального директора НПО «Белсельхозмеханизация», а также защитил кандидатскую диссертацию и подготовил докторскую.

Работая в руководстве института с 1991 года в разных должностях – ученого секретаря, с 1993 года – заместителя директора по научной работе, а с 1998 года – директора, В. Н. Дашков благодаря своей высокой профессиональной подготовленности проявил редкие организаторские способности и научную интуицию, что позволило коллективу уверенно преодолеть период экономической нестабильности и занять этой организации достойное место среди ведущих научных организаций страны.

Одновременно профессор Дашков ведет активную педагогическую деятельность по подготовке инженерных и научных кадров высшей квалификации. Научная школа Дашкова включает 5 кандидатов наук и одного доктора наук.

Заслуги В. Н. Дашкова как ученого, педагога и организатора агроинженерной науки отмечены юбилейной медалью «10 лет Союзному государству Беларуси и России», Почетной грамотой Совета Министров Республики Беларусь, почетными грамотами Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерства промышленности Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, многочисленных предприятий и организаций, удостоен Благодарности министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

В свои 75 лет профессор, доктор технических наук Владимир Николаевич Дашков продолжает научную экспертную работу на благо своей страны.

### **Годы становления ученого**

Владимир Николаевич Дашков родился 22 июня 1949 года в поселке сахарного завода им. Куйбышева Рыльского района Курской области.

Отец Владимира Николаевича – Дашков Николай Алексеевич – участник Великой Отечественной войны, прошедший с боями от Харькова до Праги. Отец и мама, Дашкова Галина Николаевна, вместе окончили факультет механизации сельского хозяйства Харьковского института механизации и электрификации сельского хозяйства в 1947 году в составе его первого послевоенного выпуска. Поэтому В. Н. Дашкова можно назвать потомственным инженером-механиком сельскохозяйственного производства.

Специалистов с высшим образованием в послевоенное время было немного, и отца Владимира Николаевича сразу назначили главным инженером автобазы сахарного завода, который находился в 130 километрах от областного центра – города Курска, а мать стала работать учителем физики в поселковой средней школе.

Жизнь молодой семьи в послевоенные годы была не из легких. Чтобы обеспечить себя продуктами питания, приходилось держать корову, свиней, овец, гусей и кур, и будущий ученый с раннего детства узнал, что такое работа на земле, уход за домашними животными и птицей.

В 1953 году по партийному призыву отца В. Н. Дашкова направляют на работу в СПТУ в город Рыльск и семья переезжает в этот районный центр. Здесь в 1956 году Владимир пошел учиться в Рыльскую среднюю школу № 1 имени Г. И. Шелехова, которую и окончил в 1966 году с серебряной медалью. В том же году поступил на первый курс факультета механизации сельского хозяйства Курского сельскохозяйственного института. В период учебы в институте был старостой группы и курса, входил в состав руководящих органов профсоюзной и комсомольской



организаций, активно занимался спортом и научной работой.

После окончания в 1971 году с отличием Курского сельскохозяйственного института В. Н. Дашков был распределен в этот же институт с правом поступления в аспирантуру без отработки производственного стажа и начал свою трудовую деятельность в должности учебного мастера кафедры технологии металлов. В 1972 году В. Н. Дашков поступил в очную аспирантуру ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР в городе Минске и после окончания аспирантуры был распределен на работу в этот же институт.

В 1972 году был призван в армию, срочную службу проходил в Прибалтийском военном округе в воздушно-десантных войсках.

С 1975 года работал в Научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (ныне – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства») в различных лабораториях в качестве научного сотрудника (младшего, научного, старшего и ведущего). В мае 1983 года защитил под руководством академика М. М. Севернева кандидатскую диссертацию на тему: «Защита оборудования животноводческих ферм от коррозии в условиях эксплуатации», в которой на основе длительных экспериментальных исследований и изучения свойств защитных покрытий с применением метода пленочно-емкостных измерений разработал соответствующие рекомендации. Эти рекомендации были одобрены НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия БССР, изданы массовым тиражом и нашли свое применение в хозяйствах страны.

В 1987 году ВАК СССР В. Н. Дашкову было присвоено ученое звание «Старший научный сотрудник».

Научную деятельность В. Н. Дашков постоянно сочетал с общественной работой: неоднократно избирался в состав комсомольского бюро, а затем около 10 лет входил в состав профсоюзного комитета ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР.

В 1991 году В. Н. Дашков был назначен на должность ученого секретаря института. В 1993 году В. Н. Дашков стал заместителем директора по научной работе и одновременно заведующим научно-исследовательской лабораторией использования ТЭР.

В 1998 году приказом Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь В. Н. Дашков был назначен директором БелНИИМСХ – генеральным директором НПО «Белсельхозмеханизация» (позднее РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»).

Обобщение научных идей и результатов работы нашло свое отражение в докторской диссертации, подготовленной под руководством научных руководителей: академиков Игоря Станиславовича Нагорского и Михаила Максимовича Севернева, и в 2005 году ВАК Республики Беларусь В. Н. Дашкову была присуждена ученая степень доктора технических наук по специальности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

В 2006 году в связи с реорганизацией системы аграрной науки было принято решение об образовании на базе РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и В. Н. Дашков был назначен первым заместителем генерального директора по научной работе.

### **Научная деятельность**

Первые шаги в науке студент Владимир Дашков сделал еще в Курском сельскохозяйственном институте. За выполненную на 5 курсе студенческую научную работу по разработке конструкции датчика окончания доения к вакуумной доильной установке В. Н. Дашков получил первую премию на конкурсе студенческих работ сельскохозяйственных институтов Черноземной зоны

РСФСР. Главным преимуществом этой работы было то, что кроме чертежей В. Н. Дашков изготовил макетный образец датчика и провел его испытания в лабораторных (лаборатория кафедры) и производственных (на молочно-товарной ферме учебного хозяйства института) условиях.

Основную научную подготовку он прошел в стенах ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР в период обучения в аспирантуре в лаборатории «Надежности и долговечности сельскохозяйственных машин» под руководством академика ВАСХНИЛ М. М. Севернева. Творческая обстановка в коллективе, поддержка старших коллег – кандидатов наук Н. Н. Подлекарева, И. А. Синявского, М. В. Латушкина, Л. П. Белозерского и других сформировала его взгляды как ученого и исследователя.

Приобретенные в процессе подготовки кандидатской диссертации знания и опыт были реализованы В. Н. Дашковым при решении проблем защиты сельскохозяйственной техники от воздействия коррозии. Он являлся ответственным исполнителем тематики по разработке новых защитных покрытий и технологического оборудования, применяемого при постановке сельскохозяйственной техники на хранение, входил в состав разработчиков государственного стандарта по правилам хранения сельскохозяйственной техники, утвержденного в установленном порядке и действующего с изменениями по настоящее время.

В 1985 году в институте под руководством академика ВАСХНИЛ М. М. Севернева была организована лаборатория использования топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве и В. Н. Дашков начал работать в ее составе, в частности, вести разработки в области развития научных основ применения ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве и обоснования возможности использования в условиях Республики Беларусь возобновляемых источников энергии.

При активном участии В. Н. Дашкова был выполнен цикл работ по разработке прогрессивных нормативов расхода горюче-смазочных материалов на единицу продукции сельского хозяйства, а также сформирована методическая база для проведения расчета потребности в топливе для предприятий сельского хозяйства и обоснования объемов его поставок. При этом авторским коллективом при участии к. т. н. И. Н. Шило, Е. Г. Родова и к. э. н. Е. И. Михайловского впервые предлагалось выполнять расчеты с применением ПЭВМ, которые только начинали использовать в народном хозяйстве страны.

Значительный вклад был сделан В. Н. Дашковым совместно с к. т. н. В. А. Колосом в развитие научных основ применения ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве путем разработки предложенной академиком М. М. Северневым методологии комплексной (энергетической, ресурсной и экологической) оценки машин на стадии проектирования с использованием интегральных показателей энергетической эффективности, позволяющей прогнозировать с достаточной достоверностью рациональные направления совершенствования машин и оборудования.

Он участвовал совместно с к. т. н. В. В. Кузьмичем, Н. Ф. Капустиным и В. О. Китиковым в разработке оборудования, использующего возобновляемые источники энергии в технологиях, применяемых в сельском хозяйстве, и внедрении данного оборудования в производство. Был разработан ряд гелиосистем для подогрева воды и воздуха, используемых в технологических целях (ГПВ – 240, ГВП – 20, Гелекс – 150, Гелекс – 300 и другие). Под руководством В. Н. Дашкова совместно с кандидатом технических наук А. И. Куликовым были разработаны и запущены в производство комплекты оборудования для охлаждения молока (ОМС – 12 и ОМС – 0,5), в которых реализовывалась возможность применения в сельском хозяйстве энергии естественного холода.

В научных трудах В. Н. Дашкова уделено большое внимание определению направлений совершенствования средств механизации сельского хозяйства, обоснованию технической политики в отрасли. Под руководством и при непосредственном участии В. Н. Дашкова разработаны сельскохозяйственные машины нового поколения, в числе которых оборотные плуги, комбинированные почвообрабатывающие агрегаты АПП-3 и АПП-4,5; сеялка С-6Т; машины для внесения минеральных удобрений МТТ-4Ш; МТТ-4У; АПЖ-12; установки для искусственного орошения посевов УДМ – 2500; оборудование для механизации свиноводческих и молочно-товарных

ферм, доильные установки, охладители молока, зерносушилки и другая техника. Все они внедрены в сельскохозяйственное производство.

В. Н. Дашков входил в состав редакционных коллегий научных журналов: «Вести НАН Беларуси», «Агроэкономика» и «Техника в сельском хозяйстве», избирался делегатом Первого съезда ученых Республики Беларусь.

В. Н. Дашковым опубликовано около 400 основных печатных работ, в том числе 78 статей в научных журналах, 73 работы в зарубежных изданиях. Имеет более 100 авторских свидетельств и патентов. Среди его работ 11 книжных изданий, в числе которых 4 монографии, один справочник и 6 учебных пособий.

### Педагогическая деятельность

Первый опыт педагога В. Н. Дашков получил сразу после окончания ВУЗа, работая в должности учебного мастера кафедры технологии металлов, и обучая студентов премудростям сварки и токарной обработки металла. Эти навыки позже очень пригодились при обучении в аспирантуре и самостоятельном проведении экспериментальных исследований.

В конце 1980-х годов молодого кандидата наук начали привлекать к чтению лекций и проведению занятий со слушателями курсов повышения квалификации, а в 1994 году профессор Н. И. Бохан пригласил его стать доцентом кафедры «Основы научных исследований и проектирования» БГАТУ (0,25 ставки), с 2005 года он профессор этой кафедры.

Научную деятельность В. Н. Дашков постоянно совмещал с преподавательской работой в Белорусском государственном аграрном техническом университете (БГАТУ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (БГСХА), где читал лекции студентам и слушателям системы повышения квалификации специалистов и руководителей сельскохозяйственных организаций, также еще в 1993 году его ученик Л. Сапун защитил кандидатскую диссертацию, и в 2007 году В. Н. Дашкову было присвоено ученое звание профессора.

Особенно полно педагогический талант В. Н. Дашкова раскрылся в БГАТУ, куда он перешел работать в 2007 году по приглашению ректора Н. В. Казаровца. Работая в должности ректора (затем директора) Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК УО БГАТУ, он внес существенный вклад в совершенствование учебного процесса и развитие материально-технической базы учебного заведения. Налажено взаимодействие и сотрудничество с регионами России и Казахстана. Подготовлен переход института в новое здание, введены новые дисциплины, укрепился кадровый состав.



В. Н. Дашков с коллегами в БНТУ



Владимир Николаевич активно привлекал студентов к научной работе на кафедре. Многие из них, особенно обучавшиеся по специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники», готовили и издавали научные статьи, получали патенты на изобретения и полезные модели, готовили доклады и выступали на научных конференциях.

### **Организатор и руководитель**

Ярко выраженные лидерские качества, организаторские способности и коммуникабельность позволили В. Н. Дашкову занимать ведущие позиции практически в любом коллективе. В студенческие годы он был старостой группы и курса, во время срочной службы в армии командовал подразделением и получил звание старшего сержанта, являясь молодым специалистом после аспирантуры, был избран в состав профкома института и вел такой сложный участок профсоюзной работы, как социальное страхование: назначение пособий по больничным листам, материальной помощи, распределение льготных путевок в санатории и дома отдыха, а также расследование несчастных случаев и травматизма на производстве, включая смертельные случаи.

Способность организовать работу подчиненных, коммуникабельность, профессиональная подготовленность, высокая культура общения, сочетание принципиальности и настойчивости в отстаивании своей точки зрения с умением находить компромиссные решения, – все это помогло В. Н. Дашкову заслужить высокий авторитет у сотрудников организаций, в которых он работал, и у специалистов отрасли, и эффективно руководить работой и небольшими коллективами исследовательской лаборатории или кафедры, и многочисленных коллективов НПО «Белсельхозмеханизация», Института повышения квалификации и переподготовки кадров АПК УО БГАТУ, ГП «Институт энергетики НАН Беларуси».

В тяжелые 1990-е годы, время развала СССР и массового прекращения производства сельскохозяйственной техники на заводах бывших союзных республик, руководство ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР в лице его директора – академика ВАСХНИЛ И. С. Нагорского и заместителя директора по научной работе В. Н. Дашкова, который был ответственным за научную составляющую работы коллектива института, в условиях ограниченного финансирования, сумело направить его деятельность на расширение номенклатуры производства сельскохозяйственной техники белорусскими заводами.

Главной целью при этом было обеспечение потребности сельскохозяйственного производства страны в соответствующих машинах и запасных частях к ним, что также обеспечило выживание белорусских заводов.

В это время институт начал реализацию программно-целевого метода организации работы и выступил инициатором, разработчиком и даже головным исполнителем ряда совместных научно-технических программ Союзного государства Беларуси и России («Лен», «Картофель», «Молоко», а позднее «Плодоовощеводство»).

Научные исследования и конструкторские работы, выполненные совместно разработчиками России и Беларуси, позволили существенно повысить научно-технический уровень оборудования для молочно-товарных ферм и способствовали развитию его производства в этих странах. Были разработаны автоматизированные доильные установки типа «Елочка», «Тандем», «Параллель», а также другое оборудование и освоено его серийное производство на заводах Беларуси.

Было предложено сформировать Республиканскую программу создания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на 2002–2005 гг.

Работа над этими программами позже позволила разработать Систему машин для реализации ресурсосберегающих технологий получения сельскохозяйственной продукции и Программу мер по ее выполнению на 2006–2010 годы. По инициативе В. Н. Дашкова было предложено сформировать ГНТП «Белсельхозмеханизация», и он был утвержден ее научным руководителем. Продолжительное время В. Н. Дашков входил в состав Бюро отделения аграрных наук НАН Беларуси и НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также

в специальный межведомственный координационный совет по проведению единой технической политики в сельскохозяйственном машиностроении и механизации агропромышленного комплекса, принимал активное творческое участие в выполнении государственных научно-технических программ «Ресурсосбережение», «Энергосбережение», «Агропромкомплекс» и «Импортозамещение».

В. Н. Дашков внес существенный вклад в развитие отечественного сельхозмашиностроения. За 2002–2006 годы коллективом института под его руководством были разработаны и переданы на заводы-изготовители 94 новые модели сельскохозяйственных машин. Все это позволило повысить уровень самообеспеченности Республики Беларусь современной сельскохозяйственной техникой, он увеличился с 13 % в конце 1990-х годов до 85 % в 2006 году. При этом значительная часть данной техники поставляется на экспорт.

Как руководитель научной организации В. Н. Дашков значительное внимание уделял развитию международных связей и широкому ознакомлению ведущих ученых с новыми зарубежными разработками и тенденциями развития сельскохозяйственной техники и технологии. Работники институтов постоянно посещали зарубежные выставки и научные конференции, что способствовало росту научного уровня разработок и появлению в Беларуси современных машин.

Профессор В. Н. Дашков являлся постоянным участником мероприятий Организации институтов сельскохозяйственного машиностроения стран Центральной и Восточной Европы (СЕЕ Ag Eng) и пользуется заслуженным авторитетом у коллег из России, Польши, Литвы, Украины, Германии и других стран. Его выступления на международных конференциях, научные публикации всегда вызывают большой интерес у ученых и специалистов.

Международная известность В. Н. Дашкова способствовала тому, что БелНИИМСХ начал реализовывать возможности международного разделения труда при разработке и производстве новейшей сельскохозяйственной техники. Были проведены успешные переговоры и освоено с заинтересованными фирмами совместное производство ряда машин, которые ранее не производились не только в Республике Беларусь, но и в бывшем СССР.

В. Н. Дашков занимает активную позицию при формировании направлений развития аграрной науки, чтобы обеспечивать эффективное использование финансовых средств, проводит большую работу по отбору актуальной научной тематики. Пять лет, начиная с 2007 года, он являлся председателем Государственного экспертного Совета по производству, переработке и сохранению сельскохозяйственной продукции Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь.

Несмотря на занятость научной работой и административными обязанностями Владимир Николаевич постоянно занимается общественной работой. В годы перестройки избирался депутатом Первомайского районного совета народных депутатов г. Минска, работал на общественных началах в органах народного контроля, избирался членом Минского горкома профсоюза работников АПК.

Более 10 лет В. Н. Дашков являлся председателем правления Минской областной организации ГОО «Белорусское общество «Знание».

Владимир Николаевич и сегодня сохраняет тесные связи с научными и педагогическими коллективами, в которых ранее работал и всегда готов помочь советом, поддержать своим мнением и авторитетом.

Пожелаем ему крепкого здоровья и новых творческих достижений!

**Д. И. Комлач**, канд. техн. наук, доцент,  
**А. Н. Перепечаев**, канд. техн. наук, доцент

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: pan-sl@yandex.ru*

## **«ТОЧНОЕ» СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* В статье приводится анализ современной системы «точного земледелия» и показаны основные разработки РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в области развития цифрового сельского хозяйства.

*Ключевые слова:* система земледелия, растениеводство, животноводство, программное обеспечение, цифровизация сельского хозяйства, качество технологического процесса.

**D. I. Komlach**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **A. N. Perepechaev**,  
PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: pan-sl@yandex.ru*

## **“PRECISION” AGRICULTURE AS AN INNOVATIVE WAY OF DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Abstract.* The article provides an analysis of the modern system of “precision agriculture” and shows the main developments of RUE “NPTS NAS of Belarus on agricultural mechanization” in the field of digital agriculture development.

*Keywords:* agriculture system, crop production, animal husbandry, software, digitalization of agriculture, quality of technological process.

### **Введение**

Современное земледелие – это наука о наиболее рациональном, экологически, экономически и технологически обоснованном использовании земли, формировании высокоплодородных, с оптимальными показателями для возделывания культурных растений почв. Земледелие как наука основывается на новейших теоретических достижениях важнейших фундаментальных научных дисциплин, таких как почвоведение, физиология растений, землеустройство и землепользование, агрохимия, микробиология, растениеводство, биотехнология, агрометеорология, мелиорация, экология, экономика и др.

### **Основная часть**

Современная система земледелия – это сложный агрокомплекс взаимосвязанных мероприятий по производству растениеводческой продукции на основе эффективного использования земельных, материальных и трудовых ресурсов [1]. Такая система должна быть хорошо адаптирована к природным условиям, к рынку, материальным ресурсам. Адаптивность предполагает соответствие биологических особенностей и требований сельскохозяйственных культур климатическим условиям, уровню плодородия почвы, влагообеспеченности и т. д.

Система «точного» сельского хозяйства включает в себя использование мероприятий, направленных на устранение причин, ограничивающих получение высоких и устойчивых урожаев высокого качества: организацию территории землепользования хозяйства, комплексную защиту

растений, систему удобрений, систему обработки почвы, систему семеноводства, систему машин, контроль за состоянием плодородия почвы и качеством продукции, рекультивацию земель. Одними из наиболее трудоемких являются мероприятия по выбору оптимальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур из множества возможных сценариев [2].

В связи с вышесказанным точное земледелие выступает одним из базовых элементов ресурсосберегающих технологий при производстве растениеводческой продукции в сельском хозяйстве. Целью такого управления является получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов, когда открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды.

Такой подход, как показывает международный опыт, обеспечивает гораздо больший экономический эффект и, самое главное, позволяет повысить воспроизводство почвенного плодородия и уровень экологической чистоты сельскохозяйственной продукции.

Для реализации технологии точного земледелия необходимы современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовой ЭВМ и способная дифференцированно проводить агротехнические операции, приборы точного позиционирования на местности (GPS-приемники), технические системы, помогающие выявить неоднородность поля (автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы, уборочные машины с автоматическим учетом урожая, приборы дистанционного зондирования сельскохозяйственных посевов и др.) Ядром технологии точного земледелия является программное наполнение, которое обеспечивает автоматизированное ведение пространственно-атрибутивных данных картотеки сельскохозяйственных полей, а также генерацию, оптимизацию и реализацию агротехнических решений с учетом вариабельности характеристик в пределах возделываемого поля.

Для реализации концепции точного земледелия в Республике Беларусь должна быть создана адаптированная к определенным условиям система поддержки принятия решений, использующая приборы спутниковой навигации, данные дистанционного зондирования Земли, бортовые компьютеры, робототехнические устройства сельскохозяйственного назначения, программное обеспечение. Система должна фиксировать на каждом поле температуру почвы, приземного слоя и воздуха, скорость ветра, количество осадков и т. п. Специализированное программное обеспечение – заполнять технологическую карту поля с момента сева до жатвы, выдавая экономические расчеты и справочную информацию. Весь комплекс данных упростит управление: позволит специалистам принимать адекватные решения и оперативно корректировать ситуацию на полях. Естественно, это приведет к экономии средств защиты растений, энергоносителей, поскольку будут задействованы сберегающие технологии, а в конечном итоге – к росту производительности, снижению себестоимости и повышению эффективности хозяйствования.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в рамках выполнения различных проектов, постоянно ведутся работы по разработке и внедрению в производства программ, приложений и оборудования для сельского хозяйства, позволяющих упростить управление имеющимися ресурсами. На сайте организации постоянно обновляются рекомендации по техническому обеспечению полевых работ.

Для автоматизированного комплектования рациональных машинно-тракторных агрегатов, нормирования работ самоходных и стационарных машин, экономического расчета технологической операции создано и размещено в открытом доступе ([www.agronaut.by](http://www.agronaut.by)) онлайн-приложение Agronaut (рис. 1).

Также в приложении сформированы отдельные модули для прогнозирования метеоусловий, формирования оптимальных транспортных маршрутов, расчета расхода материальных ресурсов, просмотра и анализа результатов расчетов.

Бортовой компьютер и система дистанционного мониторинга машинно-тракторных агрегатов представлены на рис. 2.

Комплект бортового компьютера МТА предназначен для установки на сельскохозяйственную технику отечественного производства (трактора, комбайны, прицепные устройства и др.)



Рис. 1. Онлайн-приложение Agronaut

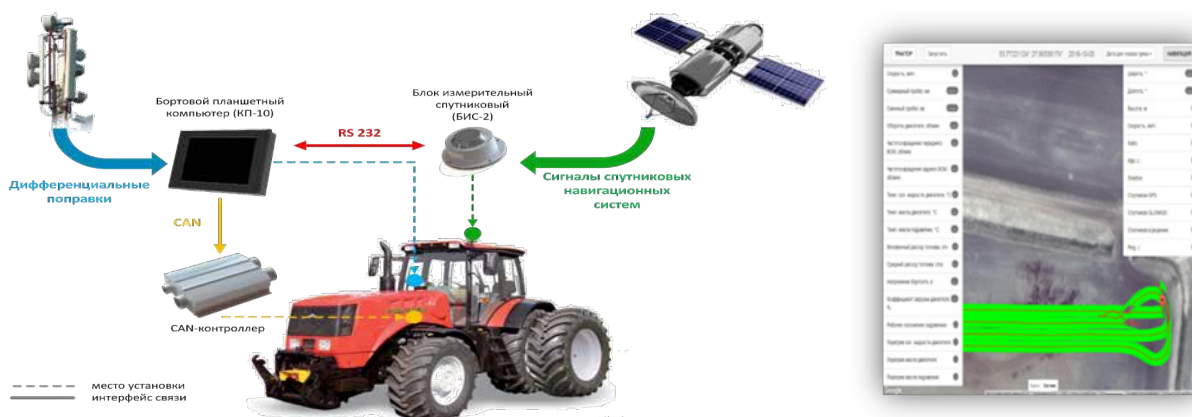


Рис. 2. Система дистанционного мониторинга машинно-тракторных агрегатов

с целью повышения эффективности выполнения сельскохозяйственных работ. Данный комплект позволяет определять текущие координаты, прием и обработку дифференциальных поправок для определения местоположения с сантиметровой точностью, а также отображает отклонение движения МТА от заданной траектории с выдачей корректирующего сигнала на исполнительный механизм управления МТА для обеспечения подруливания.

Кроме того, бортовой компьютер осуществляет сбор и отображение на дисплее таких рабочих параметров трактора, как текущая частота вращения коленчатого вала двигателя, напряжение бортовой сети, процент использования крутящего момента двигателя, процент нажатия педали акселератора, температура охлаждающей жидкости, давление масла в двигателе, уровень охлаждающей жидкости, процент использования мощности двигателя, процент «буксования» ВОМ, время работы двигателя, мгновенный расход топлива, давление во впускном коллекторе, температура во впускном коллекторе, экономия/перерасход топлива в зависимости от заданной нормы расхода топлива, удельный расход топлива и др. При этом все полученные данные передает на сервер по GSM/GPRS-каналу связи.

Одновременно создано программное обеспечение, позволяющее взаимодействовать с узлами и агрегатами, визуализировать параметры МТА. Взаимодействие с навесным оборудованием осуществляется по стандарту SAE J1939 и ISO 11783 ISOBUS (рис. 3).

Данная система дистанционного мониторинга позволяет в режиме реального времени определять состав МТА, отображать маршрут движения с указанием пройденного пути, общее время работы, отклонение расхода топлива от установленного по норме для данного вида работ, максимальную и среднюю скорости движения агрегата, а также расчет обработанной площади и другие параметры.



Рис. 3. Система дистанционного мониторинга машинно-тракторных агрегатов



Рис. 4. Автоматическая управляемая навесная система

Для ориентации пропашного культиватора по рядкам относительно трактора с помощью систем технического зрения и автоматического управления разработана автоматическая управляемая навесная система (рис. 4).

В основу работы аппаратно-программного обеспечения положена концепция использования оптического сигнала для получения визуальной информации о положении растений в рядке, которая передается на блок управления, а тот в свою очередь, посредством гидроцилиндров смещает культиватор в нужную сторону. Например, при обработке сахарной свеклы система технического зрения способна на основе использования технологии искусственных нейронных сетей глубокого обучения четко определять листья свеклы, а специально разработанный алгоритм выявления центра междурядья направляет подвижную часть культиватора в требуемую сторону для нивелирования неточности хода трактора.

При этом проведенные на опытных посевах сахарной свеклы исследования показали, что точность отслеживания защитной зоны растений находится в пределах  $\pm 2,0 \dots 2,3$  см, а уничтожение находящихся в этой зоне сорняков составляет не менее 91 %.

С целью сортировки картофеля по внешним дефектам создана система распознавания некондиционных клубней картофеля (рис. 5).

Полученные с видеокamеры изображения клубней картофеля обрабатываются и формируются в образы, с последующим распознаванием и подачей сигнала исполнительному устройству системы автоматической инспекции для удаления некачественного картофеля. Данная система позволяет повысить качество технологического процесса сортировки картофеля и сократить

затраты ручного труда на предпродажную доработку клубней. Удаление некачественного картофеля происходит под струей сжатого воздуха.

Ведутся работы по распознаванию внутренних дефектов.

Разработана и внедрена в производство линия оптической сортировки яблок (рис. 6).

Отличительной особенностью является использование в конструктивно-технологической схеме оптического сортировщика, обеспечивающего получение изображений движущихся яблок, распознавание и обработку полученных изображений, формирование изображений в образы с последующей классификацией яблок по сортам, выдачу исполнительному устройству пакета данных, содержащего номер распознанного класса текущего яблока и номер его позиции на конвейере, куда и происходит его транспортирование.

Ведутся работы по созданию прототипа мобильной роботизированной платформы для ухода за посадками овощных культур (рис. 7).

Роботизированная платформа представляет собой сложную автономную систему, предназначенную для мониторинга состояния и ухода за посевами различных культур в автономном режиме.



Рис. 5. Система распознавания некондиционных клубней картофеля



Рис. 6. Линия оптической сортировки яблок



Рис. 7. Мобильная роботизированная платформа

Платформа состоит из ходовой системы с электроприводом, аппаратно-программного обеспечения, функциональных модулей: системы мониторинга состояния посевов, оборудования для внесения средств химической защиты растений, системы навигационного оборудования.

По сравнению с традиционными средствами механизации процесса внесения средств химической защиты растений мобильная роботизированная система имеет ряд экологических и экономических преимуществ:

- снижение пестицидной нагрузки на человека и окружающую среду;
- более эффективное использование пестицидов;
- возможность автономной работы в любое время суток.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» также проводятся работы по цифровизации в области животноводства.

Разработан и внедрен в производство программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных ИКФС (рис. 8).

ИКФС предназначен для обеспечения централизованного компьютерного учета и систематизации параметров, контроля физиологических показателей каждого животного в стаде, группировки их по различным показателям, отслеживания динамики влияния факторов и мероприятий.

Данный программно-аппаратный комплекс позволяет: производить мониторинг и управление дойкой в реальном времени; осуществлять селекционную работу со стадом; определять животных в охоте; определять качество молока через параметр электропроводности; оперативно производить выработку системных сообщений и тревог; формировать отчеты и графики по удоям, ветеринарии, событиям лактации и пр.

Проведены исследования и создано устройство биометрической идентификации предмаститного состояния вымени дойного стада КРС (рис. 9), предназначенное для получения потока изображений вымени и дистанционного измерения температуры в его долях для своевременной диагностики заболеваний молочной железы. Использование данного устройства позволяет: уточнить локализацию патологических изменений; определить интенсивность патологического процесса; определить распространенность и характер изменения температур; отслеживать динамику состояния молочной железы. Основываясь на полученных данных, позволяет определить субклиническую форму мастита на ранней стадии, что дает возможность предпринять лечебные и профилактические действия.

Помимо этого, ведутся работы по дистанционному определению промеров тела и живой массы сельскохозяйственных животных, созданию программно-аппаратного комплекса и технических средств для поддержания микроклимата в автоматическом режиме, разработке программно-аппаратного комплекса и исполнительных механизмов роботизированной системы доения.



Рис. 8. Программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных ИКФС





Рис. 9. Устройство биометрической идентификации предмаститного состояния вымени дойного стада КРС

### Заключение

Технологии точного земледелия направлены на повышение производительности, уменьшение себестоимости продукции и сохранение окружающей среды. Для реализации концепции точного земледелия в Республике Беларусь должна быть создана адаптированная к определенным условиям система поддержки принятия решений (СППР), использующая приборы спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС, ГИС-средства, данные дистанционного зондирования Земли, бортовые компьютеры, робототехнические устройства сельскохозяйственного назначения, программное обеспечение. Система должна фиксировать на каждом поле температуру почвы, приземного слоя и воздуха, скорость ветра, количество осадков и т. п. Специализированное программное обеспечение – заполнять технологическую карту поля с момента сева до жатвы, выдавая экономические расчеты и справочную информацию. Весь комплекс данных упростит управление: позволит специалистам принимать адекватные решения и оперативно корректировать ситуацию на полях. Естественно, это приведет к экономии средств защиты растений, энергоносителей, поскольку будут задействованы сберегающие технологии, а в конечном итоге – к росту производительности, снижению себестоимости и повышению эффективности хозяйствования.

### Список использованных источников

1. Система земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/земледелие/системы-земледелия/>. – Дата доступа: 01.09.2024.
2. Комлач, Д. И. Механизация и «точное» сельское хозяйство как инновационный путь развития АПК Республики Беларусь / Д. И. Комлач, Н. Г. Бакач, А. Н. Перепечаев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 ноября 2023 г. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 27–30.

**С. К. Карпович<sup>1</sup>, Д. И. Комлач<sup>2</sup>, Е. Л. Жилич<sup>2</sup>, С. А. Цалко<sup>2</sup>,  
Ю. Н. Рогальская<sup>2</sup>, В. В. Никончук<sup>2</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>2</sup>, О. Л. Екельчик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ КОРМОВОГО СТОЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*Аннотация.* Рациональное использование кормового стола крупного рогатого скота, его своевременное обслуживание и контроль качества поступаемых кормов позволяют поддерживать здоровье и продуктивность коров на высоком уровне, а также рационально расходовать корма и получать качественную продукцию.

*Ключевые слова:* корма, кормовой стол, кормовой проход, подталкиватель кормов, ферментация кормов, избирательная поедаемость.

**S. K. Karpovich<sup>1</sup>, D. I. Komlach<sup>2</sup>, E. L. Zhilich<sup>2</sup>, S. A. Tsalko<sup>2</sup>, Yu. N. Rogalskay<sup>2</sup>,  
V. V. Nikonchuk<sup>2</sup>, D. V. Bernatskay<sup>2</sup>, O. L. Ekelchik<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus

Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN THE MAINTENANCE OF THE CATTLE FEED TABLE**

*Abstract.* The rational use of the cattle feed table, its timely maintenance and quality control of incoming feed make it possible to maintain the health and productivity of cows at a high level, as well as rationally consume feed and receive high-quality products.

*Keywords:* feed, feed table, feed aisle, feed booster, feed fermentation, selective feedability.

### **Введение**

Внедрение ресурсосберегающих технологий в процессе интенсификации сельскохозяйственного производства является стратегическим направлением, обеспечивающим прирост объемов производства сельскохозяйственной продукции. Развитие животноводческой отрасли до 2025 года предусматривает увеличение валового производства молока до 12 млн т, продукции выращивания крупного рогатого скота – до 970 тыс. т.

Повышение производства молока и говядины невозможно без полного обеспечения скота кормами, которые являются в структуре себестоимости основополагающими и составляют в среднем 50–70 % от общих затрат [1].

Наличие кормов, их качество, грамотная организация процесса кормления и рациональное использование кормов являются основными условиями, определяющими эффективность производства молока и говядины.

Эффективность скармливания во многом зависит не только от соблюдения рецептуры и функционирования кормораздатчиков, но также и от возможности использования дополнительных приспособлений для рыхления кормосмеси, поступившей на кормовой стол.

## Основная часть

Достигнутые на данное время результаты в животноводческой отрасли являются следствием обеспечения стада основными видами кормов: сена, сенажа, силоса и концентрированными кормами. Вместе с тем во многих хозяйствах отмечается низкое качество кормов, производимых при высоких энергозатратах, что приводит к увеличению стоимости кормовой единицы и, соответственно, к удорожанию животноводческой продукции.

В связи с изложенным на перспективу в развитии животноводства ставится задача не только увеличить производство, но и повысить качество кормов, что должно снизить затраты на производство 1 кг молока с 1,02 до 0,95 к. ед. и с 9,0 до 8,0 к. ед. привеса говядины в живой массе, в том числе и за счет рационального использования кормосмесей, что позволит увеличить надои на 15–25 %.

Из правил по обслуживанию кормового стола для крупного рогатого скота отмечено, что корм на кормовом столе для лактирующих коров должен быть доступен в течение суток постоянно, при этом 50 % от суточной потребности корма должно быть доступно после того, как корова приходит с дойки [2]. Так же отмечено, что высокопроизводительные коровы принимают корм до 12 раз в сутки и проводят за кормовым столом от 4 до 5 часов [3].

Кормовой стол должен располагаться так, чтобы коровам было удобно поесть корм и при этом была возможность рационально производить раздачу корма.

Постоянное наличие корма в зоне доступа животных на кормовом столе повышает его потребление и сокращает количество недоеденных остатков.

Существующие правила использования кормового стола состоят из следующих основных положений:

- корм на кормовом столе должен быть доступен в течение суток постоянно, 50 % от суточной потребности корма должно быть доступно после того, как корова приходит с дойки, т. к. именно в этот период у нее пик пищевой активности;

- для увеличения доступности корма его нужно периодически, в среднем каждые 1,5–2 часа, подталкивать к борту ограждения кормового стола;

- остаток корма на кормовом столе перед очередной его раздачей не должен превышать 5–10 % от распределенного количества (если остаток больше, значит, имеются проблемы со структурой, влажностью или качеством корма, если меньше 2–4 % – коровы недоедают до установленной нормы);

- необходим ежедневный контроль влажности рациона. Влажность рациона 50 % ( $\pm 5$  %) считается оптимальной для максимального потребления сухого вещества. Более влажный рацион быстро прееет на кормовом столе, вследствие чего увеличится количество остатков корма.

В процессе подталкивания у коров стимулируется рефлекс потребления корма – корова чаще подходит к кормовому столу и потребляет больше корма, что в итоге влияет на ее продуктивность.

С учетом вышеизложенного и с целью снижения расхода кормов и трудоемкости процесса подталкивания кормов с кормового прохода в зону досягаемости коров, а также сохранения оптимального качественного состава корма, а именно предотвращения прения и залеживания, ряд производителей выпускают навесные и самоходные подталкиватели-рыхлители кормов.

Регулярное подталкивание и перемешивание (рыхление) кормов на кормовом столе повышает их потребление более чем на 3,5 %, практически на 100 % снижают отходы, вследствие чего происходит увеличение продуктивности животных [4].

Залеживание корма на кормовом столе приводит к повторной ферментации кормов. В результате этого процесса образуются гниющие массы, которые негативно влияют на здоровье животных и качество кормов. Ферментация ускоряет процесс разложения питательных веществ и приводит к потере их качества. Кроме того, гниение корма становится источником патогенных микроорганизмов, которые могут вызывать различные заболевания животных. Особенно это актуально летом.

Исследования, проведенные фирмой DeLaval (Швеция), показали, что применение технологии, в которой сочетается регулярное подталкивание, перемешивание с одновременным внесе-

нием кормовых добавок дает увеличение удоя молока на 2 л в сутки на корову. Также стабильность доступа к корму снижает у животных конкуренцию в связи с кормлением и уменьшает вероятность избирательного поедания. Кроме того, регулярное подталкивание стимулирует животных принимать пищу чаще и малыми порциями, что приводит к улучшению перевариваемости и усвоению кормов, увеличению конверсии, активизации работы желудка, а также поддержанию уровня кислотности в рубце.

Исследования, проведенные сотрудниками Уральского федерального университета, показали, что восьмикратное подталкивание в течение суток на кормовом столе кормосмеси на ферме с поголовьем скота 200 голов составляет 6 часов непрерывной ручной работы. Расчеты показывают, что рабочий совершает один цикл подталкивания за 45 минут. Исходя из этого становится очевидным, что снижение времени подталкивания за счет механизации этого процесса ведет к снижению трудозатрат.

Сегодня существует ряд вариантов по обслуживанию кормового стола:

- скреперные установки для подталкивания кормов;
- автоматизированные (роботизированные) подталкиватели кормов;
- навесные на трактор подталкиватели кормов;
- самоходные подталкиватели кормов.

Скреперные и роботизированные машины выполняют лишь одну операцию подталкивания и устанавливаются в каждом коровнике на животноводческой ферме, что приводит к удорожанию выполнения технологической операции. При этом стоит учесть, что элементы роботизации производятся и поставляются из стран дальнего зарубежья.

Автоматизированные (роботизированные) подталкиватели кормов значительно экономят трудовые ресурсы, однако в ряде случаев не способны работать автономно, а только под управлением системы менеджмента стада, что делает невозможным их применение на ряде молочно-товарных ферм и комплексов республики. Также данные подталкиватели кормов нуждаются в периодическом заряде батареи. В среднем одного заряда, в зависимости от производителя, хватает на 10–16 часов работы.

Одним из наиболее прогрессивных представителей данного типа подталкивателей является робот-подталкиватель кормов Nimbo SVEAVERKEN (рис. 1).

Он обладает большой шириной захвата и достаточной маневренностью, имеет функцию удаленного управления, однако затруднено перемещение между коровниками.

Навесные на трактор подталкиватели кормов в основном выполняют требования по обслуживанию кормового стола, однако ввиду слабой маневренности не полностью обеспечивают качество выполнения данной операции. Пример навесного подталкивателя кормов для трактора МТЗ компании «ЮликомПлюс» представлен на рис. 2.

Также в настоящее время имеется полунавесной подталкиватель-разрыхлитель кормов для мотоблока (рис. 3), разработанный РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».



Рис. 1. Робот-подталкиватель кормов Nimbo SVEAVERKEN

В отличие от предыдущего подталкивателя кормов данный вариант менее металлоемок и обладает большей маневренностью внутри помещения. Также помимо подталкивания кормов он осуществляет их интенсивное разрыхление. В качестве недостатков необходимо отметить большую массу мотоблока, что затрудняет работу персонала в течение продолжительного времени.

Наиболее полно операции по обслуживанию кормового стола выполняют самоходные маневренные машины, которые при помощи дополнительных адаптеров могут перестраиваться для выполнения различных работ по обслуживанию коровников, а также дополнительно могут выполнять обслуживание кормовых столов в других коровниках на животноводческой ферме.



Рис. 2. Навесной подталкиватель кормов компании «ЮликомПлюс»



Рис. 3. Полунавесной подталкиватель-разрыхлитель кормов для мотоблока РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

Одним из представителей является подталкиватель кормов HULK фирмы BOBMAN PROMAX (рис. 4).

Как и в случае с навесным подталкивателем кормов для тракторов МТЗ, он лишь осуществляет подталкивание кормов.

Аналогичным по конструкции рабочего органа является самоходный подталкиватель кормов компании DeLaval. Хотя он и обладает большей шириной захвата, но имеет большую массу. Еще один недостаток – его стоимость.

В качестве перспективного аналога можно выделить самоходный подталкиватель кормов EL 8850 (рис. 5).

Подталкиватель и смеситель кормов EL8850 легко толкает, перемешивает, аэрирует и сметает корм для коров. Имеет четырехтактный двигатель мощностью 11 л. с. (США). Прост и эргономичен в управлении. Преимущество использования таких устройств заключается в повышении уровня механизации, снижении трудовых затрат, а также в снижении расхода кормов.

### Заключение

На сегодняшний день на рынке Республики Беларусь имеется ряд отечественных и зарубежных подталкивателей кормов, которые не в полной мере обеспечивают выполнение технологического процесса. Также ряд подталкивателей кормов невозможно использовать без установки системы менеджмента стада от производителя. Еще одним немаловажным фактором является их высокая стоимость и отсутствие сменных адаптеров.



Рис. 4. Подталкиватель кормов HULK фирмы BOBMAN PROMAX



Рис. 5. Самоходный подталкиватель и смеситель кормов EL 8850 компании «Верагодна»

Разработка собственных самоходных универсальных машин, осуществляющих одновременно ряд операций, таких как подталкивание и рыхление кормов с одновременным вводом обогатительных добавок, способствующих улучшению их качественных и вкусовых показателей, с возможностью установки и смены ряда адаптеров для выполнения иных операций по обслуживанию молочно-товарных ферм и комплексов является актуальной.

#### Список использованных источников

1. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания: рекомендации / О. Ф. Ганущенко, Д. Т. Соколев. – Витебск: ВГАВМ, 2016. – 80 с.
2. Разумовский, Н. Менеджмент кормового стола / Н. Разумовский // Животноводство России. – 2019. – № 5. – С. 55–58.
3. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 138 с.
4. Рабочие алгоритмы ООО «РОДАНАГРОПОЛ»: ежемесячный научн.-практич. аграрный журнал «Белорусское сельское хозяйство». – № 11 (247) – 2022. – С. 18–22.

Д. И. Комлач<sup>1</sup>, В. В. Никончук<sup>1</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>1</sup>, А. Н. Кот<sup>2</sup>,  
И. Ф. Горлов<sup>3</sup>, П. В. Скрипин<sup>4</sup>, А. В. Козликин<sup>4</sup>, Г. Н. Радчикова<sup>2</sup>, В. В. Ярмош<sup>5</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции  
г. Волгоград, Российская Федерация

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»  
п. Персиановский, Ростовская обл., Российская Федерация

<sup>5</sup>УО «Полесский государственный университет» г. Пинск, Республика Беларусь

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СПОСОБОВ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Аннотация.* Установлено положительное влияние 3-разового кормления на физиологическое состояние, рубцовое пищеварение и белковый обмен у бычков в возрасте 3–6 месяцев. В рубце животных, получавших корма 3 раза в день, отмечено увеличение содержания общего азота на 7,8 %, инфузорий – на 3,2 %, концентрация аммиака снизилась на 6,7 %, что свидетельствует о интенсификации процессов микробного синтеза.

*Ключевые слова:* бычки, травяные корма, рационы, концентрированные корма, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, расщепляемость, продуктивность.

D. I. Komlach<sup>1</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>1</sup>, D. V. Bernatskaya<sup>1</sup>, A. N. Kot<sup>2</sup>,  
I. F. Gorlov<sup>3</sup>, P. V. Skripin<sup>4</sup>, A. V. Kozlikin<sup>4</sup>, G. N. Radchikova<sup>2</sup>, V. V. Yarmosh<sup>5</sup>

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Volga Region Scientific Research Institute for the Production  
and Processing of Meat and Dairy Products  
Volgograd, Russian Federation

<sup>4</sup>FGBOU VO “Don State Agrarian University”  
P. Persianovsky, Rostov region, Russian Federation

<sup>5</sup>UE “Polessky State University”  
Pinsk, Republic of Belarus

## THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT FEEDING METHODS YOUNG CATTLE

*Abstract.* The positive effect of 3-times feeding on physiological state of animals, indices of rumen digestion and protein metabolism in steers aged 3–6 months were determined. There was 7.8 % increase in total nitrogen level, and 3.2 % in ciliates level in the rumen of animals fed 3 times a day. At the same time, concentration of ammonia decreased by 6.7 %, which indicates more efficient use of protein in rumen and intensification of microbial synthesis processes.

*Keywords:* steers, grass feed, diets, concentrated feed, hematological parameters, rumen digestion, degradability, performance

## Введение

Получение от животных высокой продуктивности с наименьшими затратами корма возможно только при полноценном кормлении рационами, сбалансированными по всем питательным, минеральным и биологически активным веществам [1–3].

Дефицит кормового белка и нерациональное его использование в организме животных приводят к тому, что протеин является одним из важнейших лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса [4–7].

Главным фактором эффективного использования протеина в организме служит создание благоприятных условий в рубце, обеспечивающих максимальный синтез микробного белка с одновременным увеличением потока в кишечник кормового протеина. При увеличении продуктивности животных микробный белок не в состоянии удовлетворить возрастающие потребности организма в аминокислотах [8–11].

Эффективность использования азота находится в большой зависимости от концентрации доступной для обмена энергии, что предполагает значительные колебания расщепляемости сырого протеина отдельных кормов. В этой связи представляется актуальным изучение динамики расщепляемости сырого протеина кормовых средств при изменении удельного содержания энергии [12–15].

## Основная часть

Цель работы – изучить зависимости показателей рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота при разной кратности кормления.

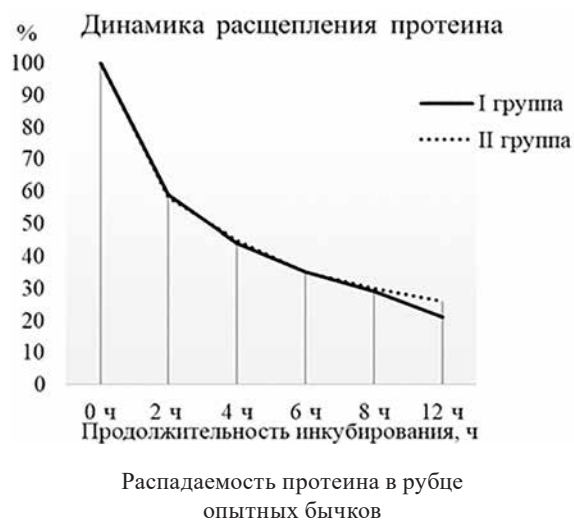
Исследования на двух группах бычков черно-пестрой породы в возрасте 3–6 месяцев с живленными канюлями рубца, через которые вводились мешочки и отбиралось содержимое рубца. Различия заключались в том, что животных контрольной группы кормили 2 раза, а опытной – 3 раза в сутки.

В процессе проведения исследования изучены следующие показатели: химический состав и питательность, поедаемость кормов; интенсивность процессов рубцового пищеварения; морфо-биохимический состав крови; интенсивность роста; оплата корма продукцией, экономическая эффективность.

Статистическая обработка результатов анализа проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Потребление кормов бычками разных групп находилось практически на одном уровне. Отмечено повышение потребления сенажа во второй группе на 5 %.

Среднесуточное потребление сухого вещества в опытных группах было на уровне 4,2–4,4 кг. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 9,9 МДж/кг.



Доля сырого протеина в сухом веществе рационов находилась на уровне 12,2 %. В расчете на одну кормовую единицу приходилось 140 г сырого протеина.

Динамика распада протеина изучалась путем инкубирования белкового корма в нейлоновых мешочках (см. рисунок).

Кислотность рубцовой жидкости в опытных группах находилась на уровне 6,5–6,6 pH. У животных, получавших корм 3 раза в сутки, в рубцовой жидкости отмечалось повышение содержания общего азота на 7,8 %, инфузорий – на 3,2 %. В то же время концентрация аммиака снизилась на 6,7 %. Остальные показатели отличались незначительно и находились в пределах физиологической нормы.



Установлено, что с возрастом снижается уровень общего азота на 8,5–14,0 %, увеличивается содержание летучих жирных кислот на 16,3–11,5 %, аммиака – на 18,2–20,3 % и инфузорий – на 8,0–8,3 %.

Как показали исследования, животные были клинически здоровы, все гематологические показатели находились в пределах физиологических норм.

В крови животных, получавших корма 3 раза в день, отмечалось незначительное увеличение уровня гемоглобина на 3 %, глюкозы – на 4,7 %, фосфора – на 6,0 % и гематокрита – на 3,1 %. В то же время содержание лейкоцитов снизилось на 2,9 %. Однако установленные различия были недостоверны.

Увеличение частоты кормлений положительно повлияло на продуктивность животных (см. таблицу).

**Динамика живой массы и эффективность использования кормов**

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	139,2 ± 1,3	137,8 ± 1,0
в конце опыта	160,9 ± 1,8	160,6 ± 1,40
Валовой прирост	21,7 ± 0,7	22,8 ± 0,40
Среднесуточный прирост	723 ± 22,4	759 ± 12,40
% к контролю	100	104,9
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,14	5,02
% к контролю	100	97,7

Так, во второй опытной группе отмечено увеличение среднесуточных приростов живой массы с 723 до 759 г, или на 4,9 %. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой, на 2,3 % и составили 5,02 корм. ед. Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 2,8 %.

### Заключение

Установлено, что в рубце животных, получавших корма 3 раза в день, отмечено увеличение содержания общего азота на 7,8 %, инфузорий – на 3,2 %, концентрация аммиака снизилась на 6,7 %. Трехразовое кормление способствует повышению среднесуточного прироста живой массы на 4,9 %, затраты кормов снизились на 2,3 %, протеина – на 2,8 %.

### Список использованных источников

1. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалаева [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Л. Н. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
2. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
3. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
4. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
5. Сушеная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния. – Гродно, 2018. – С. 161–163.
6. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин. // Инновационное

развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов международной научно-практической конференции (Смоленск, 9 декабря 2015 г.), – Смоленск: Смоленская ГСА, 2015. – С. 123–130.

7. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.

8. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.

9. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.

10. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40. – № 2. – С. 205.

11. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.

12. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.] // Методические рекомендации. – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Жодино, 2015. – С. 92.

13. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.

14. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Ляндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.

15. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.

Д. И. Комлач<sup>1</sup>, Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, С. А. Цалко<sup>1</sup>, В. П. Цай<sup>2</sup>, М. И. Сложенкина<sup>3</sup>,  
В. Ф. Радчиков<sup>2</sup>, Г. В. Бесараб<sup>2</sup>, М. В. Джумкова<sup>2</sup>, В. В. Карелин<sup>4</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции  
г. Волгоград, Российская Федерация

<sup>4</sup>УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»  
г. Витебск, Республика Беларусь

### ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАНТА-ОБОГАТИТЕЛЯ НА КАЧЕСТВО КУКУРУЗНОГО СИЛОСА

*Аннотация.* Использование отходов переработки древесины и мочевины в качестве консерванта-обогапителя при силосовании кукурузы в восковой спелости и включение полученного силоса в состав рациона ремонтного молодняка (50 % по питательности) повышает содержание сырого протеина в рационе на 52 г, переваримого – на 75 г, сахара на 8 г, что увеличивает среднесуточный прирост животных и снижает затраты кормов на 1 кг прироста, повышает рентабельность выращивания ремонтного молодняка.

*Ключевые слова:* комбикорм, консервант-обогапитель, силос, сохранность, питательные вещества.

D. I. Komlach<sup>1</sup>, E. L. Zhilich<sup>1</sup>, S. A. Tsalko<sup>1</sup>, V. P. Tsai<sup>2</sup>, M. I. Slozhenkin<sup>3</sup>,  
V. F. Radchikov<sup>2</sup>, G. V. Besarab<sup>2</sup>, M. V. Dzhumkova<sup>2</sup>, V. V. Karelin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Povolzhsky Scientific Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products  
Volgograd, Russian Federation

<sup>4</sup>“Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”  
Vitebsk, Republic of Belarus

### THE EFFECT OF A PRESERVATIVE-CONCENTRATOR ON THE QUALITY OF CORN SILAGE

*Abstract.* The use of waste from wood processing and urea as a preservative-concentrator during the silage of corn in wax ripeness and the inclusion of the resulting silage in the diet of healthy young animals (50 % in nutritional value) increases the content of crude protein in the diet by 52 g, digestible – by 75 g, sugar by 8 g, which increases the average daily growth of animals and reduces feed costs by 1 kg of growth, increases the profitability of rearing repair young

*Keywords:* compound feed, preservative-concentrator, silage, storage capacity, nutrients.

### Введение

Уровень протеина – один из основных показателей полноценности рационов крупного рогатого скота. При его недостатке замедляется рост молодняка, снижается продуктивность взрослых животных, повышается себестоимость единицы продукции [1–3].

Альтернативой высокобелковым кормам растительного и животного происхождения служат синтетические азотсодержащие препараты (САВ), в том числе карбамид, или синтетическая

мочевина, которая на практике не нашла широкого применения из-за быстрого расщепления в рубце с образованием большого количества аммиака, при избытке которого может наступить отравление животного. Для замедления образования аммиака в рубце применяют различные препараты, в том числе и формальдегид [4–7].

Количество формальдегида для обработки корма должно тщательно контролироваться, так как защита растительного белка его высокой концентрацией лишает микроорганизмы рубца жвачных доступного азота, что может ухудшить усвоение белковых веществ в толстом кишечнике и отрицательно сказаться на продуктивности животных. Высокая концентрация формальдегида угнетает также и целлюлозолитическую активность рубца [8–10].

При зимнем типе кормления свободный формальдегид, как правило, содержится в крови, мышцах, рубцовой пищевой массе, кале и моче у молодняка крупного рогатого скота и овец. В стойловый период его концентрация в молоке коров достигает в среднем 0,35 мг/кг. По данным ряда исследователей, свободный формальдегид присутствует в сердце, почках и печени. В печени он быстро окисляется в муравьиную кислоту, которая является естественным метаболитом жвачных животных [11, 12].

Необходимо отметить, что формальдегид активно реагирует с аминокруппами и на этом основано его применение в ветеринарной практике при отравлении животных мочевиной. Для ее нейтрализации непосредственно в рубец вводят формалин из расчета 0,3 мл на 1 кг массы тела.

Наиболее эффективным и безопасным методом применения мочевины является использование ее в составе консервирующих смесей при силосовании злаковых растений, в том числе и в сочетании с формальдегидом. Формальдегид здесь выступает как консервант, а также как препарат, замедляющий разложение растительного протеина и карбамида до аммиака в рубце жвачных животных. Использование такой смеси в рационах крупного рогатого скота снижает токсичность мочевины, способствует более низкому уровню образования аммиака и газообразования в рубце и, таким образом, способствует уменьшению потерь азота, лучшему отложению его в теле и, в итоге, увеличению среднесуточных приростов животных [13–15].

### Основная часть

Целью данных исследований явилось изучение эффективности использования консерванта-обогатителя при закладке силоса из кукурузы.

Для проведения исследований растительная масса кукурузы в фазе восковой спелости была заложена в облицованную траншею в начале октября при неустойчивой и дождливой погоде по нижеуказанной схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема научно-производственного опыта

№ варианта	Культура	Консервант	Кол-во, тонн	Вид животного	Кол-во животных, гол.	Рацион
1	Кукуруза, восков. спел.	Без консерванта	500	Молодняк КРС	32	ОР+силос б/к
2	То же	КО, 4кг/т	500	То же	32	ОР+силос с КО
1	Кукуруза, восков. спел.	Без консерванта	500	Молодняк КРС	32	ОР+силос б/к
2	То же	КО, 4кг/т	500	То же	32	ОР+силос с КО

Примечание. ОР – основной рацион (зерносмесь, сено, патока, минер. добавки); КО – консервант-обогатитель. Консервант-обогатитель (КО) был представлен в порошкообразном виде.

Скармливание полученных кормов в составе рациона провели молодняку крупного рогатого скота – телочкам симментальской породы с примесью голштинизированной крови. По принципу аналогов с учетом физиологического состояния, возраста и массы тела были сформированы две группы животных, по 32 головы в каждой. Первая группа – контрольная – получала в составе рациона силос, заготовленный без консервирующих средств, вторая – опытная – в составе того же рациона получала силос, заготовленный с препаратом КО.

Полученные силоса были проанализированы по основным биохимическим показателям после 50-, 120- и 145-суточного хранения (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Содержание рН и ЛЖК в силосах из кукурузы

Консервант, % к массе	Общая влага, %	рН	Сумма ЛЖК, г %	% от суммы ЛЖК		
				молочная	уксусная	масляная
Через 50 суток хранения						
Силос б/к	61,96	3,89	2,09	79,38	19,62	1,00
Силос с КО	61,03	4,00	1,60	65,00	35,00	–
Через 120 суток хранения						
Силос б/к	61,88	3,78	2,48	82,12	17,88	–
Силос с КО	60,15	3,86	2,38	78,35	21,65	–
Через 145 суток хранения						
Силос б/к	61,71	3,80	2,65	79,74	18,22	2,04
Силос с КО	60,01	3,92	2,32	72,83	27,17	–

По данным табл. 2, добавка КО к закладываемой на хранение кукурузе оказала положительное влияние на качество готового корма. В течение всего срока наблюдений соотношение ЛЖК более благоприятное было в силосе с КО, а полное отсутствие масляной кислоты на протяжении всего срока наблюдения в опытном варианте указывает на то, что бродильные процессы в силосуемой с КО массе протекали в более комфортных условиях, тогда как в силосе, заложенном обычным способом, отмечалось присутствие масляной кислоты от 1 до 2 % от суммы. Качественная оценка по Флигу показала: силос без консерванта определен как «очень кислый» с оценкой «хороший», силос с КО определен как «умеренно кислый» с оценкой «очень хороший».

Таблица 3. Биохимические показатели зеленой массы кукурузы и опытных партий силосов (% на абс. сухое вещество)

Показатель	Зеленая масса кукурузы	Силос без Консерванта (хранение)		Силос с КО (хранение)	
		50 суток	145 суток	50 суток	145 суток
Сухое вещество	41,28	38,04	38,29	38,97	39,99
Легкогидролизуемые углеводы	7,82	1,10	0,99	1,30	1,10
Сырая клетчатка	19,35	27,97	24,19	22,76	19,58
Сырой протеин	8,36	7,57	6,13	9,46	6,90
Общий азот	1,34	1,21	0,98	1,51	1,10
Небелковый азот, % к общему азоту	0,262	0,447	0,470	0,487	0,500
	19,55	36,94	47,96	32,25	45,45
Азот аммиака, % к общему азоту	0,007	0,011	0,016	0,012	0,024
	0,52	0,90	1,63	0,80	2,18

Результаты исследований показывают, что количество сухого вещества в силосе без добавок было ниже на 0,93–1,61 %, легкогидролизуемых углеводов содержалось в 1,2 раза меньше, чем в силосе с КО. На протяжении указанного срока наблюдений содержание сырого протеина в варианте с КО было выше на 24,97–12,56 %. Снижение содержания азота в корме в обоих вариантах к 145-суточному хранению связано с процессами вторичного брожения в силосной массе, которые возникают в связи с проникновением воздуха после вскрытия траншеи. Аэробная стабильность корма, которая определяется состоянием питательных веществ и наличием нежелательной микрофлоры (плесени) на поверхности корма, судя по показателю углеводной части корма, в силосе с КО была в 1,1–1,2 раза выше, чем в силосе без консерванта. Несмотря на некоторое увеличение содержания небелкового азота в силосе с КО, его количество от общего азота корма было ниже, чем в силосе без консерванта. Некоторое увеличение азота аммиака в опытном варианте связано с внесением его вместе с препаратом и не является отрицательным показателем, так как по оценке М. Т. Таранова для консервированных кормов силос с КО определен как «очень хороший» и получил самый высокий балл качества – 90 баллов.

Применение препарата КО способствовало не только получению силоса с большим содержанием питательных веществ, но и лучшему сохранению их в течение длительного времени. Потери питательных веществ представлены в табл. 4.

Таблица 4. Потери питательных веществ в силосах из кукурузы

Силос, консервант, доза	Потери, %			
	сухое вещество	протеин (хранение)		углеводы
		145 суток	50 суток	
Без консерванта	7,58 ± 0,18	9,45 ± 0,36	21,64 ± 2,03	88,81 ± 1,23
КО, 4кг/т	4,06 ± 0,78*	13,10 ± 0,18	8,01 ± 0,12*	85,68 ± 0,87

\*  $P < 0,02$ .

При использовании препарата КО потери сухого вещества сократились более чем в 1,9 раза, протеина – в 2,6. Разность в степени сохранности указанных питательных веществ между двумя силосами при хранении в течение 145 суток была высокого уровня достоверности.

Общие потери протеина за 145 суток хранения сокращены в опытном варианте по сравнению с контрольным на 13,6 %. Потери легкогидролизуемых углеводов в силосе с консервантом были меньше в 1,04 раза и не носили достоверного характера, однако это сказалось на стабилизации кислотности готового корма.

Расчетным путем установлено, что питательность 1 кг полученных силосов была неодинаковой: силос, заложенный на хранение с препаратом КО, в 1 кг натурального вещества содержал 3,61 МДж ОЭ и 0,31 корм. ед.; силос обычной заготовки – 3,43 МДж ОЭ и 0,29 корм. ед.

Согласно требованиям ГОСТ по содержанию и соотношению органических кислот, массовой доли сухого вещества, показателю рН силос с КО относится к первому классу качества. Силос, заложенный без добавок по этим показателям, относится ко второму классу.

Энергетическая питательность рационов была одинаково высокой в обеих группах – 0,89–0,92 ЭКЕ на 1 кг сухого вещества. Животные опытной группы потребляли обменной энергии на 2,2 % больше. Использование препарата КО при закладке силоса позволило обогатить рацион опытной группы перевариваемым протеином, содержание которого в рационе было выше контрольной группы на 75 г, или на 16,4 %.

Достаточное количество легкопереваримых углеводов в рационе имеет большое значение при утилизации аммиачного азота, образующегося при расщеплении азотистых веществ в рубце жвачных. В нашем опыте сахаропротеиновое соотношение в рационе контрольной группы составило 0,84, а в рационе опытной – 0,74, т. е. в обеих группах этот показатель был в пределах нормы. Несущественное снижение его во второй группе связано с увеличением содержания сырого и перевариваемого протеина в силосе, приготовленном с КО.

Отношение кальция к фосфору в рационе опытной группы было более высоким, чем в контрольной (2,0 против 1,8).

Динамика роста животных обеих групп была достаточно высокой, но телочки опытной группы росли интенсивнее (табл. 5).

Таблица 5. Динамика живой массы и среднесуточные приросты

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса животных в начале опыта, кг	192,1 ± 4,99	189,7 ± 6,09
Масса животных в конце опыта, кг	272,1 ± 4,94	276,3 ± 7,89
Среднесуточный прирост, г	898 ± 23,30	973 ± 27,76
% к контролю	100	108,4

Среднесуточный прирост телочек, получавших силос, заложённый с препаратом КО, был выше контрольных на 8,4 %, что на 75 г больше, чем у животных, получавших обычный силос ( $p > 0,05$ ).

Исследование крови опытных животных показало, что скармливание в составе рациона силоса, приготовленного с КО, не оказало отрицательного влияния на их здоровье. Обмен веществ у них был более направлен на усвоение питательных веществ рациона, что отразилось на некоторых показателях.

Так, белковый комплекс крови находился практически на одном уровне в обеих группах и не выходил за рамки нормальных значений, за исключением фракции глобулинов, содержание которых в опытной группе было выше в 1,1 раза. Что, несомненно, отразится на повышении резистентности организма телочек в процессе роста и их развития в дальнейшем. Количество гемоглобина, эритроцитов и цветовой показатель находятся на одном уровне в обеих группах. Некоторое их понижение в опытной группе не носит достоверного характера.

Недостоверное увеличение содержания мочевины в крови опытных животных объясняется более интенсивным обменом белка в организме при скармливании силоса, заложённого с КО, и свидетельствует о постепенной утилизации азота, «защищённого» препаратом, содержащим в своем составе формальдегид. Содержание глюкозы и общих липидов – в пределах нормы.

О минеральном обмене судили по содержанию в сыворотке крови кальция и фосфора, содержание которых в опытной группе было достоверно выше, чем в контрольной. Нормализация минерального обмена, особенно фосфорного, служит косвенным доказательством улучшения белкового обмена в организме телочек, потреблявших силос с КО.

По сообщениям ряда литературных источников, в том числе и наших исследований, проведённых в 2003–2009 гг. при изучении МФС в качестве консерванта и азотистой добавки в рационах КРС, количество формальдегида в органах и тканях опытного животного не превышает его содержания в период зимнего кормления в аналогичных объектах (табл. 6).

Таблица 6. Содержание формальдегида в органах и тканях (мг/кг)

Показатель	Группа	
	опытная	допустимые значения по литературным источникам
Длиннейшая мышца спины	1,3105	1,1–6,0
Легкое	0,0489	0,013–0,94
Сердце	0,0035	0,020–1,1
Печень	0,0834	0,098–1,08

Расчеты показали, что эффективность от скармливания силоса, заложённого на хранение с препаратом КО, составила 882,5 руб. на голову, или на 1 руб. дополнительных затрат получено 5,16 руб. дохода.

Прирост живой массы за опыт в группе, получавшей силос с препаратом КО, был больше на 6,6 кг, а затраты кормов на 1 кг прироста ниже: на 5,0 % ЭКЕ, на 11,4 % силоса и на 7,6 % – сухого вещества.

### Заключение

Использование отходов переработки древесины и мочевины в качестве консерванта-обогаителя при силосовании кукурузы в восковой спелости и включение полученного силоса в состав рациона ремонтного молодняка (50 % по питательности) повышает содержание сырого протеина в рационе на 52 г, переваримого – на 75 г, сахара – на 8 г, что увеличивает среднесуточный прирост животных и снижает затраты кормов на 1 кг прироста, повышает рентабельность выращивания ремонтного молодняка.

## Список использованных источников

1. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 220–226.
2. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции / Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, 2023. – С. 52–57.
3. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.
4. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2023. – С. 28–32.
5. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солонное Займище, 2021. – С. 1468–1473.
6. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пилук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.
7. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
8. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
9. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57. – № 1. – С. 168–176.
10. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – 2019. – С. 210–215.
11. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2023. – С. 172–177.
12. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.
13. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
14. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2022. – С. 247–252.
15. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солонное Займище, 2021. – С. 1448–1453.



Д. И. Комлач<sup>1</sup>, Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>1</sup>, В. П. Цай<sup>2</sup>, М. И. Сложенкина<sup>3</sup>,  
Г. Н. Радчикова<sup>2</sup>, А. М. Глинкова<sup>2</sup>, И. Б. Измайлович<sup>3</sup>, Н. А. Садо́мов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

*Аннотация.* Установлено, что использование в рационах кормовой добавки «Коубиотик Энергия» оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота.

*Ключевые слова:* кормовая добавка «Коубиотик Энергия», молодняк крупного рогатого скота, рационы, кровь, приросты.

D. I. Komlach<sup>1</sup>, E. L. Zhilich<sup>1</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>1</sup>, V. P. Tsai<sup>2</sup>, M. I. Slozhenkina<sup>3</sup>,  
G. N. Radchikova<sup>2</sup>, A. M. Glinkova<sup>2</sup>, I. B. Izmailovich<sup>3</sup>, N. A. Sadomov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>UE “Belarusian State Agricultural Academy”  
Gorki, Republic of Belarus

### THE EFFECTIVENESS OF FEEDING AN ENERGY SUPPLEMENT TO YOUNG CATTLE

*Abstract.* It has been determined that feed additive “Cobiotic Energy” in diets has a positive effect on feed intake, physiological condition and productivity of young cattle.

*Keywords:* feed additive “Cobiotic Energy”, young cattle, diets, blood, weight gains.

### Введение

Животноводство в Республике Беларусь является традиционно главенствующей отраслью хозяйства. В общем объеме производства сельского хозяйства доля животноводческой продукции достигает до 65 % [1, 2].

В настоящее время уровень развития кормовой базы не отвечает физиологическим нормам кормления животных. Дефицит кормов, их низкое качество не позволяют реализовывать генетический потенциал животных, что приводит к значительному снижению объемов производства продукции животноводства [3–5]. Все это, в свою очередь, сказывается на финансово-экономическом положении в агропромышленном комплексе Республики Беларусь, которое в основном определяется состоянием животноводства, где формируется более половины всех доходов села [6–8].

Одним из главных условий повышения продуктивности животных является обеспечение их доброкачественными кормами. Большое значение имеет обогащение рационов и комбикормов комплексом специальных добавок и биологически активных веществ [9–12].

Использование в кормлении животных таких кормовых добавок не только позволяет восполнить недостаток в организме энергетических, пластических и регуляторных пищевых веществ, но и оказывает регулирующее действие на физиологические функции и биохимические реакции, что способствует поддержанию физиологического здоровья и снижению риска заболеваний, в том числе вызываемых нарушением микробного биоценоза пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных [13–15].

Таким образом, современные способы создания новых кормовых добавок функционального питания сельскохозяйственных животных предлагают комбинированное воздействие физических, химических и биологических факторов. Технологическое введение пропиленгликолевых добавок в рационы наиболее перспективно благодаря включению его в предварительную стадию образования глюкозы, при этом уменьшается дефицит метаболической энергии, благоприятно влияя на состояние здоровья животного.

### Основная часть

Целью работы было изучение эффективности скармливания энергетической кормовой добавки «Коубиотик Энергия» в рационах молодняка крупного рогатого скота.

Для выполнения поставленной цели проведены исследования на двух группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 4 месяцев, продолжительность опыта 90 дней (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Живая масса в начале опыта, кг	Особенности кормления
I контрольная	10	90	104	ОР: сенаж, силос, патока + комбикорм собственного производства
II опытная	10	90	106	ОР + 100 г кормовая энергетическая добавка «Коубиотик Энергия»

Различия в кормлении заключались в том, что животные контрольной группы получали стандартный комбикорм, а в опытной в состав комбикорма добавляли 100 г энергетической добавки «Коубиотик Энергия».

В процессе исследований изучали: химический состав, количество заданных кормов, состав крови, живую массу, среднесуточные приросты живой массы, затраты кормов на продукцию.

Цифровой материал обработан методом вариационной статистики с использованием пакета статистики Microsoft Excel.

На основании контрольных кормлений установлено, что наиболее высокая концентрация обменной энергии в сухом веществе отмечена в группе молодняка, получавшего в рационе «Коубиотик Энергия», кормовая добавка составила 10,2 МДж против 10 в контрольной группе. По сухому веществу не отмечено значительных изменений. Отношение кальция к фосфору в обеих группах находилось на уровне 1,7:1, энергопротеиновое отношение – 0,22–0,23 (табл. 2).

Таблица 2. Среднесуточный рацион кормления ремонтных телок в возрасте 4–6 мес. (по фактически съеденным кормам)

Показатель	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-2	1,69	43,4	1,69	45,9
Сенаж злаково-бобовый	2,21	38,5	2,14	35,4
Силос кукурузный	5,27	15,7	5,11	15,3
Сено клеверотимофеечное	0,19	2,4	0,26	3,4
«Коубиотик Энергия»	–	–	0,1	–
В рационе содержится:				
Кормовые единицы	4,24		4,21	
Обменная энергия, МДж	43,9		45,7	

Показатель	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Сухое вещество, г	4355		4495	
Сырой протеин, г	626		624	
Переваримый, г	430		428	
Расщепляемый протеин, г	431		418	
Нерасщепляемый протеин, г	195		206	
Соотношение РП: НРП	68,8:31,3		67,1:32,9	
Сырой жир, г	257		255	
Сырая клетчатка, г	1020		1011	
Крахмал, г	375,4		373,22	
Сахара, г	177,74		180,57	
Кальций, г	47,77		47,59	
Фосфор, г	28,13		28,13	
Магний, г	8,92		8,84	
Сера, г	10,57		10,54	
Железо, мг	1070,59		1057,8	
Медь, мг	37,24		37,48	
Цинк, мг	179,08		178,92	
Марганец, мг	370,08		371,11	
Кобальт, мг	2,02		2,02	
Йод, мг	1,79		1,78	
Каротин, мг	64,08		186,17	
Д, МЕ	6858,01		6436,68	
Е, мг	323,62		723,9	

Результаты исследований показали, что в крови телят с включением балансирующих добавок в рационы происходит насыщение ее эритроцитами на 2,8 %, рост содержания общего белка на 4,2 %, альбуминов – на 10,1 % (табл. 3).

Таблица 3. Гематологические показатели

Показатель	Группа	
	I	II
Гемоглобин г/л	114 ± 2,60	119 ± 3,52
Эритроциты 10 <sup>12</sup> /л	7,78 ± 0,05	7,97 ± 0,12
Лейкоциты 10 <sup>9</sup> /л	9,7 ± 0,05	9,33 ± 0,12
Общий белок г/л	78,07 ± 4,11	81,37 ± 4,85
Глюкоза ммоль/л	2,5 ± 0,40	3,53 ± 0,55*
Мочевина ммоль/л	4,93 ± 0,34	5,03 ± 0,23
Кальций, ммоль/л	2,94 ± 0,12	2,94 ± 0,13
Фосфор, ммоль/л	1,64 ± 0,26	1,71 ± 0,18
Магний, ммоль/л	1,01 ± 0,06	1,09 ± 0,05
Витамин А мкг%	1,33 ± 0,04	1,36 ± 0,04
Железо, мкмоль/л	23,7 ± 4,21	25,43 ± 3,44
Альбумины г/л	35,50 ± 0,71	39,11 ± 2,79
Глобулины, г/л	42,5 ± 3,69	42,26 ± 2,06
Кислотная емкость по Неводову, мг%	467 ± 6,7	467 ± 6,7

Концентрация мочевины между группами варьировала незначительно и находилась в пределах 4,93–5,03 ммоль/л.

Использование рациона II группы привело к возрастанию количества альбуминов (10,1 %) и глюкозы (1,03 ммоль/л), что указывает на более высокий уровень обменных процессов и сбалансированность опытного рациона по энергии и протеину. Сыворотка крови опытных животных отличалась повышенным содержанием неорганического фосфора – на 4,3 %. Достоверных различий между группами по данным элементам не установлено.

Основными показателями использования рационов с нормированием по новым нормам с учетом качества протеина является продуктивность (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность подопытных телят

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса в начале опыта, кг	104,6 ± 2,20	106 ± 2,78
Живая масса в конце опыта, кг	177,2 ± 1,78	185,7 ± 1,76
Валовой прирост, кг	72,6 ± 1,39	79,7 ± 2,23
Среднесуточный прирост, г	797 ± 15,29	875 ± 24,51
% к контролю	100	109,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,31	4,81
% к контролю	100	90,4

За период опыта молодняк прирос в I контрольной на 72,6 кг, во II опытной – на 79,7 кг, в результате среднесуточный прирост составил соответственно 797 и 875 г, или выше контроля на 9,8 %, при затратах кормов в опытном варианте 4,81 корм. ед. Наибольшая энергия прироста 10,71 МДж приходилась на II опытную группу при использовании в кормлении телят «Коубиотик Энергии». В I контрольной показатель чистой энергии прироста оказался ниже лидирующего показателя II опытной группы на 1,35 МДж или на 14,4 %.

### Заключение

Балансирование рационов молодняка крупного рогатого скота в возрасте 4–6 месяцев кормовой добавкой «Коубиотик Энергия» обеспечивает увеличение среднесуточного на 9,8 %, при снижении затрат кормов на 9,6 %. Наибольшая энергия прироста 10,71 МДж приходилась на группу при использовании в кормлении телят «Коубиотик Энергии», в контрольной группе этот показатель оказался ниже на 14,4 %.

### Список использованных источников

1. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
2. Сушеная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.
3. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Л. Н. – Брянск, 2021. – С. 263–271.
4. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
5. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.

6. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.
7. Комбикорм КР-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
8. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Ляндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
9. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
10. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.
11. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. – 190.
12. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
13. Ляндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Ляндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов международной научно-практической конференции (Смоленск, 9 декабря 2015 г.), – Смоленск: Смоленская ГСА, 2015. – С. 123–130.
14. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
15. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40. – № 2. – С. 205.

Д. И. Комлач<sup>1</sup>, С. А. Цалко<sup>1</sup>, О. Л. Екельчик<sup>1</sup>, Т. Л. Сапсалёва<sup>2</sup>, И. Ф. Горлов<sup>3</sup>,  
В. П. Цай<sup>2</sup>, Г. В. Бесараб<sup>2</sup>, М. В. Джумкова<sup>2</sup>, М. М. Базылев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции  
г. Волгоград, Российская Федерация

<sup>4</sup>УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»  
г. Витебск, Республика Беларусь

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНЫХ ДОЗ РАПСОВОГО МАСЛА

*Аннотация.* В исследованиях на бычках установлено, что включение в состав комбикормов КР-2 масла из семян рапса типа «canole» в количестве 7 % по массе, способствует увеличению среднесуточного прироста молодняка до 1000 г без повышения затрат кормов на получение продукции.

*Ключевые слова:* бычки, комбикорма, рапс, масло, живая масса, среднесуточный прирост, экономические показатели.

D. I. Komlach<sup>1</sup>, S. A. Tsalko<sup>1</sup>, O. L. Ekelchik<sup>1</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>2</sup>, I. F. Gorlov<sup>3</sup>,  
V. P. Tsai<sup>2</sup>, G. V. Besarab<sup>2</sup>, M. V. Dzhumkova<sup>2</sup>, M. M. Bazylev<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>Povolzhsky Scientific Research Institute for the Production  
and Processing of Meat and Dairy Products  
Volgograd, Russian Federation

<sup>4</sup>UE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”  
Vitebsk, Republic of Belarus

### THE EFFECTIVENESS OF FEEDING YOUNG CATTLE WITH DIFFERENT DOSES OF RAPESEED OIL

*Abstract.* In studies on gobies, it was found that the inclusion of rapeseed oil of the “canole” type in the composition of KR-2 compound feeds in an amount of 7 % by weight contributes to an increase in the average daily growth of young animals to 1000 g, without increasing the cost of feed for production.

*Keywords:* gobies, compound feeds, rapeseed, oil, live weight, average daily growth, economic indicators.

### Введение

Решающим фактором реализации продуктивных качеств у высокопродуктивных животных являются уровень кормления и полноценность рационов, зависящие от поступления в организм энергии, протеина, минеральных веществ, витаминов и ряда других биологически активных веществ [1–3].

В различных странах мира проводится активная работа по замене зерновой части комбикорма и рациона нетрадиционным сырьем, что обеспечивает дополнительную экономию зерновых ресурсов [4, 5].

Балансирующие кормовые добавки могут быть в виде смесей, в состав которых вводятся высокоценные протеины, витамины и минеральные вещества (белковые, белково-витаминные и белково-витаминно-минеральные). Также добавки могут быть в виде премиксов – смесей биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов, антиоксидантов, ферментов, сульфаниламидных препаратов и др.) с наполнителем [6, 7].

Приоритетной проблемой в формировании эффективной стратегии кормопроизводства является дефицит кормового белка, составляющий 15–20 % от общей потребности, что приводит к недобору животноводческой продукции до 30 % и росту затрат на ее получение [8, 9].

Одним из путей решения проблемы дефицита кормового протеина является использование в кормлении сельскохозяйственных животных растительных источников, богатых протеином, среди которых имеется рапс и продукты его переработки – жмых, шрот, масло. Рапс в Беларуси в настоящее время стал основной масличной культурой [10, 11].

Повышенный интерес к рапсу в настоящее время обусловлен хорошей приспособленностью растений к произрастанию в умеренных климатических зонах, высокой продуктивностью, а также возрастающей потребностью в высокобелковых кормах и растительных маслах. Основная масса зерна перерабатывается на масло, однако некоторая часть его используется на корм скоту в нативном виде. Стоит задача с максимальной эффективностью использовать зерно рапса и продукты его переработки в кормлении сельскохозяйственных животных.

По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие другие сельскохозяйственные культуры. Так, в 1 кг семян рапса и муки из них содержится 213 г переваримого протеина, 420–450 г жира, 2,15–2,3 корм. ед., 19–20 МДж обменной энергии, до 9,5 % клетчатки. Результаты анализов показали, что протеин рапсовых кормов по аминокислотному составу является биологически полноценным, так как содержит в 4–5 раз больше незаменимых аминокислот, чем злаковые культуры [12, 13].

Усвояемость аминокислот рапса составляет в среднем 92 %. Жировой комплекс семян рапса представлен незаменимыми аминокислотами. В составе рапсового масла наибольший удельный вес занимают олеиновая (56,2 %), линолевая (20,8 %) и линоленовая (23 %) кислоты, которые необходимы для роста животных и благоприятно влияют на их здоровье и продуктивность [14, 15].

Однако в Республике Беларусь проведено недостаточно исследований, в частности, по отработке норм ввода рапсовых кормов в комбикорма для молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо, позволяющих широко использовать рапс в кормлении животных.

### Основная часть

Целью исследований явилось изучить оптимальные нормы ввода масла из семян рапса типа «canole» в состав комбикормов КР-2 для молодняка крупного рогатого скота.

Для изготовления опытных партий комбикормов приобретали рапсовое масло в ОАО «Рапс». Приготовление опытных партий комбикормов с изучаемым кормом проводили в хозяйстве в условиях комбикормового цеха.

Определение оптимальных норм ввода в комбикорма масла из семян рапса типа «canole» основано на научно-хозяйственных исследованиях на молодняке крупного рогатого скота средней живой массой 108 кг в РУП «Экспериментальная база «Жодино» Смолевичского района Минской области. Для опыта были отобраны бычки – I контрольная и II опытная группы, по принципу пар-аналогов с учетом живой массы и возраста. Условия содержания и кормления всех животных было одинаковым: беспривязное, по 10 голов в группе, кормление двукратное, поение из поилок (табл. 1).

Различия в кормлении заключались в том, что молодняк контрольной группы получал комбикорм с нормой ввода масла рапсового согласно данным «Классификатора сырья и продукции комбикормовой промышленности» (2010 г.), животные опытной группы – комбикорма с включением повышенной нормы.

В период исследований для выяснения влияния изучаемого фактора на поедаемость кормов и их затрат на единицу продукции еженедельно учитывалось количество заданных кормов и их остатки. Качество кормов и гематологические исследования определяли в лаборатории

биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». В кормах определяли: кормовые единицы и обменную энергию – расчетным путем по формулам, влагу – по ГОСТ 13496.3–92, сырой протеин – по ГОСТ 13496.4–93. п. 2, сырой жир – по ГОСТ 13496.15–97, золу – по ГОСТ 26226–95 п. 1, кальций – по ГОСТ 26570–95 п. 2.1, фосфор – по ГОСТ 26657–97 п. 2.2., макро- и микроэлементы – на атомно-адсорбционном спектрометре ААС-3. Отбор проб кормов осуществлялся в начале и в конце научно-хозяйственных опытов.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных в группе, голов	Живая масса на начало опыта, кг	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	10	108,3	90	Основной рацион (ОР) – силос, сено + комбикорм с включением рапсового масла в количестве 5 % по массе
II опытная	10	108,0	90	ОР + комбикорм с включением рапсового масла в количестве 7 % по массе

В течение исследований определяли гематологические показатели: морфофункциональный состав крови форменных элементов крови с использованием автоматического анализатора «Medonic CA-620»; биохимический состав сыворотки крови: гемоглобин, общий белок с фракциями, мочевины, глюкоза, общий кальций, фосфор неорганический – на автоанализаторе «Cormay Lumen (BTS 370 Plus)», щелочной резерв – по Раевскому; минеральный состав определяли методом адсорбционной спектрометрии на анализаторе ААС –3; отбор проб крови проводился через 2,5–3 часа после кормления из яремной вены; изучена поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков путем проведения контрольных кормлений один раз в декаду в два смежных дня; интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных ежемесячно до кормления (в начале и в конце опыта); оплата корма продукцией – путем определения расхода кормов на единицу прироста.

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Продуктивность животных зависит от многих факторов, в том числе от полноценного кормления, в котором концентраты играют решающую роль. Согласно схеме опыта, в комбикорме контрольной группы включали масло рапсовое как источник энергетической добавки, в количестве 5% по массе, в состав комбикорма опытной группы – 7 %.

Состав комбикорма представлен зерновой частью – ячмень, пшеница, овес, маслом рапсовым. Также во все рецепты включены добавки: премикс ПКР -2, соль, дефекаст в количестве 1 %. В результате анализа химического состава комбикормов установлено, что при включении 5 % и 7 % масла рапсового питательность и содержание отдельных компонентов имели некоторые различия. Путем добавки жира к комбикормам можно снизить энергетические потери с одновременным повышением количества жирных кислот. Все комбикорма молодняк поедать охотно, отказов от корма не наблюдалось.

В исследованиях в результате анализа рационов молодняка по фактически съеденным кормам можно отметить, что комбикорма задавались нормированно, в связи с чем в среднем за весь период опыта бычки потребляли их одинаковое количество – 2,0 кг.

Установлено, что при включении 7 % масла рапсового в состав опытного комбикорма на 1 МДж обменной энергии приходилось 7 г сырого и 5,2 г переваримого протеина, против 7,4 и 5,5 г соответственно в контрольном комбикорме.

Содержание клетчатки от сухого вещества в двух комбикормах находилось на уровне 4,8–4,9 %. Концентрация сырого протеина в 1 кг сухого вещества комбикорма для молодняка контрольной группы соответствовала 10,8 %, переваримого – 8 %, сырого жира – 8,1 %, против 10,5 %, 7,8 % и 10,3 % в опытном комбикорме соответственно.

Изучение поедаемости кормов бычками в опыте показало, что включение в рационы масла рапсового в составе комбикорма КР-2 оказало положительное влияние на потребление корма



и значительной разницы по количеству не обнаружено. В сутки телята в период опыта съедали по 5,9–6,0 кг силоса, сена – 0,4 кг и 2,0 кг комбикорма. Поступление сухих веществ в организм подопытных животных находилось на уровне 3,6 кг в сутки. В пересчете на 100 кг живой массы – 2,3 кг.

Концентрация обменной энергии рациона у молодняка опытной группы на 2,9 % или на 1,24 МДж превосходила контроль.

На долю сырого протеина в сухом веществе рациона опытной группы приходилось 11,9 %, что ниже контрольного варианта, но незначительно. Содержание переваримого протеина на 1 кг сухого вещества также ниже – 7,9 % против 8 %. А по содержанию сырого жира в 1 кг сухого вещества приходилось в опытной группе 6,7 %, что на 1 процентный пункт выше контрольного варианта, что связано с увеличением количества изучаемого корма в комбикорме.

Содержание сырой клетчатки находилось примерно на одном уровне в рационах обеих групп – 16,4 % и 16,4 % от сухого вещества рациона.

В расчете на одну кормовую единицу во всех группах количество переваримого протеина составило 66 и 64 граммов, при содержании в 1 кг сухого вещества рациона в контрольной и опытной группах 1,21–1,23 корм. ед. соответственно.

Для контроля за изменениями, происходящими в организме животных при скармливании им комбикормов с маслом рапсовым, проводили изучение биохимического состава крови. Полученные данные свидетельствуют о том, что все показатели находились в пределах физиологических норм, указывая на безвредность данного корма для организма бычков. Некоторые колебания в показателях не носят закономерного характера и находятся в пределах статистической ошибки. Это свидетельствует о том, что обменные процессы в организме подопытных животных протекали на высоком уровне и не имели существенных различий.

Изучение динамики роста живой массы подопытных бычков показало, что скармливание в составе рационов комбикормов с вводом масла рапсового не оказало отрицательного влияния на энергию роста молодняка (табл. 2).

Таблица 2. Живая масса и среднесуточные приросты бычков

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса в начале опыта, кг	108,3 ± 1,77	108 ± 2,31
Живая масса в конце опыта, кг	199,5 ± 7,47	203 ± 6,18
Валовый прирост, кг	91,2 ± 7,52	95 ± 5,58
Среднесуточный прирост, г	991 ± 81,73	1033 ± 60,57
В % к контролю	100	104
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,33	4,29

За период опыта на основании проведенных контрольных взвешиваний определена продуктивность молодняка. Включение в состав комбикорма КР-2 по массе 5 и 7 % масла рапсового обеспечило среднесуточный прирост живой массы бычков в контрольной группе 991 г, в опытной – 1033 г или на 4,2 % выше, при снижении затрат кормов на получение продукции (незначительно – в опытной группе).

В результате анализа экономической эффективности рассчитана себестоимость 1 кг прироста, составившая в опытной группе 3371 руб., что ниже контрольного варианта, но незначительно, при получении годового экономического эффекта на голову 3853 руб.

### Заключение

Таким образом, скармливание бычкам комбикорма КР-2 с включением рапсового масла в количестве 7 % не оказало отрицательного влияния на вкусовые качества и поедаемость корма, а также на физиологическое состояние животных. Использование комбикормов с маслом из семян рапса позволило получить достаточно высокие среднесуточные приросты живой массы живот-

ных при наименьших затратах корма на получение единицы продукции. Доведение ввода масла до 7 % позволило получить среднесуточный прирост живой массы бычков на уровне 1033 г, что выше на 4,2 % контрольного варианта при одинаковых затратах кормов на получение продукции (4,32 и 4,33 корм. ед./кг).

### Список использованных источников

1. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
2. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Л. Н. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
3. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
4. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
5. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов международной научно-практической конференции (Смоленск, 9 декабря 2015 г.). – Смоленск: Смоленская ГСА, 2015. – С. 123–130.
6. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.
7. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
8. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
9. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняку крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.
10. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
11. Совершенствование системы полноценного кормления молодняку крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. – 190.
12. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
13. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40. – № 2. – С. 205.
14. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняку крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.
15. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.

**Н. Г. Бакач, Е. Л. Жилич, С. А. Цалко, Ю. Н. Рогальская, В. В. Никончук**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ВЫДАЧИ КОРМОСМЕСЕЙ НА СВИНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ**

*Аннотация.* Эффективность выращивания свиней на фермах и комплексах должна обеспечиваться за счет автоматизации ряда трудоемких процессов с внедрением современного энергосберегающего оборудования. На сегодняшний день одной из наиболее экономически затратных и энергоемких операций на свиноводческих фермах и комплексах является кормление животных, поскольку от этого процесса напрямую зависит продуктивность животных.

*Ключевые слова:* комплект оборудования, жидкое кормление, свиньи, выдача кормов, автоматизированное приготовление.

**N. G. Bakach, E. L. Zhilich, S. A. Tsalko, Yu. N. Rogalskaya, V. V. Nikonchuk**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ON THE ISSUE OF AUTOMATION OF THE PROCESSES OF PREPARATION AND DELIVERY OF FEED MIXTURES ON PIG FARMS AND COMPLEXES**

*Abstract.* The efficiency of pig farming on farms and complexes should be ensured by automating a number of labor-intensive processes with the introduction of modern energy-saving equipment. To date, one of the most economically costly and energy-intensive operations on pig farms and complexes is animal feeding, since animal productivity directly depends on this process.

*Keywords:* set of equipment, liquid feeding, pigs, feed distribution, automated cooking.

### **Введение**

Эффективность свиноводства в большой мере зависит от применения новых технологий, которые обуславливают комфортное содержание свиней, что является важнейшим фактором повышения продуктивности животных в условиях промышленного содержания как на отдельном предприятии, так и в свиноводческой отрасли в целом [1].

Одной из главных проблем на свиноводческих комплексах по выращиванию и откорму является кормление животных, поскольку для кормления свиней, а именно при приготовлении кормов, необходимо выполнить целый ряд энергоемких операций [2].

Основными показателями эффективности свиноводческого предприятия служат: расход кормов на единицу привеса; сохранность поголовья; продолжительность выращивания и откорма свиней; затраты ручного труда.

### **Основная часть**

На 1 декабря 2023 года в стране работали 105 свиноводческих комплексов, на которых содержались 2,1 миллиона голов – 101 % к соответствующему периоду прошлого года. На них с начала года произведено 360 тыс. т свинины – 108 % к 11 месяцам прошлого года.

Прогресс достигнут за счет двух важнейших факторов, а именно: стало больше животных благодаря вводу новых свиноводческих комплексов, второй фактор – возросли среднесуточные привесы одной головы. За 11 месяцев в целом по стране этот показатель составил 661 г – плюс

48 г к соответствующему периоду прошлого года. На 2024–2026 годы в стране запланировано строительство 14 новых и реконструкция действующих комплексов. Это позволит выйти на производство около 500 тыс. т свинины в год [3].

Если учесть, что удельный вес кормов в себестоимости свинины составляет от 60 до 80 % общего ресурсопотребления, то становится очевидной важность поиска наиболее эффективных технологических схем их приготовления и выдачи, которые бы наряду с сокращением ресурсопотребления обеспечивали повышение качества кормов и при этом их экономию.

Именно поэтому на автоматизацию данных процессов должно быть направлено основное внимание, финансовые и интеллектуальные ресурсы.

На сегодняшний день процессы приготовления и раздачи жидких кормов на свиноподкомплексах республики механизированы. Однако типовая система управления этими процессами обладает низкой надежностью и неудовлетворительными функциональными возможностями. Увеличение продуктивности свиней, снижение непроизводительных потерь дорогостоящих кормов обуславливают необходимость повышения качества управления технологическими процессами. Решение этой задачи возможно на основе широкого внедрения комплексной автоматизации путем применения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) с использованием микропроцессорной техники [4].

На рынке оборудования для автоматизированного приготовления влажных кормовых смесей активно действует большое количество зарубежных производителей. Сегодня на рынки стран СНГ и Республики Беларусь поставляется оборудование таких компаний-производителей, как Big Dutchman (Германия), Shauer (Австрия), Weda (Германия), и других зарубежных производителей, однако необходимо отметить и отечественного производителя «Амитех».

Фирма Big Dutchman для приготовления и раздачи жидкого корма рекомендует управляемую компьютером систему Hydromix для откормочного и репродуктивного поголовья (в т. ч. для подсосных и супоросных свиноматок и хряков) при индивидуальном и групповом содержании в любых свиноводческих предприятиях. Интерес представляет комплект оборудования HYDROMIX с системой безостаточной кормораздачи и промывкой труб, представленный на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид комплекта оборудования для приготовления и кормораздачи влажных кормосмесей HYDROMIX: а – кормокухня; б – сенсор наличия корма в кормушке

Комплект оборудования предназначен для свиноводческих ферм и комплексов и обеспечивает автоматизированное одновременное смешивание и раздачу кормов при безостаточном кормлении с промывкой труб.

Система раздачи работает следующим образом: сенсор устанавливается на 2–3 см выше дна кормушки так, чтобы компьютер управления мог регулярно проверять наличие корма в кормушке. При необходимости дозируется свежий корм. Это стимулирует прием корма свиньей. В зависимости от аппетита животные сами определяют ход своего дневного рациона, что обеспечивает наиболее эффективное использование генетического потенциала приема корма.

Комплект оборудования HYDROMIX – система жидкого кормления с крайне гибкой модульной конструкцией. При разработке индивидуальных моделей системы полностью учитываются архитектурные особенности помещения и численность поголовья. Система HydroMix рекомендуется прежде всего при использовании дешевых кормовых компонентов, таких как сыворотка, отходы пищевой промышленности. Данная система полностью автоматизирована для кормления свиноматок, поросят и откормочных свиней.

Система HYDROMIX предлагается в самых различных исполнениях:

- с одной емкостью и тупиковым и (или) кольцевым трубопроводом;
- с двумя емкостями и тупиковым и (или) кольцевым трубопроводом;
- с одной или несколькими емкостями и тупиковыми кормолиниями с функцией промывки труб JET для безостаточного кормления;
- со взвешиваемыми смесителем и емкостью технической воды для безостаточного кормления;
- с двумя смесителями и одной емкостью для технической воды.

Преимущества данной системы:

- приготовление необходимых смесей из различных компонентов;
- высокий суточный привес при низких затратах на корм;
- компьютерное управление предприятием и процессом кормления;
- экономия времени, высокая надежность эксплуатации;
- обширный пакет гигиенических мер;
- высокая точность дозирования на каждом кормовом клапане;
- надежная транспортировка корма;
- гибкая модульная конструкция для малых и крупных систем;
- низкие производственные затраты;
- долговечность.

Компания Schauer производит комплекты оборудования для приготовления и раздачи влажных кормов в автоматическом режиме Liquimix. Общий вид смесительной установки комплекта оборудования для жидкого кормления Liquimix фирмы Schauer представлен на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид смесительной установки комплекта оборудования для жидкого кормления Liquimix фирмы Schauer

Важное отличие оборудования Liquidmix фирмы Schauer – это то, что вместо миксера используется метод импульсного смешивания, а именно, струя от насоса подает жидкость в разные стороны бака, что идеально для баков маленькой емкости и для синхронной работы непрерывной подготовки корма. Комплект оборудования Liquidmix фирмы Schauer предусматривает автоматизацию таких технологических операций, как приготовление и раздача кормосмеси, очистка трубопровода водой, процесс дозированной загрузки компонентов.

Техническое оснащение системы жидкого кормления:

- емкости различного размера;
- пневматический запорный клапан подачи компонентов;
- мешалки с низкой скоростью вращения.

Применяются насосы лопастные из нержавеющей стали, кислотоустойчивые и шнековые мощностью от 3,0 до 11 кВт.

Вся система управления размещается в шкафах с высокой степенью защиты. Обеспечен простой обмен программами и функциями по принципу сменных плат. Возможен быстрый контроль и простое вмешательство с помощью ручного управления.

Преимущества данной системы:

- простое обслуживание;
- небольшие компактные емкости вместо высокообъемных баков;
- использование на всех стадиях откорма и разведения;
- обеспечение нужным кормом в соответствии со стадией роста животного;
- многофазное кормление;
- возможность приготовления однородной смеси из жидких, кашеобразных, твердых добавок и компонентов;
- высокая эффективность;
- экономичность.

Применяется для быстро растущих пород свиней, когда необходимо к концу откорма исключить избыточный прием корма. Условием для подачи корма является однородная группа животных, место у кормушки для каждого животного и одинаковый кормовой порцион. Кормление свиней происходит несколько раз в день, что способствует их оптимальным привесам. При этом датчики контролируют уровень заполнения кормушки кормом. По потребности и нормированию кормушка опять наполняется кормом.

При применении кормления вволю в конце откорма обращают внимание прежде всего на правильное составление смеси, чтобы животные не слишком поправлялись.

Фирма-производитель WEDA (Германия) выпускает комплекты оборудования для автоматизированного приготовления и выдачи влажных кормосмесей свиньям для ферм и комплексов (рис. 3). В ее составе – компьютер управления, электронные расходомеры, специальные центро-



Рис. 3. Система жидкого кормления свиней WEDA



Рис. 4. Система с разделительными элементами

бежные насосы для жидкого кормления, системы жидкого кормления с разделителями механических частиц (pipe-hig), двойной трубопровод, преобразователь частоты для насосов.

Инновация этой уникальной системы жидкого кормления в том, что одна смесительная емкость может обеспечивать жидким кормом как свиноматок, так и свиней на откорме, а также и поросят-отъемышей.

Основой этой системы является емкость, где взаимодействуют две работающих независимо друг от друга системы впуска с двумя линиями различного сечения. Благодаря применению трубопроводов различных диаметров, система может быть применена как для кормления поросят, так и на участках по содержанию взрослого поголовья (свиноматок и откорма).

Системы жидкого кормления свиней WEDA с компьютерным управлением способствуют повышению эффективности и рентабельности выращивания свиней благодаря сокращению затрат труда, достижению высоких продуктивных показателей животных и снижению расходов производства.

Жидкое кормление является обобщенным понятием для смешивания и распределения корма для животных в жидкой форме. Этот вид кормления, при котором используется, как правило, мука, растительные продукты, такие как измельченная свекла, кукуруза – Corn Colb Mix (перемолотые початки), а также волокнистое сырье [5]. Примешиваемыми жидкостями являются вода и другие жидкости, содержащие питательные вещества, например, молочная сыворотка. Благодаря современной компьютерной технике кормовые смеси рассчитываются заново ежедневно и корректируются в зависимости от потребностей животных. При этом учитываются, например, порода, возраст, генетика и многое другое.

В системе с разделительными элементами (рис. 4) корм разделяется с помощью скребков, которые при необходимости могут быть введены автоматически в систему трубопровода. Таким образом, в трубопроводной системе могут находиться одновременно разные кормовые смеси. Также небольшие порции могут транспортироваться между двумя разделительными элементами целенаправленно к нужной кормушке.

При системе с двойным кормопроводом в каждую кормушку поступает корм из 2 трубопроводов, в которых постоянно перекачиваются одинаковые смеси (корм для начальной фазы откорма – корм для конечной фазы откорма). Благодаря управляющему компьютеру животные ежедневно получают корм, скорректированный в зависимости от возраста животных, из двух трубопроводов, при этом требуется 2 смесительные емкости [6].

Система с сенсорным кормлением базируется на электронном запросе уровня наполнения кормушки. Как только управляющий компьютер при запросе обнаруживает с помощью датчиков, что корм в кормушке отсутствует, корм автоматически подается из накопительной емкости или смешивается заново. Животные таким образом сами определяют свою потребность в корме. К концу откорма возможно также рационное кормление.

### Заключение

Жидкое кормление считается особенно эффективным при откорме свиней, ведь именно на эту категорию поголовья приходится основная затрата кормов, а это означает, что сохраняется значительный потенциал в экономии затрат за счет усовершенствования технологии кормления.

Применение систем жидкого кормления свиней предусматривает использование дешевых отходов пищевой промышленности, что влияет на полноценность и сбалансированность рационов животных и значительно снижает себестоимость конечного продукта.

Итак, среди основных преимуществ жидкого кормления нужно отметить возможность использования дешевых отходов пищевой промышленности, значительно высокий уровень поедания жидкого корма, а также более скорое достижение убойной живой массы.

#### Список использованных источников

1. Тихомиров, А. И. Повышение эффективности свиноводства на основе внедрения инновационных технологий / А. И. Тихомиров // Материалы III международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса»: сборник научных трудов. ГНУ СНИИЖК, Ставрополь. – 2014. – № 2 (7). – С. 210–215.
2. Базылев, М. В. Эффективность производства свинины на промышленной основе за счет интенсификации кормления свиней / М. В. Базылев, В. В. Букас, Е. А. Левкин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки. – 2012. – Вып. 15, ч. 1. – С. 38–44.
3. Результаты работы и перспективы развития свиноводства в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.slavgorod.by/2023/12/21/rezultaty-raboty-i-perspektivy-razvitiya-svinovodstva-v-belarusi/>. – Дата доступа: 01.07.2024.
4. Гутман, В. Н. Научно-техническое обеспечение инновационных технологий в свиноводстве в Республике Беларусь / В. Н. Гутман // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – № 2 (31). – С. 8–11.
5. Садов, В. В. Внесение жидких ингредиентов при приготовлении комбикормов / В. В. Садов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 1 (9). – С. 106–110.
6. Кузьмина, Т. Н. Тенденции развития оборудования для раздачи кормов пороссятам-отъемышам / Т. Н. Кузьмина // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 3 (27). – С. 83–90.



**Н. Г. Бакач<sup>1</sup>, Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, В. В. Никончук<sup>1</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>1</sup>,  
А. В. Астренков<sup>2</sup>, А. В. Вилькевич<sup>2</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Полесский государственный университет»  
г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СПОСОБОВ КОРМЛЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА**

*Аннотация.* Интенсивнее набирал вес карп в нагульном пруду, где в качестве корма использовались комбикорм К-111, зерно и зерноотходы. Так, средний абсолютный прирост в контрольный период составил 1299,8 г, что больше на 338,5 г, чем у карпа другого нагульного пруда, в кормлении которого использовался лишь комбикорм. По рыбопродуктивности также был лучше данный водоем – 4,42 ц/га, что больше показателя другого пруда на 2,08 ц/га. Эта разница объясняется в первую очередь грамотной посадкой рыбы в пруды, а также отличием в технологии кормления.

*Ключевые слова:* карп, кормление, растительные и добавочные рыбы, рыбопродуктивность, рыбопродукция.

**N. G. Bakach<sup>1</sup>, E. L. Zhilich<sup>1</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>1</sup>, D. V. Bernatskaya<sup>1</sup>, A. V. Astrenkov<sup>2</sup>,  
A. V. Vilkevich<sup>2</sup>, V. F. Radchikov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>UE “Polessky State University”  
Pinsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

## **THE INFLUENCE OF DIFFERENT FEEDING METHODS ON THE EFFICIENCY OF CARP CULTIVATION**

*Abstract.* Carp gained weight more intensively in the feeding pond, where K-111 compound feed, grain and grain waste were used as feed. Thus, the average absolute increase in the control period was 1299.8 g, which is 338.5 g more than that of carp from another feeding pond, in which only compound feed was used. In terms of fish productivity, this reservoir was also better – 4.42 c/ha, which is more than the indicator of another pond by 2.08 c/ha. This difference is primarily due to the competent planting of fish in ponds, as well as differences in feeding techniques.

*Keywords:* carp, feeding, herbivorous and additional fish, fish productivity, fish products.

### **Введение**

Рыбные запасы являются важным компонентом экономического и социального развития населения Беларуси. Аквакультура – значимая область сельского хозяйства, которая может обеспечить население полноценным белковым питанием [1, 2]. Поэтому кормление гидробионтов заслуживает особого внимания как перспективное направление сельского хозяйства.

Обеспечение высококачественными кормами, которые отвечают требованиям к питательным веществам выращиваемых и растущих видов рыб и оптимизируют их рост, является важным условием для повышения производительности кормления.

Рыбоводы могут выбрать одну из нескольких существующих стратегий управления кормлением в зависимости от типа используемого ими корма, их производственной системы и предпочтений. Правильный выбор технологии кормления и оптимальное использование кормов в хозяйствах имеют решающее значение для оптимизации использования кормов и минимизации производственных затрат, связанных с кормами [3]. Это в определенной степени соответствует важной задаче – внедрению в производственный процесс наилучшей технологии кормления посредством проведения сравнительного анализа кормления рыбы. Вышесказанное указывает на актуальность темы.

Карп (*Cyprinus carpio*) является ведущим видом, выращиваемым в аквакультуре как за рубежом, так и в нашей стране. В прудовых хозяйствах Республики Беларусь его доля составляет около 80 % от общего вылова [4].

Выбор подходящей технологии кормления требует глубоких знаний физиологии питания гидробионтов, целей их кормления, возраста и потребности в питательных веществах в зависимости от условий выращивания, а также биотических и абиотических условий прудов [5].

Кормление является фундаментом обмена веществ и жизни рыбы. Вещество и энергия, поступающие в организм в виде пищи, видоизменяются в пищеварительном тракте и обеспечивают все жизненные функции. Один элемент вещества и энергии применяется в выполнении функциональной деятельности, другой влияет на рост.

Для определения подходящего числа корма, содержания в нем достаточного количества питательных веществ важно изучить пищевые привычки и особенности физиологии пищеварения гидробионтов [6]. Также для оптимизации методов управления процессом кормления, необходимо знать об особенностях пищевого поведения и ритмов питания рыб: учет специфики суточных или естественных режимов кормления независимо от скорости и характера (непрерывного либо периодического) потребления корма позволит понять, как лучше организовать кормление в хозяйстве, чтобы увеличить эффективность использования кормов.

Применение современных гранулированных комбикормов на рыбоводных предприятиях требует многократной порционной раздачи, причем оптимальная частота кормления имеет обратную связь с размером выращиваемой рыбы.

В идеальных условиях рыба должна получать корм непрерывно без значительных усилий по поиску и заглатыванию. Однако выполнение этого условия сопряжено со значительными потерями корма.

Поэтому на практике рыбоводства применяют прерывистое кормление с максимально возможной частотой. Максимальная частота кормления особенно необходима в начале активного питания [7].

## Основная часть

Цель работы – проведение сравнительного анализа кормления товарной рыбы.

Исследования проведены на базе ОАО «Рыбхоз «Локтыши».

Для исследования были выбраны два нагульных пруда (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика исследуемых прудов

№	№ и наименование прудов	Площадь, га	Использование
4	Н-4	153,0	Под выращивание товарного трехлетка карпа
6	Н-6	152,0	

Нагульный пруд – крупные по площади водоемы, где рыба проходит последнюю стадию развития (нагул) с тем, чтобы достигнуть своей товарной кондиции [8].

Как видно из табл. 1, вся площадь прудов была использована под выращивание товарного трехлетка карпа.

При выращивании использовалась пастбищная технология.

По данным табл. 2 можно сделать вывод, что для более полного использования естественных пищевых ресурсов прибегают не только к посадке в один пруд рыб одного вида и разного возраста, но и рыб разных видов, различающихся по спектру питания.

Таблица 2. Вид и количество посаженного карпа

№ и наименование прудов	Вид и возраст рыбы		Посажено			
	наименование	возраст	тыс. шт.	общая масса, тонн	ср. масса, г	шт., га
Н-4	Карп	2	103,4	20,7	200,2	700
Н-6	Карп	2	57,7	22,410	388,7	600

В качестве основного объекта исследования был выбран карп. Растительные и дополнительные объекты аквакультуры:

- белый амур;
- толстолобик пестрый;
- карась серебряный;
- щука.

Добавочная посадка осуществляется так, чтобы к концу вегетационного периода как по основному объекту разведения (карпу), так и по дополнительно посаженной рыбе другого вида, рода, семейства получить товарную продукцию. Это позволяет расширить ассортимент выращиваемой продукции.

В ходе производственного опыта были изучены следующие показатели:

1. Гидрохимические и физические. Температура, °С (ГОСТ 8.157–75 01.01.1976). Для измерения температуры поверхностного слоя воды использовали поверхностный ртутный термометр, а для измерения нижнего слоя – глубинный.

Перед измерением температуры воды регистрировали температуру окружающего воздуха сухим термометром на высоте около 1 м от поверхности земли в затененном месте.

Кислородный режим, мг/л (ГОСТ 8.652–2016). Контроль концентрации кислорода в водоеме измеряли оксиметром.

Кислотность воды (рН) (ГОСТ 8.120–99 01.09.2000). Для измерения водородного показателя использовали рН – метр. Точность измерения водородного показателя с помощью рН-метра была высокая (до 0,1 единиц рН и менее).

Прозрачность, м (РД52.24.496–2005). Измерение прозрачности воды с помощью диска (доски).

2. Скорость роста объектов аквакультуры.

Абсолютный прирост (Па) – на сколько граммов выросла рыба за период (рассчитывается по формуле).

Среднесуточный прирост (Сп) рыбы определяют отношением величины абсолютного прироста к периоду, за который он получен.

Относительный прирост (По) – отношение абсолютного прироста живой массы к первоначальной массе.

Затраты корма рассчитывали за отдельный период или в целом за опыт: как отношение количества корма (или отдельных питательных веществ и энергии), внесенного в емкость, где выращивается рыба, к единице прироста массы.

Расчет рыбопродуктивности и рыбопродукции (кг/м<sup>2</sup>) по плотности посадки рыб.

3. Показатели продуктивности водоемов.

Рыбопродуктивность прудов – суммарный прирост массы рыбы, полученной с единицы площади пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы пруда и искусственных кормов.

Рыбопродукция – это общая масса рыбы, полученная с единицы пруда в течение сезона.

Параметры расчета проводились с использованием программы Microsoft Excel.

Рыбхоз «Локтыши» относится к третьей зоне рыбоводства, расположен в Ганцевичском районе Брестской области, в пойме р. Лань между д. Локтыши и д. Буга. Хозяйство введено в эксплуатацию в 1978 году. С 26 января 2009 года республиканское производственно-торговое унитарное предприятие преобразовано в открытое акционерное общество «Рыбхоз «Локтыши».

Водоснабжение прудов осуществляется из водохранилища, расположенного на р. Лань, в пределах Ганцевичского района Брестской области и Клецкого района Минской области, самоотком с помощью четырех водозаборных сооружений башенного типа. Площадь водного зеркала

при нормальном подпорном уровне составляет 1590 га, полная емкость – 50,2 млн м<sup>3</sup>, полезная емкость – 30,0 млн. м<sup>3</sup>. Наибольшая глубина здесь 4,5 метра, дно ровное, донная растительность занимает большие площади.

Сброс происходит в р. Лань. Часть воды из сбросного канала перекачивается насосной станцией в водохранилище. Годовой объем водопотребления по проекту – 121 млн м<sup>3</sup>, водоотведения – 110 тыс. м<sup>3</sup>.

Качество воды водоисточника соответствует нормативам для карповых прудов.

Во время производственного опыта была изучена динамика гидрохимических и физических показателей контрольных и опытных прудов за период с июня по сентябрь.

Температура воды имеет огромное значение для выращивания рыб, так как она влияет на все физиологические процессы, в том числе на развитие, скорость роста, жизнеспособность и продуктивность рыбы. Кроме того, температура – это один из факторов, определяющих состояние естественной кормовой базы объектов товарного рыбоводства и потребность в корме в целом [9].

Максимальная температура в исследуемых прудах приходилась на август – 25,4 °С и 25,5 °С соответственно. Температурный минимум по прудам был отмечен в сентябре: 15 °С и 14,4 °С соответственно. Во всех случаях температура находилась в пределах нормы. Количество дней с температурой 16 °С и выше отражено в табл. 3.

Таблица 3. Количество дней с температурой 16 °С и выше

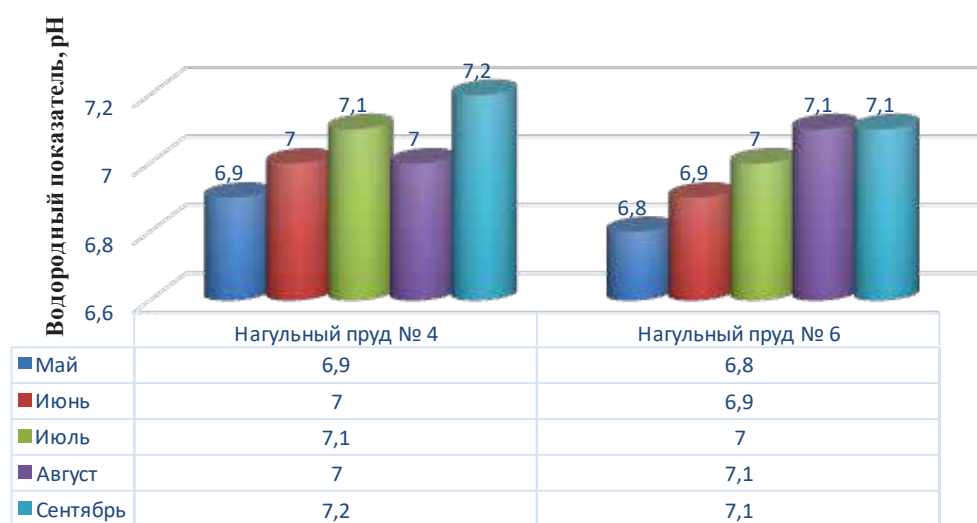
№ пруда	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Н-4	7	28	30	28	8
Н-6	9	23	20	25	6

Содержание кислорода – это еще один важный фактор, определяющий скорость роста выращиваемой рыбы, расход кормов, приходящихся на единицу прироста живого веса объектов аквакультуры и продуктивность водоемов. Следует отметить, что длительное кислородное голодание ведет к замору рыбы, что существенно ухудшает экономическую сторону хозяйственной деятельности рыбхоза [10].

Для нормальной жизнедеятельности и потребности в питании товарной рыбе необходимо содержание кислорода от 4 до 9,5 мг/л [11]. Как видно на рисунке, существенных различий между водоемами по концентрации в воде растворенного кислорода в различные месяцы не установлено.

Самое низкое значение водородного показателя было установлено в мае – 6,9 и 6,8 рН соответственно.

Максимальная прозрачность воды исследуемых прудов была в сентябре (0,9–1,2 м), а минимальное – в июле (0,3–0,5 м).



Водородный показатель исследуемых прудов

Кормление товарной рыбы в исследуемых прудах различалось. Для нагульного пруда Н-4 использовался корм К-111, зерно, а также зерноотходы (горошек, кукуруза) (табл. 4).

Наиболее благоприятным для большинства рыб является значение рН, близкое к нейтральному [12].

Для кормления товарной рыбы в пруду Н-6 использовался только комбикорм К-111 в количестве 73,084 тонны.

Таблица 4. Кормление рыбы в исследуемых прудах

Пруд	Площадь, га	Расход кормов, т			Скормлено, усл. комб., т
		К-111	Зерно	З/отх	
Н-4	153	56,105	13,400	140,700	210,200
Н-6	152	73,084	–	–	73,000

В нагульном пруду Н-4 зерно и зерноотходы начали применять в августе-сентябре. До августа рыба должна получать комбикорм. В дальнейшем цельное зерно постепенно подмешивалось к комбикуорму с тем расчетом, чтобы рыба поедала в первую очередь комбикорм, а зерно при этом набухало. Зерном сначала заменили 1/4 суточной нормы комбикорма, затем его долю постепенно увеличивали.

Пшеница в чистом виде, прежде всего как носитель энергии углеводов, является среди злаковых одним из наиболее питательных и употребительных компонентов комбикормов. Ее белки дефицитны по лизину и метионину. Основная лимитирующая аминокислота – лизин, т. е. белки пшеницы способны удовлетворить лишь 1/3 потребности рыб в лизине. При дефиците лизина остальные аминокислоты расходуются непродуктивно и используются в энергетическом обмене. На долю углеводов приходится около 65–82 %.

Имеет сравнительно небольшое количество труднопереваримых некрахмалистых полисахаридов (около 9 %). Среди них на  $\alpha$ -глюканы приходится 0,8 %, пентозаны (арабаны и ксиланы) – 5,4 %, гексозаны – 0,8 %, пектины – 0,4 %, целлюлозу – 1,6 %.

Цельное зерно пшеницы карп поедает охотно. В прудах при хорошо развитой естественной кормовой базе он хорошо растет при кормлении зерном. Затраты пшеницы в случае слабой обеспеченности карпов естественной пищей составляют 3,0–3,5 кг на 1 кг прироста массы рыб, при хорошей – 1,8–2,5 кг.

Во время производственного опыта в исследуемых водоемах были рассчитаны скорость роста товарного карпа.

Рассчитанные показатели, характеризующие скорость роста рыбы, представлены в табл. 5.

Таблица 5. Итоговые показатели по скорости роста исследуемых объектов аквакультуры

№ пруда	Абсолютный прирост ( $P_a$ ), г	Среднесуточный прирост ( $C_n$ ), %	Относительный прирост ( $P_o$ ), г	Затраты корма, кг
Н-4	1299,8	1,53	6,49	3,030
Н-6	961,3	1,53	2,47	1,361

Сравнивая полученные результаты можно сказать, что применение зерна и зерноотходов в технологии кормления товарного карпа эффективно. Абсолютный прирост карпа в нагульном пруду Н-4 составил 1299,8 г, что на 338,8 г больше, чем в другом нагульном пруду с иной технологией кормления.

Таким образом, по абсолютному, среднесуточному и относительному приросту более низкие показатели характерны для пруда Н-6, в котором питание рыбы было ограничено кормом.

При изучении скорости роста двухгодичного карпа установлено, что независимо от водоема интенсивнее рос и соответственно меньше тратил корма на единицу прироста живой массы карп, кормящийся добавками в виде зерна и зерноотходов, помимо корма.

На следующем этапе производственного опыта рассчитывались рыбопродуктивность и рыбопродукция водоемов. Исходные данные по продуктивности исследуемых прудов приведены в табл. 6.

Таблица 6. Исходные данные по продуктивности прудов

№ пруда	Площади исследуемого пруда, га	Ср навеска выловленного карпа г	Масса выловленного карпа, кг	Посадочный вес рыбы с учетом отхода, кг
Н-4	153	1500,0	69364	1656
Н-6	152	1350,0	53606	17928

Результаты расчетов сведены в табл. 7.

Таблица 7. Итоговые показатели по продуктивности водоемов

№ пруда	Рыбопродуктивность ( $P_p$ ), ц/га	Рыбопродукция (G), ц/га
Н-4	4,42	4,53
Н-6	2,34	3,52

Как видно из табл. 7, рыбопродуктивность пруда Н-4 больше показателя пруда Н-4 на 2,08 ц/га. Разница по рыбопродукции составила 1,01 ц/га.

### Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. ОАО «Рыбхоз «Локтыши» – это рыбководческое предприятие, которое специализируется на поликультуре, в составе которой преобладает карп и растительоядные рыбы. В качестве добавочных видов рыб выступает щука, карась серебряный, толстолобик.

2. Все гидрохимические и физические показатели воды рыбководных водоемов соответствуют нормам. Максимальная температура в исследуемых прудах приходилась на август – 25,4 °С и 25,5 °С соответственно. Температурный минимум по прудам был отмечен в сентябре: 15 °С и 14,4 °С соответственно. Во всех случаях температура находилась в пределах нормы.

Максимальное значение растворенного в воде кислорода установлено в сентябре – 8,0 мг/л.

Самое низкое значение водородного показателя было установлено в мае – 6,9 и 6,8 рН соответственно.

Максимальная прозрачность воды исследуемых прудов была в сентябре (0,9–1,2 м), а минимальная – в июле (0,3–0,5 м).

3. Интенсивнее набирал вес карп в нагульном пруду Н-4, где в качестве корма использовались комбикорм К-111, зерно и зерноотходы. Так, средний абсолютный прирост в контрольный период составил 1299,8 г, что больше на 338,5 г, чем у карпа другого нагульного пруда, в кормлении которого использовался лишь комбикорм.

4. По рыбопродуктивности также был лучше водоем Н-4 – 4,42 ц/га, что больше показателя другого пруда на 2,08 ц/га. Эта разница объясняется в первую очередь грамотной посадкой рыбы в пруды, а также отличием в технологии кормления.

### Список использованных источников

1. Агеец, В. Ю. Состояние рыбной отрасли Беларуси в 2018 году и перспективы ее развития на 2019–2020 годы / В. Ю. Агеец, В. Г. Костоусов // *Вопр. рыбного хоз-ва Беларуси: сб. науч. тр.* – 2019. – Вып. 35. – С. 8–26.
2. Брудастова, М. А. Выращивание рыбопосадочного материала и товарной рыбы / М. А. Брудастова, Р. И. Вишнякова. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 64 с.
3. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
4. Астренков, А. В. Рациональное кормление товарного карпа в рыбхозах Беларуси / А. В. Астренков // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования науки и кадров, Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».* – Горки, 2010. – Вып. 13, Ч. 1 / [редкол.: А. П. Курдеко (гл. редактор) и др.]. – С. 57–64.
5. Скляр, В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В. Я. Скляр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
6. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/cb4640ru/cb4640ru.pdf>. – Дата доступа: 15.05.2023.

7. Желтов, Ю. А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах / Ю. А. Желтов, А. А. Алексеенко. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 169 с.
8. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – СПб.: «Лань», 2011. – 560 с.
9. Шмакова, З. И. Биопродукционная характеристика выростных прудов при направленном воздействии на естественную кормовую базу рыб / З. И. Шмакова // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М.: Компания Спутник+, 2005. – С. 74–87.
10. Шмакова, З. И. Выращивание сеголеток белого амура в поликультуре при направленном формировании кормовой базы выростных прудов / З. И. Шмакова // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 20–28.
11. Шмакова, З. И. Биопродукционная характеристика выростных прудов при направленном воздействии на естественную кормовую базу рыб / З. И. Шмакова // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М.: Компания Спутник+, 2005. – С. 74–87.
12. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.

**Н. Г. Бакач<sup>1</sup>, В. В. Никончук<sup>1</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>1</sup>, А. Н. Кот<sup>2</sup>,  
В. Ф. Радчиков<sup>2</sup>, И. С. Серяков<sup>3</sup>, В. И. Петров<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КОБАЛЬТА В ОРГАНИЧЕСКОЙ ФОРМЕ**

*Аннотация.* Использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3–6 месяцев уксуснокислого кобальта в составе комбикормов не оказало значительного влияния на процессы рубцового пищеварения. Все показатели находились в пределах физиологических норм. У животных опытной группы отмечена тенденция снижения содержания аммиака в рубцовой жидкости на 4,1%, повышения среднесуточного прироста живой массы на 3,1 %.

Повышение продуктивности положительно повлияло на эффективность трансформации питательных веществ рациона в продукцию. Так, затраты корма на продукцию снизились на 2,8 %.

*Ключевые слова:* бычки, травяные корма, рационы, концентрированные корма, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, продуктивность.

**N. G. Bakach<sup>1</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>1</sup>, D. V. Bernatskaya<sup>1</sup>, A. N. Kot<sup>2</sup>,  
V. F. Radchikov<sup>2</sup>, I. S. Seryakov<sup>3</sup>, V. I. Petrov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>3</sup>UE “Belarusian State Agricultural Academy”  
Gorki, Republic of Belarus

## **THE EFFECTIVENESS OF FEEDING COBALT TO YOUNG CATTLE IN AN ORGANIC THE FORM**

*Abstract.* The use of cobalt acetic acid in the composition of compound feeds in the feeding of young cattle aged 3–6 months did not have a significant effect on the processes of scarring. All indicators were within the limits of physiological norms. In the animals of the experimental group, there was a tendency to reduce the ammonia content in the scar fluid by 4.1 %, increase the average daily body weight gain by 3.1 %. Increased productivity had a positive effect on the efficiency of the transformation of nutrients in the diet into products. Thus, feed costs for products decreased by 2.8 %.

*Keywords:* gobies, herbal feeds, diets, concentrated feeds, hematological parameters, scar digestion, productivity.

### **Введение**

Одной из основных задач, стоящих перед сельскохозяйственными предприятиями, является повышение эффективности и объемов производства продукции животноводства [1, 2]. Продуктивность животных на 60–70 % зависит от качества и полноценности кормления. Чем выше продуктивность животных, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [3–5].



На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания [6, 7].

Действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, биологически активные вещества способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в вещества тела и продукцию. Причем с ростом продуктивности в организме животных происходит интенсификация обменных процессов, на которые большое влияние оказывают микроэлементы, так как являются активными их участниками. В результате более эффективного использования питательных веществ рациона производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [8].

Функция минеральных веществ в организме разнообразна и важна в биохимии питания животных. Наряду со специфическими функциями большую роль минеральные вещества играют в утилизации белка и углеводов, в поддержании осмотического давления, буферной емкости жидкостей и тканей организма, нервного и мышечного возбуждения, регуляций каталитических процессов, проявлении иммунобиологической реактивности организма. Недостаток минеральных веществ в рационе отрицательно сказывается на степени минерализации скелета, здоровье и продолжительности жизни животного, воспроизводительных функциях [9, 10].

По количественному содержанию в живом веществе минеральные элементы делятся на три категории: макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы. В организме нет ни одного важного биохимического процесса, в котором не принимали бы участие эти минеральные элементы. Развитие энзимологии, эндокринологии, витаминологии позволило обнаружить постоянное присутствие макро- и микроэлементов в сложных органических соединениях, обладающих ферментативной, витаминной или гормональной функцией [11, 12].

Дефицит нормируемых минеральных веществ приводит к снижению продуктивности животных и возникновению ряда эндемических заболеваний.

По-видимому, только часть биогенных металлов, содержащихся в кормах рациона, может вступить в доступные для организма комплексные соединения. Это связано с тем, как считают авторы, что при всасывании в кишечнике жвачных идет постоянная конкуренция между химическими элементами за лиганд. Поэтому использование различных биогенных металлов может резко падать в зависимости от содержания и соотношения в рационе органических хелатообразователей [13–15].

## Основная часть

Цель работы – изучить закономерности протекания пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота и обмена веществ в организме при скармливании различных видов микроэлементов.

Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Изучали протекание пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота и обмена веществ в организме при скармливании различных видов микроэлементов на молодняке крупного рогатого скота в возрасте 3–6 месяцев. Для выполнения поставленной цели методом пар-аналогов были подобраны две группы клинически здоровых животных с учетом живой массы, возраста, упитанности и продуктивности.

Кормление проводилось в соответствии с нормами кормления.

В контрольной группе в составе концентрированных кормов скармливалась соль сернокислого кобальта, а в опытной – уксуснокислого (табл. 1).

Соли кобальта вводились из расчета 1 мг на 1 кг концентратов.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I опытная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм) + сернокислый кобальт (1 мг/кг комбикорма)
II опытная	3	30	ОР + уксуснокислый кобальт (1 мг/кг комбикорма)

В опытах определялись следующие показатели: поедаемость кормов, интенсивность роста и уровень среднесуточных приростов животных, эффективность использования кормов на получение прироста.

Для определения питательности рационов были отобраны и проанализированы корма, используемые для кормления подопытных животных. В лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» определялся химический состав кормов, используемых в опытах по схеме общего зоотехнического анализа. Отбор проб проведен по ГОСТ 27262–87.

В кормах определялись: первоначальная, гигроскопичная и общая влага, массовая доля сырого протеина, массовая доля сырой клетчатки, массовая доля сырой золы, БЭВ.

Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2–2,5 часа после утреннего кормления и отфильтрованного через четыре слоя марли.

В жидкой части рубцового содержимого определяли следующие показатели: концентрацию ионов водорода (рН), общий азот, концентрацию аммиака, общее количество ЛЖК.

Кровь для анализа, отбиралась в утренние часы до начала кормления, стабилизировалась трилоном-Б (2,0–2,5 ед./мл). Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора «Accent 200», гематологические показатели на анализаторе «URIT-3000Vet Plus».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Исследованиями установлено, что животные опытных групп получали рацион, состоящий из силоса кукурузного и комбикорма.

В составе комбикорма в контрольной группе животные получали сернокислый кобальт, а в опытной – уксуснокислый.

Силос животные получали вволю. В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 44 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 56 %. Концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление кукурузного силоса в обеих группах находилось на одном уровне.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 4,1 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,2 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 10,9 %. Количество клетчатки в сухом веществе составило 24,2 %.

Как показали исследования, рубцовое пищеварение у животных опытных групп несколько отличалось (табл. 2).

У животных, которые получали комбикорм с добавлением соли кобальта, содержание аммиака снизилось на 4,2 %. В то же время в опытной группе уровень летучих жирных кислот увеличился на 3,0 %. Снижение уровня аммиака может свидетельствовать о том, что интенсивность синтеза микробного белка увеличилась.

Таблица 2. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа	
	I	II
рН	6,5 ± 0,17	6,68 ± 0,10
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,17 ± 0,26	10,47 ± 0,35
Азот общий, мг/100 мл	119 ± 2,52	119,3 ± 3,48
Аммиак, мг/100 мл	17,23 ± 0,16	16,52 ± 0,59

Однако, несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Для изучения физиологического состояния подопытных бычков были отобраны и исследованы образцы крови. По результатам исследования гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (табл. 3).

Таблица 3. Гематологические показатели подопытных животных

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	$7,2 \pm 0,16$	$7,37 \pm 0,29$
Гемоглобин, г/л	$108,67 \pm 3,18$	$111 \pm 3,22$
Общий белок, г/л	$73,4 \pm 2,14$	$74,2 \pm 2,38$
Глюкоза, ммоль/л	$2,82 \pm 0,11$	$2,77 \pm 0,04$
Мочевина, ммоль/л	$4,14 \pm 0,23$	$4,06 \pm 0,16$
Кальций, ммоль/л	$2,9 \pm 0,11$	$2,94 \pm 0,05$
Фосфор, ммоль/л	$1,59 \pm 0,05$	$1,61 \pm 0,06$

Скармливание комбикорма с включением соли кобальта не оказало значительного влияния на состав крови животных. У бычков опытной группы отмечено повышение содержания эритроцитов на 2,4, гемоглобина – на 2,1, общего белка – на 1,1, кальция и фосфора – на 1,4 и 1,3 % соответственно. В то же время уровень глюкозы снизился на 1,8 %, мочевины – на 1,9 %. Однако отмеченные различия недостоверны.

Скармливание солей кобальта в составе рациона бычков в возрасте 5–6 месяцев позволило повысить энергию роста и эффективность использования питательных веществ рациона (табл. 4).

Таблица 4. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	$144 \pm 1,7$	$143,7 \pm 2,9$
в конце опыта	$166 \pm 2,3$	$166,3 \pm 3,5$
Валовой прирост, кг	$22 \pm 0,6$	$22,7 \pm 0,9$
Среднесуточный прирост, г	$733 \pm 19,3$	$756 \pm 29,4$
% к контролю	100	103,1
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,73	5,57
% к контролю	100	97,2

Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 756 г в сутки, что на 3,1 % выше, чем в I группе. Затраты кормов в этой группе были ниже, чем в первой, на 2,8 % и составили 5,57 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 5,73 корм. ед.

### Заключение

Использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3–6 месяцев уксуснокислого кобальта в составе комбикормов не оказало значительного влияния на процессы рубцового пищеварения. Все показатели находились в пределах физиологических норм. У животных опытной группы отмечена тенденция снижения содержания аммиака в рубцовой жидкости на 4,1 %, повышения среднесуточного прироста живой массы на 3,1 %.

Повышение продуктивности положительно повлияло на эффективность трансформации питательных веществ рациона в продукцию. Так, затраты корма на продукцию снизились на 2,8 %.

## Список использованных источников

1. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 16–22.
2. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 172–177.
3. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 247–252.
4. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
5. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.
6. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
7. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.
8. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пиллюк, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.
9. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.
10. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 19–20 декабря 2019 г. – Минск: Беларуская навука, 2019. – С. 210–215.
11. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.
12. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.
13. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.
14. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.
15. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.

**Н. Г. Бакач<sup>1</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>1</sup>, И. В. Богданович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ТЕЛЯТАМ В ВОЗРАСТЕ 10–65 ДНЕЙ**

*Аннотация.* Результаты, полученные в ходе проведения производственной проверки по установлению зависимости продуктивности и физиологического состояния телят от скармливания зерна в цельном и дробленном виде, чтобы обеспечить выращивание здоровых животных с высокой резистентностью организма, подтвердили сделанные ранее выводы о возможности эффективного использования в рационах телят цельного и дробленного зерна кукурузы в составе комбикормов в соотношении 70:30 %.

Установлено, что скармливание комбикорма с включением 30 % цельного зерна кукурузы телятам в возрасте 10–65 дней, позволило получить среднесуточный прирост в количестве 725 г, что выше на 6,3 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленного зерна кукурузы в состав комбикорма для телят способствовало увеличению среднесуточного прироста на 2,9 % (702 г), позволило снизить стоимость рациона за сутки на 2,2 и 4,5 % при увеличении прироста на 6,3 и 2,9 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 8,0 и 7,1 %.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, зерно кукурузы, рационы, продуктивность, эффективность.

**N. G. Bakach<sup>1</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>1</sup>, I. V. Bogdanovich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

## **THE EFFECTIVENESS OF FEEDING CORN GRAINS TO CALVES AGED 10–65 DAYS**

*Abstract.* The results obtained during the production inspection to establish the dependence of productivity and physiological state of calves on feeding grain in whole and crushed form, ensuring the cultivation of healthy animals with high body resistance, confirmed the previously made conclusions about the possibility of effective use of whole and crushed corn grains in the diets of calves as part of compound feeds in a ratio of 70:30 %.

It was found that feeding compound feed with the inclusion of 30 % whole grain corn to calves aged 10–65 days allowed to obtain an average daily increase of 725 g, which is 6.3 % higher compared to the control group. The inclusion of crushed corn grains in the composition of compound feed for calves contributed to an increase in the average daily increase by 2.9 % (702 g). It allowed to reduce the cost of the diet per day by 2.2 and 4.5 %, with an increase in growth by 6.3 and 2.9 %, which led to a decrease in the cost of growth by 8.0 and 7.1 %.

*Keywords:* young cattle, corn grain, diets, productivity, efficiency.

### **Введение**

Успех выращивания здорового, хорошо развитого молодняка крупного рогатого скота от рождения до 6 месяцев во многом зависит от организации полноценного кормления, создания комфортных условий содержания и использования более перспективных и эффективных технологий в кормопроизводстве [1–3].

При выращивании молодняка основная задача заключается в том, чтобы получить здоровых телят с хорошо развитым сложным желудком [4–6]. Интенсивный рост и развитие молодняка являются важнейшим условием высокоинтенсивного молочного скотоводства. Технология выращивания телят связана с особенностями развития желудочно-кишечного тракта. Первые шесть месяцев жизни телят отличаются наибольшей интенсивностью их роста. Вместе с тем это период становления рубцового пищеварения [7–9].

В переходный период развиваются преджелудки и другие пищеварительные органы. Приучение телят в молочном и переходном периодах к растительным кормам стимулирует развитие преджелудков. По мере роста телят в преджелудках увеличивается переваривание корма, приближаясь к уровню взрослых животных [10–12].

Развитие сосочков рубца телят молочного периода зависит от типа кормления. Кормление телят ограниченным количеством цельного молока и включение в их рацион с 4-дневного возраста комбикорма. Раннее включение в рацион телят зерновых концентратов положительно влияет на ускорение развития рубца. Именно эти сухие корма в отличие от жидких молочных (молока и его заменителей) лучше всего стимулируют развитие ворсинок (сосочков), т. е. абсорбирующей поверхности рубца, и ускоряют развитие преджелудочного пищеварения. При большем потреблении престартерного комбикорма интенсивнее развивается способность телят к усвоению питательных веществ в сложном желудке [13–15].

В связи с этим технология выращивания телят должна строго соответствовать биологическим особенностям изменения параметров интерьера и экстерьера животного. Соблюдение этих требований создаст предпосылки для формирования нужного типа телосложения животного и направления их продуктивности.

### Основная часть

Цель работы – установление зависимости развития пищеварительной системы телят от количества и вида скармливаемого цельного и дробленого зерна в молочный период.

Для апробации результатов исследований, полученных в научно-хозяйственных опытах, были проведены производственные проверки на молодняке крупного рогатого скота в возрасте от 10 дней до 180. Исследования проведены на одних и тех же животных с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов.

Первая производственная проверка проведена на молодняке крупного рогатого скота молочного периода выращивания – телята в возрасте 10–65 дней. Для проведения исследований были сформированы по принципу пар-аналогов три группы клинически здоровых животных по 50 голов в каждой со средней живой массой 41,9–42,2 кг с учетом возраста, живой массы (табл. 1).

Таблица 1. Схема производственной проверки на молодняке крупного рогатого скота 10–65 дней

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	42,2	50	55	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено + комбикорм КР-1
II опытная	42,2	50	55	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1 и 30 % цельного зерна кукурузы
III опытная	41,9	50	55	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1 и 30 % дробленого зерна кукурузы

Основной рацион животных, отобранных для проведения апробации результатов исследований, составлен в соответствии с набором кормов, имеющихся в хозяйстве и используемых в кормлении согласно технологии. Производственные проверки основаны на наилучших результатах, полученных в научно-хозяйственных исследованиях.

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм КР-1, а аналогам опытных групп – комбикорм КР-1 с включе-

нием зерна кукурузы (II группа – цельное, III – дробленое) в соотношении 70:30 %. К поеданию комбикорма телят начинали приучать с 10-дневного возраста.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

- химический состав кормов путем исследования их образцов, с определением первоначальной, гигроскопической и общей влаги – в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов;

- поедаемость кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путем взвешивания заданных кормов и несъеденных остатков;

- контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов – путем взятия крови у телят из яремной вены, через 2,5–3 часа после утреннего кормления в конце опытов, при исследовании ее показателей:

- морфологический состав – эритроциты, лейкоциты и гемоглобин прибором URIT-300 (в цельной крови),

- биохимический состав сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, Са, Р – прибором ACCENT-200;

- переваримость и использование питательных веществ рационов – путем проведения физиологических исследований для определения разницы между поступившими с кормом веществами и выделенными с продуктами выделения;

- показатели рубцового пищеварения – путем взятия рубцовой жидкости с определением величин – рН, общий азот, аммиак, общее количество летучих жирных кислот;

- интенсивность роста – путем индивидуального взвешивания телят в начале и в конце опыта;

- экономическая эффективность – определением по следующим показателям: себестоимость и затраты кормов на производство продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента.

Введение цельного зерна кукурузы в количестве 30 % по массе в состав комбикорма для телят в возрасте 10–75 дней способствовало повышению его питательности на 4,2 %, энергетической ценности на 3,4 % к контрольному значению, дробленого – 3,4 и 1,04 %.

При изучении эффективности скармливания опытных комбикормов с включением цельного и дробленого зерна кукурузы телятам молочного периода выращивания проведены контрольные кормления, в результате чего установлено, что поедаемость кормов телятами за период исследований между группами оказалась практически одинаковой.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что в суточных рационах телят подопытных групп содержалось 2,51–2,56 корм. ед., а концентрация в сухом веществе – на уровне 1,73–1,82 кормовой единицы. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона подопытных животных составила 14,8–15,1 МДж. В расчете на 1 МДж обменной энергии телята контрольной группы потребили 13,5 г переваримого протеина, молодняк II и III опытных групп – 12,5 и 12,8 г.

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 16,82 % в контрольном рационе, 17,48 и 17,43 г – во II и III опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 4,8 %, в опытных – 4,2 и 4,1 %. Содержание сахара в сухом веществе в контрольной группе составило 22,07 %, в опытных – 22,95 и 22,43 %.

У трех подопытных животных из каждой группы отобраны образцы крови, для контроля за физиологическим состоянием телят. Изучаемые показатели крови представлены в табл. 2.

В результате исследований определено, что насыщенность крови дыхательным пигментом – гемоглобином – у опытного молодняка II и III групп оказалась выше контрольных аналогов на 4,3 и 3,7 %, что свидетельствует об интенсивности обмена веществ. В крови животных II и III опытных групп отмечен рост содержания общего белка на 6,9 и 2,2 % по отношению к контрольному значению.

Таблица 2. Морфобиохимический состав крови телят в возрасте 60 дней

Показатель	Группа животных		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,53 \pm 0,36$	$5,97 \pm 0,17$	$5,89 \pm 0,13$
Гемоглобин, г/л	$116,67 \pm 3,29$	$121,67 \pm 3,29$	$121 \pm 2,08$
Лейкоциты, $10^9/л$	$8,97 \pm 2,0$	$7,5 \pm 0,46$	$10,1 \pm 1,61$
Общий белок, г/л	$61,07 \pm 1,09$	$65,3 \pm 1,32$	$62,4 \pm 1,10$
Глюкоза, ммоль/л	$3,57 \pm 0,18$	$3,63 \pm 0,20$	$3,6 \pm 0,12$
Мочевина, ммоль/л	$4,99 \pm 0,16$	$4,85 \pm 0,32$	$5,0 \pm 0,41$
Кальций, ммоль/л	$2,74 \pm 0,08$	$2,7 \pm 0,10$	$2,7 \pm 0,08$
Фосфор, ммоль/л	$2,05 \pm 0,055$	$2,02 \pm 0,08$	$2,03 \pm 0,055$

На основании результатов исследований крови животных контрольной и опытных групп не отмечено существенной разницы между показателями (в пределах физиологических норм с незначительными колебаниями), что позволяет судить о безвредном действии замены части комбикорма на зерно в цельном и дробленном виде на организм животных.

Изучение динамики роста подопытных животных показало, что скармливание комбикорма с вводом цельного и дробленного зерна кукурузы в количестве 30 % по массе определенным образом отразилось на их продуктивности (табл. 3).

Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса, кг:			
в начале опыта	$42,2 \pm 0,6$	$42,2 \pm 0,5$	$41,9 \pm 0,7$
в конце опыта	$79,7 \pm 1,8$	$82,1 \pm 2,4$	$80,6 \pm 1,6$
Валовой прирост, кг	$37,5 \pm 1,2$	$39,9 \pm 2,0$	$38,7 \pm 1,3$
Среднесуточный прирост за опыт, г	$682,0 \pm 22,4$	$725,0 \pm 24,5$	$702,0 \pm 35,6$
% к контролю	100,0	106,3	102,9

Использование цельного и дробленного зерна в составе опытных комбикормов для молодняка молочного периода выращивания позволило получить среднесуточный прирост живой массы телят на уровне 682–725 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие цельное зерно кукурузы в количестве 30 % от массы комбикорма (II группа).

Скармливание комбикорма с включением 30 % цельного зерна кукурузы молодняку II опытной группы, позволило получить среднесуточный прирост в количестве 725 г, что выше на 6,3 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленного зерна кукурузы в состав комбикорма для телят III опытной группы способствовало увеличению среднесуточного прироста на 2,9 % (702 г).

Расчет экономической эффективности скармливания комбикормов молодняку крупного рогатого скота молочного периода с разным вводом цельного зерна кукурузы по массе представлен в табл. 4.

Таблица 4. Экономическая эффективность скармливания телятам комбикормов с включением цельного и дробленного зерна кукурузы

Показатель	Группа		
	I	II	III
Стоимость цельного зерна кукурузы, руб./кг	–	0,5	0,5
Стоимость комбикорма, руб./кг	1,6	1,27	1,27
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,68	3,50	3,65



Показатель	Группа		
	I	II	III
Стоимость рациона за сутки, руб./гол.	5,37	5,25	5,13
Прирост живой массы за период опыта, кг	37,5	39,9	38,7
Стоимость 1 корм. ед., руб.	2,14	2,07	2,0
Стоимость кормов за период опыта, руб.	295,4	288,8	282,2
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	7,87	7,24	7,31
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	12,65	11,64	11,75

На основании результатов проведенных исследований установлено, что скармливание телятам в возрасте 10–65 дней цельного и дробленого зерна в составе опытных комбикормов для молодняка молочного периода выращивания повлияло на снижение стоимости их рациона, что привело к снижению себестоимости прироста на 8,0 и 7,1 %.

Таким образом, скармливание комбикормов с вводом цельного и дробленого зерна кукурузы в количестве 30 % телятам в возрасте 10–65 дней является экономически целесообразным, позволило снизить стоимость рациона за сутки на 2,6 и 4,5 % при увеличении прироста на 6,3 и 2,9 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 8,1 и 7,3 %.

### Заключение

Установлено, что скармливание комбикорма с включением 30% цельного зерна кукурузы телятам в возрасте 10–65 дней позволило получить среднесуточный прирост в количестве 725 г, что выше на 6,3 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленого зерна кукурузы в состав комбикорма для телят способствовало увеличению среднесуточного прироста на 2,9 % (702 г). Позволило снизить стоимость рациона за сутки на 2,2 и 4,5 % при увеличении прироста на 6,3 и 2,9 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 8,0 и 7,1 %.

### Список использованных источников

1. Сушеная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, (Гродно, 18 мая 2018 года). Зоотехния. Ветеринария. – Гродно: Гродненский ГАУ, 2018. – С. 161–163.
2. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 123–130.
3. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин, О. Ф. [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17 –1. – С. 114–123.
4. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков., И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.] // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
5. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246.
6. Радчиков, В. Повышение эффективности использования зерна / В. Радчиков // Комбикорма. – 2003. – № 7. – С. 30
7. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С.21.
8. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.

9. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // *Агропанорама*. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
10. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // *Аграрно-пищевые инновации*. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
11. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – Жодино, 2003. – С. 72.
12. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
13. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // *Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины*. – Жодино, 2017. – С. – 118.
14. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
15. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины»*. – Витебск, 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205–206.

**Н. Г. Бакач<sup>1</sup>, В. В. Никончук<sup>1</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>2</sup>, Т. Л. Сапсалёва<sup>2</sup>,  
И. В. Богданович<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЬНОГО И ДРОБЛЕННОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЕЛЯТ**

*Аннотация.* В данной статье приведены материалы по установлению зависимости развития пищеварительной системы телят от количества и вида скармливаемого цельного и дробленого зерна в молочный период, оказывающее положительное влияние на потребление кормов, интенсивности роста животных, при снижении затрат кормов и себестоимости продукции. На основании результатов исследований установлено, что скармливание комбикормов с вводом цельного и дробленого зерна кукурузы в количестве 30 % телятам в возрасте 66–115 дней позволило за период исследований получить от молодняка прирост живой массы в сутки 860 и 844 г или на 6,2 и 4,2 % выше контроля, при снижении стоимости кормов на 1 кг прироста на 6,2 и 5,5 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 6,3 и 5,7 %.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, зерно кукурузы, рационы, продуктивность, эффективность.

**N. G. Bakach<sup>1</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>1</sup>, V. F. Radchikov<sup>2</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>2</sup>, I. V. Bogdanovich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

## **THE EFFECT OF WHOLE AND CRUSHED CORN GRAINS IN THE COMPOSITION OF COMPOUND FEED ON THE PRODUCTIVITY OF CALVES**

*Abstract.* This article contains materials on establishing the dependence of the development of the digestive system of calves on the amount and type of whole and crushed grain fed during the pre-weaning period, which has a positive effect on feed consumption, intensity of animal growth, while reducing feed costs and production costs. The research showed that feeding mixed fodders containing whole and crushed corn grain in the amount of 30 % to calves at the age of 66–115 days made it possible for the period of research to obtain a daily live weight gain of 860 and 844 g or 6.2 and 4.2 % higher than in the control group, with a decrease in the cost of feed per 1 kg of gain by 6.2 and 5.5 %, which led to a decrease in the cost of gain by 6.3 and 5.7 %.

*Keywords:* young cattle, corn grain, diets, productivity, efficiency.

### **Введение**

Выращивание телят и получение в перспективе высокопродуктивного скота зависит от множества факторов: наследственных особенностей, уровня и качества кормления, способов содержания, параметров микроклимата, системы охраны здоровья и др. [1–3].

При выращивании молодняка основная задача заключается в том, чтобы получить здоровых телят с хорошо развитым сложным желудком. Телята должны кормиться с раннего возраста таким образом, чтобы, когда станут взрослыми животными, могли потреблять больше объемистых кормов и обеспечивать высокую продуктивность [4–6].

Основная цель кормления молодняка состоит в том, чтобы, используя возрастные закономерности роста и формирования мышечной, жировой и костной тканей, получать максимальную продуктивность и высокое качество говядины при экономном расходовании кормов на единицу продукции [7–10].

Рубец у телят развивается в двух направлениях – это развитие объема и развитие ворсинок. На развитие объема влияет скармливание телятам сена. При этом увеличивается масса рубца и развиваются его мышцы. На развитие стенок (ворсинок) рубца влияет зерно [11, 12]. Важно не только увеличить объем рубца, но, в первую очередь, необходимо оптимальным образом развить его слизистую оболочку. Чем раньше начнет развиваться рубец, тем выше продуктивность взрослого животного. Поэтому необходимо добиться быстрого развития рубца с целенаправленной стимуляцией роста слизистой и увеличения площади всасывающей поверхности [13].

В связи с этим проведение комплексных исследований по разработке эффективности кормления телят с использованием цельного и дробленого зерна, установление зависимости развития пищеварительной системы телят от количества скармливаемого цельного и дробленого зерна в молочный период, обеспечивающей нормальное протекание процессов пищеварения, высокую продуктивность животных в послемолочный период, является актуальной проблемой, имеющей научную и практическую значимость [14, 15].

### Основная часть

Цель работы – установление зависимости развития пищеварительной системы телят от количества и вида скармливаемого цельного и дробленого зерна в молочный период.

Для определения влияния использования цельного и дробленого зерна на продуктивность и физиологическое состояние подопытных телят в возрасте 66–115 дней, изучение зоотехнической и экономической эффективности выращивания животных, проведена производственная проверка наилучшей дозировки ввода зерна кукурузы в цельном и дробленном виде в комбикорма КР-2. Апробация результатов исследований проведена в условиях ГП «ЖодиноАгро-ПлемЭлита» на 3-х группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 66–115 дней, по 50 голов в каждой, средней живой массой 79,7–82,1 кг (табл. 1).

Таблица 1. Схема производственных испытаний эффективности использования цельного и дробленого зерна в рационах молодняка крупного рогатого скота

Группа	Живая масса	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	79,7	50	50	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, силосно-сенажная смесь + комбикорм КР-1, КР-2
II опытная	82,1	50	50	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1, КР-2 и 30 % цельного зерна кукурузы
III опытная	80,5	50	50	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1, КР-2 и 30 % дробленого зерна кукурузы

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм КР-1, КР-2, а аналогам опытных групп – комбикорм КР-1, КР-2 с включением зерна кукурузы (II группа – цельное, III – дробленое) в соотношении 70:30 %.

В ходе исследований изучены следующие показатели: химический состав, питательность и поедаемость кормов, морфобиохимический состав крови, интенсивность роста животных, экономическая эффективность выращивания телят.

Введение цельного зерна кукурузы в количестве 30 % по массе в состав комбикорма для телят в возрасте 66–115 дней способствовало повышению его питательности на 5,2 %, энергетической ценности на 5,6 % к контрольному значению, дробленого – 3,5 и 2,9 % (табл. 2).

Проведены контрольные кормления, в результате чего установлено, что поедаемость кормов телятами за период исследований между группами оказалась практически одинаковой.

Таблица 2. Состав и питательность комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота старше 75 дневного возраста

Компоненты	Единица измерения	Контрольный	Опытные	
		I	II	III
Комбикорм КР-2	%	100	70	70
Зерно кукурузы цельное	%	–	30	–
Зерно кукурузы дробленое	%	–	–	30
В 1 кг содержится:				
Кормовых единиц	–	1,15	1,21	1,19
Обменной энергии	МДж	10,78	11,39	11,09
Сухого вещества	кг	878,0	872,3	873,5
Сырого протеина	г	103,2	99,4	99,2
Переваримого протеина	г	118,7	105,0	108,6
Сырого жира,	г	34,9	35,7	35,8
Сырой клетчатки	г	27,2	25,0	24,8
Крахмала	г	394,7	444,3	444,2
Сахара	г	26,1	24,3	27,6
Кальция	г	4,7	3,4	3,6
Фосфора	г	3,1	3,0	3,4
Меди	г	5,7	5,8	4,9
Цинка	г	41,0	34,6	38,0
Магния	г	1,8	1,7	1,66
Марганца	г	22,8	18,6	23,2
Калия	мг	6,8	5,9	6,3
Серы	мг	1,5	1,1	1,3
Кобальта	мг	0,24	0,20	0,20
Железа	мг	55,8	51,6	51,0
Йода	мг	0,26	0,21	0,24
Витамина Е	мг	41,0	35,5	35,3

В рационах молодняка подопытных групп содержалось 3,29–3,52 корм. ед., а концентрация в сухом веществе на уровне 1,12–1,18 кормовых единиц. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона подопытных животных составила 11,2–11,6 МДж. В расчете на 1 МДж ОЭ телята контрольной группы потребили 9,61 г переваримого протеина, молодняк II и III опытных групп – 8,49 и 8,5 г (табл. 3).

Таблица 3. Среднесуточный рацион телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа					
	I		II		III	
	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	0,6	5,00	0,6	5,03	0,6	5,08
Комбикорм КР-1	0,3	9,72	0,3	9,78	0,3	9,89
Комбикорм КР-2	1,70	53,89	1,70	54,19	1,70	54,80
Сено разнотравное	0,75	9,72	0,73	9,50	0,67	8,76
Сенаж	1,66	21,67	1,64	21,51	1,62	21,47
В 1 кг рациона содержится:						
Кормовых единиц	3,29		3,52		3,49	
Обменной энергии, МДж	32,67		34,50		34,11	
Сухого вещества, кг	2,93		2,99		2,95	
Сырого протеина, г	421,36		395,87		390,61	

Корма и питательные вещества	Группа					
	I		II		III	
	кг	%	кг	%	кг	%
Переваримого протеина, г	313,71		292,92		289,91	
Сырого жира, г	108,56		112,97		111,81	
Сырой клетчатки, г	525,32		490,32		473,57	
Крахмала, г	727,86		897,06		894,66	
Сахара, г	207,67		198,87		196,19	
Кальция, г	25,11		21,68		21,40	
Фосфора, г	14,92		14,62		14,48	
Меди, мг	36,02		31,47		31,09	
Цинка, мг	183,02		164,52		163,40	
Марганца, мг	279,15		251,84		247,20	
Кобальта, мг	3,73		2,93		2,93	
Йода, мг	2,34		2,07		2,06	
Витамина А, тыс. МЕ	72,82		67,89		66,21	
Витамина Е, мг	68,97		68,04		68,04	

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 3,72 % в контрольном рационе, 3,78 и 3,80 % – во II и III опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 17,92 %, в опытных – 16,39 и 16,03 %. Содержание сахара в сухом веществе в контрольной группе составило 7,1 %, в опытных – 6,65 и 6,64 %.

Проведены морфологические и биохимические исследования крови в ходе проведения апробации на телятах 66–115-дневного возраста по определению влияния использования цельного и дробленого зерна на физиологическое состояние и продуктивность подопытных животных в послемолочный период. Изучаемые показатели крови представлены в табл. 4.

Таблица 4. Морфобиохимический состав крови телят в возрасте 115 дней

Показатель	Группа животных		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,35 \pm 0,20$	$5,65 \pm 0,06$	$5,45 \pm 0,21$
Гемоглобин, г/л	$108,8 \pm 1,68$	$115,03 \pm 1,02$	$113,83 \pm 1,02$
Лейкоциты, $10^9/л$	$10,0 \pm 0,46$	$9,93 \pm 0,46$	$10,0 \pm 0,60$
Общий белок, г/л	$69,0 \pm 1,04$	$71,43 \pm 0,98$	$70,23 \pm 2,60$
Глюкоза, ммоль/л	$4,47 \pm 0,12$	$4,53 \pm 0,26$	$4,50 \pm 0,17$
Мочевина, ммоль/л	$3,48 \pm 0,104$	$3,45 \pm 0,106$	$3,44 \pm 0,152$
Кальций, ммоль/л	$2,56 \pm 0,09$	$2,57 \pm 0,05$	$2,57 \pm 0,05$
Фосфор, ммоль/л	$2,07 \pm 0,04$	$2,08 \pm 0,05$	$2,08 \pm 0,018$

В результате исследований определено, что насыщенность крови дыхательным пигментом – гемоглобином у опытного молодняка II и III групп оказалась выше контрольных аналогов на 5,7 и 4,6 %, что свидетельствует об усилении интенсивности обмена веществ. В крови животных II и III опытных групп отмечен рост содержания общего белка на 3,5 и 1,8 %, по отношению к контрольному значению.

На основании результатов исследований крови животных контрольной и опытных групп установлено, что все они находились в пределах физиологической нормы, что позволяет судить о безвредном действии зерна на организм животных.

Основными показателями выращивания животных является живая масса и скорость их роста. По динамике живой массы и среднесуточным приростам можно судить о продуктивном действии испытываемых кормов (табл. 5).

**Таблица 5. Изменение живой массы и среднесуточные приросты телят при потреблении цельного и дробленого зерна кукурузы**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса, кг:			
в начале опыта	79,7 ± 0,86	82,1 ± 0,83	80,6 ± 0,56
в конце опыта	120,2 ± 0,75	125,1 ± 1,4	122,8 ± 1,05
Валовой прирост, кг	40,5 ± 1,2	43,0 ± 2,0	42,2 ± 1,3
Среднесуточный прирост за опыт, г	810 ± 22,4	860 ± 24,5	844 ± 35,6
% к контролю	100,0	106,2	104,2

Выращивание молодняка на комбикормах КР-2 с включением цельного и дробленого зерна в составе опытных комбикормов позволило получить среднесуточный прирост живой массы телят на уровне 810–860 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие цельное зерно кукурузы в количестве 30 % от массы комбикорма (II группа) – 860 г, что выше на 6,2 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленого зерна кукурузы в состав комбикорма для телят III опытной группы способствовало увеличению среднесуточного прироста на 4,2 %.

Расчет экономической эффективности скармливания комбикормов молодняку крупного рогатого скота молочного периода с разным вводом цельного зерна кукурузы по массе представлен в табл. 6.

**Таблица 6. Экономическая эффективность скармливания телятам комбикормов с включением цельного и дробленого зерна кукурузы**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,06	4,09	4,13
Стоимость рациона за сутки, руб./гол.	2,63	2,62	2,59
Прирост живой массы за период опыта, кг	40,5	43,0	42,2
Стоимость кормов за период опыта, руб.	131,5	131,0	129,5
Стоимость 1 корм. ед., руб.	0,80	0,74	0,76
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	3,25	3,05	3,07
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	5,23	4,90	4,93

Установлено, что скармливание телятам в возрасте 66–115 дней цельного и дробленого зерна в составе опытных комбикормов для молодняка молочного периода выращивания позволило увеличить прирост живой массы молодняка на 6,2 и 4,2 % при снижении стоимости кормов на 1 кг прироста, что привело к снижению себестоимости прироста на 6,3 и 5,7 %.

### Заключение

Скармливание комбикормов с вводом цельного и дробленого зерна кукурузы в количестве 30 % телятам в возрасте 66–115 дней позволило за период исследований получить от молодняка прирост живой массы в сутки 860 и 844 г или на 6,2 и 4,2 % выше контроля, при снижении стоимости кормов на 1 кг прироста на 6,2 и 5,5 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 6,3 и 5,7 %.

### Список использованных источников

1. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота белково-витаминно-минеральных добавок / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 57–63.

2. Зависимость расщепляемости протеина комбикормов в рубце молодняка крупного рогатого скота от включения в рацион разных азотистых веществ небелковой природы / Г. В. Бесараб, В. П. Цай, Д. В. Медведева [и др.] // Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию Пермского НИИСХ. – Пермь, 2023. – С. 415–420.
3. Натынчик, Т. М. Обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при снижении степени расщепления протеина в рубце / Т. М. Натынчик // Перспективные разработки молодых ученых в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам ежегодной всероссийской (национальной) конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 112–119.
4. Влияние соотношения фракций протеина в заменителе цельного молока на эффективность выращивания телят / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Достижения и актуальные вопросы современной гигиены животных: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры гигиены животных имени профессора В. А. Медведского. – Витебск, 2023. – С. 62–67.
5. Откорм бычков с использованием барды / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова [и др.] // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Жодино, 2022. – С. 77–82.
6. Белково-витаминно-минеральные добавки с включением зерна масличных и бобовых культур местной селекции в кормлении ремонтных тёлочек / Т. Л. Сапсалёва, Г. Н. Радчикова, В. П. Цай [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1458–1463.
7. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 2. – С. 11–18.
8. Влияние скармливания БВМД с рапсом и люпином на использование корма и продуктивность ремонтных тёлочек / Т. Л. Сапсалёва, Г. Н. Радчикова, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1463–1468.
9. Нормирование лактозы в рационах телят в возрасте 30–60 дней / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, В. А. Томчук [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Минск, 2019. – С. 298–302.
10. Откорм бычков с использованием кормовой добавки «ИПАН» / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – 2019. – С. 363–367.
11. Эффективность скармливания молочного сахара в составе заменителей цельного молока для телят / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, Е. И. Приловская [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 75–82.
12. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пилюк [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 2. – С. 44–54.
13. Влияние степени измельчения зерна на физиологическое состояние, обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Д. В. Медведева [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2022. – № 25–1. С. 224–231.
14. Влияния азотистых веществ небелковой природы на расщепляемость протеина комбикормов / Г. В. Бесараб, М. И. Сложенкина, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 144–151.
15. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глинкова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 2. – С. 18–26.



Н. Г. Бакач<sup>1</sup>, С. А. Гецман<sup>2</sup>, Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>ООО «Полиэфир АГРО»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: orgpr@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВЫМЕНИ КОРОВ

*Аннотация.* Основной задачей агропромышленного комплекса Республики Беларусь является достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надежное обеспечение страны продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем, объединение усилий всех отраслей комплекса для получения положительного результата. Для получения нужного количества продукции необходимо внедрение новых технологий, комплексной механизации и автоматизации для высокопроизводительного труда. При модернизации и переоснащении молочно-товарных ферм и комплексов помимо комплексной механизации и автоматизации большое внимание следует уделить роботизации процесса доения, поскольку на сегодняшний день данное направление является актуальным и требует значительных затрат трудовых и материальных ресурсов.

*Ключевые слова:* роботизированная технология доения, позиционирование, вымя, сосок, доильный аппарат.

N. G. Bakach<sup>1</sup>, S. A. Getzman<sup>2</sup>, E. L. Zhilich<sup>1</sup>, Yu. N. Rogalskay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

<sup>2</sup>ООО “Polyester AGRO”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: orgpr@mail.ru

## INVESTIGATION OF THE POSITIONING PROCESS OF MILKING EQUIPMENT ON COW UDDERS

*Abstract.* The main task of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus is to achieve sustainable growth in agricultural production, reliable provision of food and agricultural raw materials to the country, combining the efforts of all sectors of the complex to achieve a positive result. To get the right amount of products, it is necessary to introduce new technologies, complex mechanization and automation for high-performance work. When modernizing and re-equipping dairy farms and complexes, in addition to complex mechanization and automation, much attention should be paid to the robotization of the milking process, since today this area is relevant and requires significant labor and material resources.

*Keywords:* robotic milking technology, positioning, udder, nipple, milking machine.

### Введение

Автоматизированная система доения – одна из самых последних разработок, сочетающая в себе новейшие технологии машинного доения, ветеринарные требования и особенный подход к процессу. Использование автоматизированных систем позволяет не только повысить дневные надой молока, но и сохранить здоровье и долгую молочную продуктивность коров [1].

Автоматизированная система доения – это, по сути, совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих все операции доильного цикла с высокой точностью, повторяемостью и низкой вариативностью результатов без участия человека или посредством команд оператора.

Роботы для автоматизированной системы доения выполняют множество функций:

- подготавливают вымя перед подключением доильного аппарата;
- находят соски и подключают к ним доильный аппарат;
- своевременно снимают доильный аппарат;
- дезинфицируют сосковую резину;
- подсчитывают количество шагов коровы, сделанных ею после последней дойки (выявление коров в охоте).

Из второстепенных функций – роботы подают сигналы селекционным воротам для выборки проблемных коров, измеряют удой молока, определяют его физико-химические свойства, такие как кислотность, температуру, количество соматических клеток и т. д.

### Основная часть

Роботизированная технология доения коров имеет как существенные преимущества, так и определенные недостатки [2]. В частности, возникают проблемы с позиционированием доильного оборудования на вымени ряда коров, которые не соответствуют требованиям и включают такие показатели, как:

- высокая молочная продуктивность,
- соответствующий уровень молокоотдачи;
- плотно прикрепленное вымя;
- одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых не должна быть ниже 33 см от уровня пола;
- минимальное расстояние между задними сосками – в пределах 3 см, между передними сосками – 12,5–30 см;
- толщина сосков – в пределах 1,5–3,5 см;
- задние соски должны быть ниже нижней части вымени на 3 см;
- минимальное расстояние между передним и задним сосками вымени 7 см;
- угол отклонения сосков от вертикали не должен превышать 30°;
- диагональное расположение сосков не допускается;
- животное должно быть активным, со здоровыми копытами, в то же время нервные коровы подлежат выбраковке.

Все вышеизложенное значительно ограничивает повсеместное использование роботизированных доильных установок и требует значительных затрат времени и трудовых ресурсов при подборе подходящего дойного поголовья.

Оптимальные с точки зрения роботизации доения геометрические характеристики расположения сосков представлены на рис. 1, в противном случае автоматический поиск сосков и позиционирование доильных стаканов будет затруднительными и потребуют участия оператора.

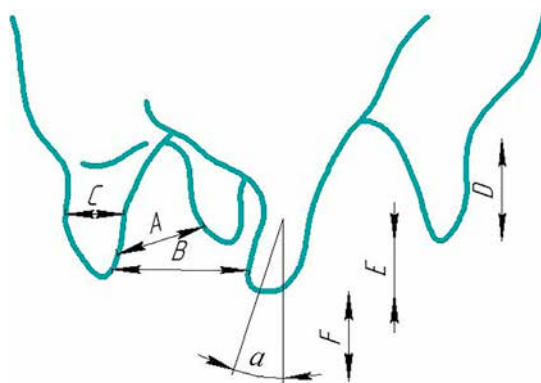


Рис. 1. Геометрическая характеристика вымени, пригодного для системы позиционирования доильного робота:

- A* – расстояние между правыми и левыми сосками – min 3 см;
- B* – расстояние между передними и задними сосками – min 7 см;
- C* – диаметр сосков – 1,5–3,5 см;
- D* – длина сосков – min 3 см;
- E* – отклонение расположения концов сосков относительно общей плоскости – max 3 см;
- F* – расстояние концов сосков от пола – min 33 см;
- α* – угол отклонения сосков – max 30°

На основе геометрических характеристик вымени, а также в соответствии с уже существующими технологическими решениями (механический, гидравлический или пневматический привод роботизированной руки) при проектировании и создании манипулятора доения производители выбирают один из следующих способов позиционирования доильного аппарата на вымени:

- с помощью 3D-камер;
- с помощью лазера;
- с помощью ультразвуковых датчиков.

Необходимо отметить, что большинство производителей комбинируют несколько из вышеперечисленных способов (устройств), что облегчает процесс позиционирования.

На основе проведенного анализа и перспективных направлений агропромышленного комплекса Республики Беларусь и с целью разработки собственной отечественной системы позиционирования доильного оборудования на вымени коров сотрудниками лаборатории механизации процессов производства молока и говядины совместно с ООО «Полиэфир АГРО» ведутся исследования по быстрому и однозначному определению положения сосков вымени в пространстве с целью дальнейшего сокращения времени проведения подготовительных операций перед процессом доения, а также снижения (устранения) ошибок при нахождении сосков вымени в пространстве.

С целью наработки базы данных и увеличения скорости и точности позиционирования, первоначально исследования проводились на установке «искусственное вымя» (рис. 2).

Искусственное вымя было напечатано на 3D-принтере по усредненным показателям дойного поголовья. Также была изготовлена экспериментальная установка (рис. 3), а именно роботизи-



Рис. 2. Установка «искусственное вымя»

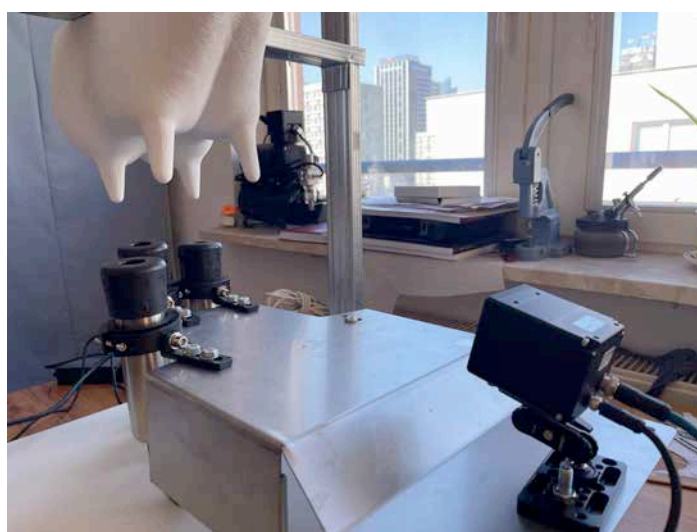


Рис. 3. Экспериментальная установка

рованная рука, включающая станину, консоль, 3D-камеру, механизм захвата, доильные стаканы и фиксатор.

Для осуществления процесса позиционирования было разработано программное обеспечение с возможностью согласования и обработки данных, полученных с 3D-камеры.

3D-камера в данной установке является управляющим элементом и составляет основу технического зрения, в котором используется технология RGBD (аббревиатура английских слов – красный, зеленый, синий, глубина). Данная технология позволяет обрабатывать 2D-изображения RGB и данные 3D-глубины с помощью датчика глубины. Этот датчик основан на активном стереофоническом подходе, который использует инфракрасный структурированный свет для вычисления глубины 3D из сцены [3]. Карта глубины строится путем анализа закодированного изображения инфракрасного лазерного излучения и трансформируется в трехмерное «облако» точек. Этот датчик имеет лучшее разрешение, чем его аналоги. Данные с камеры представлены на рис. 4.

Еще одним вариантом технического зрения является использование стереопары. Стереопара – вид стереоизображения, представленный парой плоских перспективных изображений объекта, сделанных с помощью камер, которые получили из двух разных точек зрения, расположенных между собой на расстоянии, соответствующем межзрачковому расстоянию человека. Данное решение эффективно применяется в робототехнике при внедрении простых, но эффективных систем получения 3D-изображений.

Анализ систем технического зрения, которые применяются в доильных роботах Lely, Delaval, GEA, показал, что все три системы базируются на видеозахвате изображения с помощью 3D TOF-камер. Хотя технология RGBD является более надежной, но большинство производителей используют TOF-камеры в комплексе с другими системами позиционирования. В данном случае алгоритмы обработки видеоизображения определяют положение крестца коровы в пространстве и фиксируют его относительно нулевой точки [4]. Манипулятор корректирует свое местоположение относительно данных, полученных с 3D-камеры. Далее с помощью лазерного модуля, который установлен в «руке» манипулятора, определяется местоположение вымени. Данное исполнение является затратным ввиду использования нескольких оптических систем.

По результатам ранее проведенного анализа и на основе проведенных исследований необходимо отметить, что функциональность существующих систем роботизированного доения выглядит несколько избыточной для отечественного рынка, что влечет за собой удорожание оборудования. Поэтому при разработке систем роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных узлов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтпригодности.

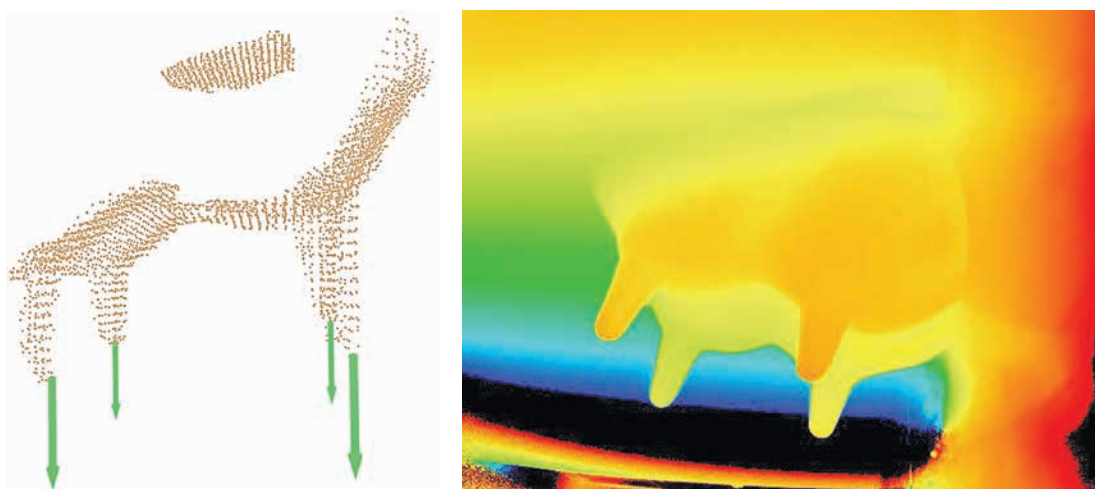


Рис. 4. Данные с 3D-камеры

Разработка собственных простых и оригинальных решений обеспечит гораздо более высокий уровень локализации выпускаемого оборудования по сравнению с копированием готовых продуктов, предполагающих использование дорогостоящих элементов, устройств и целых агрегатов, в которых большинство сложных инженерных решений защищено правами на интеллектуальную собственность. С учетом анализа существующих доильных роботов и систем позиционирования предложены следующие технические характеристики аппаратной части системы позиционирования исполнительных механизмов доильного оборудования (см. таблицу).

*Технические характеристики аппаратной части системы позиционирования*

Наименование показателя	Характеристика и значение
Тип привода	Электрогидравлический
Точность позиционирования исполнительного органа, мм	0,1
Система позиционирования исполнительного органа	Активная оптическая
Количество одновременно обслуживаемых коров, голов	1
Количество операторов для ежедневного обслуживания, чел.	1
Класс лазерного оборудования по ГОСТ ИЕС 60825–1–2013	2
Источник лазерного излучения	Твердотельный полупроводниковый лазер
Минимальная скорость измерений профилей, профилей/сек	60
Потребляемая мощность, кВт, не более	7
Род тока	Переменный, трёхфазный
Частота тока, Гц	47–63
Номинальное напряжение переменного тока, В	380
Класс защиты рабочих органов системы машинного зрения и устройств управления	IP 68
Интерфейс передачи данных	Ethernet
Интерфейс настройки и визуализации	Сенсорная панель промышленного исполнения

### Заключение

Способы получения 3D-изображений в двумерном формате на основе нескольких базовых технологий и применении камер машинного зрения известны уже достаточно давно и традиционно использовались в научной и военной сферах. Но современное стремительное развитие и рост аппаратных возможностей в области цифровой обработки значительно ускорили внедрение таких систем в различные отрасли сельского хозяйства.

Благодаря применению данных систем в области молочного животноводства можно достичь высокого уровня автоматизации ряда процессов на молочно-товарных фермах и комплексах, в частности при разработке отечественной роботизированной технологии доения.

### Список использованных источников

1. Механизация процесса доения коров с помощью робота-дояра / М. Р. Кудрин, А. Л. Шкляев, К. Л. Шкляев [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 5 (96). – С. 21–33.
2. Разработка аппаратно-программного комплекса системы позиционирования доильного оборудования / С. К. Карпович [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 7–8 июня 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 76–79.
3. Машинное зрение и 3D-камеры глубины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.secuteck.ru/articles/mashinnoe-zrenie-i-3d-kamery-glubiny>. – Дата доступа: 13.06.2024.
4. Системы позиционирования доильного оборудования на вымени коров при роботизированной технологии доения / С. К. Карпович [и др.] // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения, оснащения и технического сервиса в АПК : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 6–7 июня 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 58–62.

**Е. Л. Жилич, Ю. Н. Рогальская**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ПРОЦЕСС ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВЫМЕНИ КОРОВ ПРИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОЕНИЯ**

*Аннотация.* Проведенные исследования, а также наличие импортного доильного оборудования на молочно-товарных фермах Республики Беларусь и потребность в импортозамещении роботизированных доильных установок, подтверждают необходимость разработки отечественного роботизированного доильного оборудования, создание которого следует проводить в несколько этапов. На первоначальном этапе необходимо осуществить разработку программно-аппаратного комплекса и исполнительных механизмов роботизированной системы доения (систему позиционирования роботизированных исполнительных органов), являющуюся центральным звеном роботизированных доильных установок. На каждом из последующих этапов система позиционирования роботизированных исполнительных органов будет оснащаться многопараметрической системой контроля качества молока, что позволит оперативно реагировать на изменения в случае их возникновения и распознать на ранней стадии ацидоз и кетоз. Еще более высокий уровень комплектации позволит обеспечить применение роботизированных доильных установок в комплексе с автоматизированными системами управления, позволяющими оптимизировать процесс доения, контролировать качество молока, а также нормировать количество выданных концентрированных кормов. Разработка собственных простых и оригинальных решений обеспечит гораздо более высокий уровень локализации выпускаемого оборудования по сравнению с копированием готовых продуктов, предполагающим использование дорогостоящих элементов, устройств и целых агрегатов.

*Ключевые слова:* позиционирование, 3D-камера, вымя, сосок, контроллер, изображение, доение, маневренность.

**E. L. Zhilich, Yu. N. Rogalskaya**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **THE PROCESS OF POSITIONING MILKING EQUIPMENT ON THE UDDER OF COWS WITH ROBOTIC MILKING TECHNOLOGY**

*Abstract.* Based on the research conducted, as well as the availability of imported milking equipment on dairy farms of the Republic of Belarus and the need for import substitution of robotic milking machines, there is a need to develop domestic robotic milking equipment, the creation of which must be carried out in several stages. At the initial stage, it is necessary to develop a software and hardware complex and actuators of a robotic milking system (a system for positioning robotic actuators), which is the central link of robotic milking installations. At each of the subsequent stages, the positioning system of robotic executive bodies will be equipped with a multi-parameter milk quality monitoring system, which will make it possible to quickly respond to changes if they occur and recognize acidosis and ketosis at an early stage. An even higher level of equipment will make it possible to ensure the use of robotic milking machines in combination with automated control systems, allowing to optimize the milking process, control the quality of milk, and also standardize the amount of concentrated feed dispensed. Developing your own simple and original solutions will ensure a much higher level of localization of manufactured equipment compared to copying finished products, which involves the use of expensive elements, devices and entire units.

*Keywords:* positioning, 3D-camera, udder, teat, controller, image, milking, maneuverability.

### **Введение**

В настоящее время в республике имеется более 4000 молочно-товарных ферм и комплексов, из которых оборудованы доильными залами и роботами 1670 объектов, или 41 % к их общему наличию [1, 2].

Хотя роботизированная технология доения получает повсеместное распространение, но она также имеет ряд недостатков [3, 4]. Например, подготовительные операции перед доением при ее использовании на отдельных коровах могут достигать в среднем 2 мин 34 с, что с физиологической точки зрения является отклонением от нормы, которая равна одной минуте. Также зачастую возникают трудности с позиционированием доильного оборудования на вымени коров, поэтому при формировании стада приходится отбраковывать до 15 % коров, которые не соответствуют определенным требованиям, в противном случае автоматический поиск сосков и позиционирование доильных стаканов становятся затруднительными и требуют участие оператора.

### Основная часть

Мировой опыт молочного скотоводства подтверждает устойчивую тенденцию развития роботизированного доения как одного из перспективных направлений, обладающих целым рядом очевидных преимуществ. В то же время результаты, полученные на фермах и комплексах Беларуси, вынуждают задумываться над необходимостью выработки объективных критериев оценки эффективности и трансформации подходов, которые должны быть направлены на создание развития роботизированного доения, адаптированного к условиям Республики Беларусь [3].

Разработка собственных простых и оригинальных решений обеспечит гораздо более высокий уровень локализации выпускаемого оборудования по сравнению с копированием готовых продуктов, предполагающим использование дорогостоящих элементов, устройств и целых агрегатов [4].

С целью разработки отечественной роботизированной системы доения и в рамках импортозамещения сегодня РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Полиэфир АГРО» ведутся активные работы, направленные в первую очередь на позиционирование доильного оборудования.

Метод позиционирования состоит из ряда этапов обработки и анализа изображений, которые вместе образуют общий алгоритм обнаружения сосков. Алгоритм использует в качестве входных трехмерный набор данных с 3D-камеры, а также информацию о положении и ориентации камеры, полученную от роботизированного манипулятора, на котором установлена камера. В результате обработки входных данных алгоритм генерирует набор обнаруженных сосков, включая их положение, размер и ориентацию [5].

С точки зрения обработки изображения оптимальное расположение камеры прямо под выменем коровы, смотрящей вверх на сосок. Это обеспечит обзор всего вымени и возможность измерения точек данных со всех сторон вымени [6]. Однако из-за особенностей расположения роботизированной руки и физиологии коровы камера расположена позади коровы и будет смотреть на соски под углом, который отклоняется от вертикали на угол  $\alpha$ . Первый шаг алгоритма – компенсация этого угла (нормализация угла обзора), которая представлена на рис. 1.

Поворот на  $\alpha$  градусов вокруг оси  $x$  с последующим поворотом на  $\beta$  градусов вокруг оси  $y$  вычисляется с помощью матрицы вращения  $R$ .

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) \\ \sin(\alpha)\sin(\beta) & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha)\cos(\beta) \\ -\cos(\alpha)\sin(\beta) & \sin(\alpha) & \cos(\alpha)\cos(\beta) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

С помощью XYZ-представления точек данных применяется вращение:

$$XYZ_{\text{вращ}} = XYZ \cdot R. \quad (2)$$

Для получения исходного набора данных определяется обратное вращения путем интегрирования исходной матрицы.

$$XYZ = XYZ_{\text{вращ}} \cdot R^{-1}. \quad (3)$$

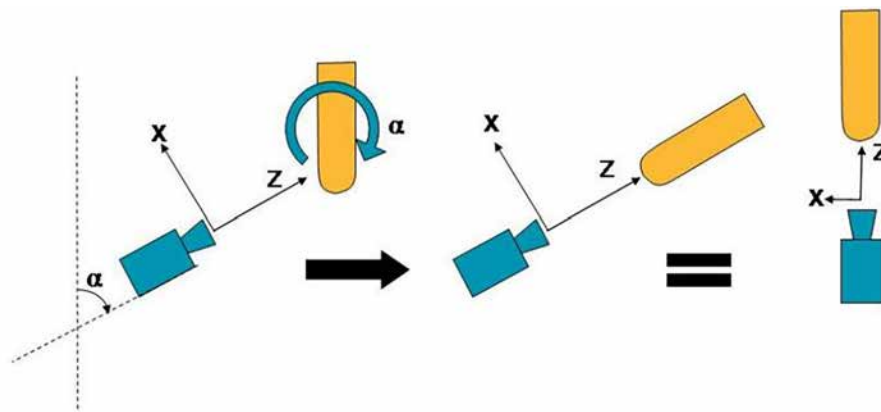


Рис. 1. Нормализация угла обзора

Несмотря на то что набор данных повернут и соски висят близко к вертикали, эти операции только имитируют вид прямо из-под соска и не восстанавливают ранее скрытые части.

Также на обнаружение сосков влияют помехи при видеонаблюдении (шумы). Для удаления шума из изображений используется низкочастотная фильтрация. Шум имеет гораздо более высокую частоту, чем основные характеристики изображения. В промышленном контроллере используется усредняющий фильтр, производится вычисление среднего значения интенсивности пикселя в области каждого пикселя для вычисления конечного отфильтрованного значения в каждом пикселе.

Для устранения размытости усредняющего фильтра используется алгоритм сглаживания каналов. В начале работы алгоритма каждый пиксель рассматривается с равной вероятностью как содержащий сосок или кончик соска. В первую очередь определяются точки интереса в наборе данных – места, которые с большой вероятностью могут быть кончиками сосков. Поиск точек интересов осуществляется путем поиска точек локального минимума в данных.

Вначале определяются стартовые (начальные) точки. Начиная с начальной точки, область интереса постепенно увеличивается с помощью дополнительных пикселей, которые выполняют заданное условие или соответствуют определенным схожим свойствам с начальной точкой.

Для оценки соседних пикселей выбирается меньшее подмножество пикселей. Пиксели, которые будут оцениваться в следующем шаге, состоят из пикселей тех точек, которые в настоящее время находятся в модели и которые добавлены в модель во время предыдущей итерации (рис. 2).

В этом методе есть два критерия: критерий роста и критерий остановки. Критерий роста основан на заданных параметрах формы соска, а точнее цилиндр, ограничивающий объем, окружающий кончик. Размер ограничивающего цилиндра определен, как 2 см в диаметре и 5 см в высоту. Если точка находится внутри цилиндра или на заданном вертикальном или горизонтальном расстоянии от кончика соска, то точка считается принадлежащей соску и добавляется к области. При этом используется локальная система координат с началом в кончике соска и главной осью,

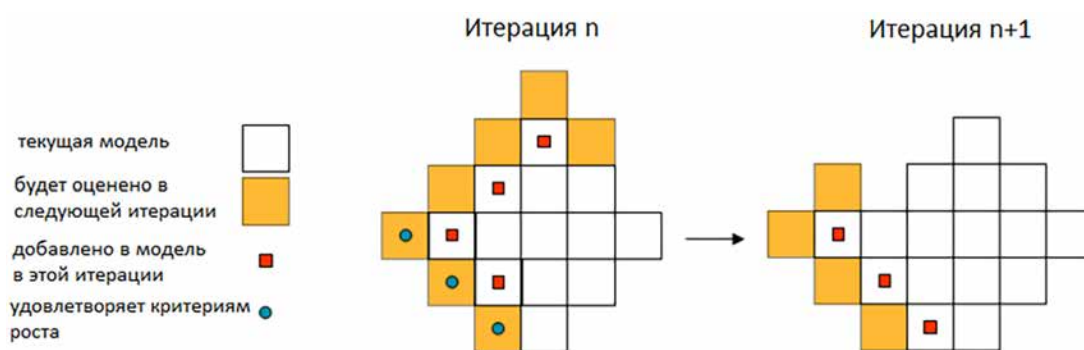


Рис. 2. Модифицированный метод роста области



проходящей через центр соска, чтобы компенсировать наклон соска.

Заданные параметры соска дают алгоритму предположения об ожидаемом результате, который используется в качестве критерия остановки. Когда больше нет пикселей, удовлетворяющих критерию роста, область больше не будет увеличиваться.

После достижения критерия остановки мы получаем двоичную модель, которая делит пиксели на принадлежащие соску и нет. Эта модель используется для извлечения полного набора точек, принадлежащих соску.

Далее функцией подтверждения эти наборы точек сравниваются с заданными наборами вычисляемых свойств, которые соответствуют фактическим характеристикам реальных сосков. Это высота, ширина, ориентация, плотность точек, удлинение и другие свойства.

В конце алгоритм определяет по массиву точек кончика соска их положение и наклон.

Промышленный контроллер, получив от алгоритма определения положения сосков, дает команды манипулятору на передвижение в соответствующие координаты.

В ходе подключения стаканов животное может менять положение в боксе и положение сосков будет меняться, поэтому алгоритм работает постоянно, отправляя команды на корректировку положения манипулятора.

Первоначально данная обработка изображения происходит при помощи программного обеспечения системы компьютерного зрения, представленной 3D-камерой O3D314 (рис. 3).

3D-камера использует технологию визуализации дальности, которая включает триангуляцию и методы интерферометрии. В ней используется модулированный источник света для расчета глубины и измеряется время отраженного импульса, тем самым определяя расстояние до объекта (рис. 4). Простота вычисления расстояния позволяет реализовать их непосредственно в камере и на промышленный контроллер передавать уже готовые к анализу данные.

Вследствие вариаций точности глубины и динамического диапазона, измеренное расстояние для черных и белых объектов будет немного отличаться на одной и той же дистанции. Изучив эти изменения и составив зависимости различия, установлена необходимость компенсации программно. Для камеры выполняется черно-белая калибровка, она может быть скорректирована в зависимости от желаемого рабочего диапазона. Данные, полученные с 3D-камеры, при обработке разработанным программным обеспечением, представлены на рис. 5.

Источники света – массив из инфракрасных светодиодов ближнего света, которые модулируются синусоидально с частотой 20 МГц. Излучаемый свет имеет длину волны 850 нм (ближний инфракрасный диапазон) и невидим для человеческого глаза. При идеальных условиях точность камеры до 3 мм. Эта точность будет снижаться по мере удаления от камеры и ухудшения условий освещения.



Рис. 3. Камера O3D314

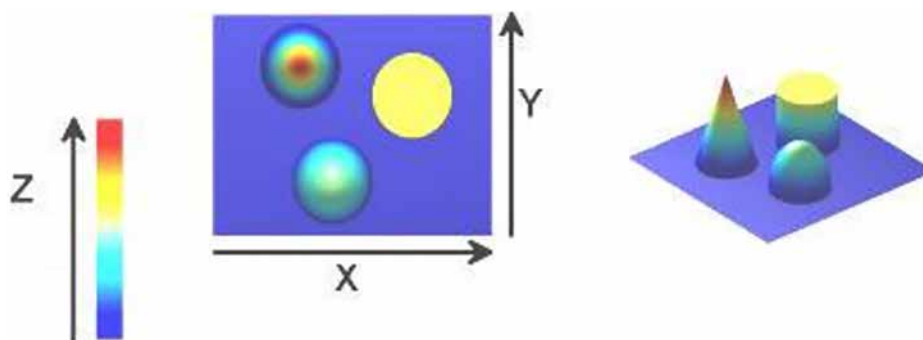


Рис. 4. Анализ объема объектов 3D-камерой

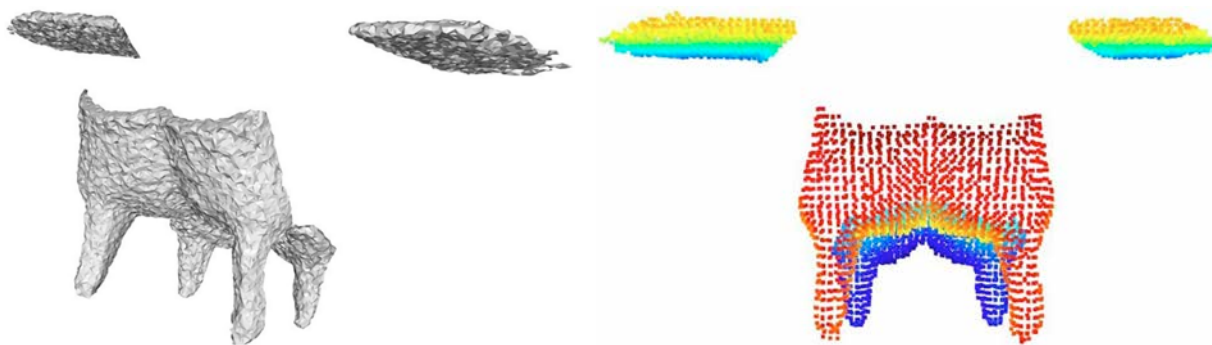


Рис. 5. Данные с 3D- камеры

После попадания манипулятора в область захвата 3D-камера считывает данные и передает их на промышленный контроллер. Программное обеспечение для обработки изображений использует полученную информацию о форме вымени и сосков, определяет, что объект действительно является соском, направляет манипулятор к месту расположения соска.

Визуальная система настроена на работу на близком расстоянии, поэтому камера должна быть достаточно близко к вымени, когда начинается процесс обнаружения. Для того чтобы система знала где предварительно расположить камеру, первоначально система должна быть вручную обучена для каждой коровы, которую она будет доить. Во время процесса обучения манипулятор управляется вручную с помощью джойстика, доильные стаканы подключаются по одному за раз, система обучается и записывает все данные в базу по каждому конкретному животному. Положения сосков сохраняются как предустановленные для последующего полностью автоматического доения.

### Заключение

Переход от механизированного труда на автоматические доильные системы и доильные роботы определяет новый уровень задач в современном молочном скотоводстве республики. Разработка собственных простых и оригинальных решений обеспечит высокий уровень локализации выпускаемого оборудования по сравнению с копированием готовых продуктов, предполагающим использование дорогостоящих элементов, устройств и целых агрегатов.

### Список использованных источников

1. Кирсанов, В. В. Концепция создания доильного робота, совместимого с отечественным доильным оборудованием / В. В. Кирсанов, Ю. А. Цой, Л. П. Кормановский // Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства. – 2016. – № 3 (23). – С. 13–20.
2. Умная сельскохозяйственная техника [Текст]: учеб. пособие / И. Н. Шило [и др.]; Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2018. – 182 с.
3. Казаровец, Н. В. Техно-экономическое обоснование применения автоматизированных систем доения (доильных роботов) в Республике Беларусь / Н. В. Казаровец, А. А. Тимошенко, А. А. Музыка // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: доклады Междунар. научно-практич. конф., Минск, 14–15 апреля 2011 г.: в 2 ч. Ч. 1. – Минск: БГАТУ, 2011. – С. 21–26.
4. Технологические принципы развития роботизированного доения / Д. И. Комлач, Д. Н. Колоско, Е. Л. Жилич [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник. – 2022. – Вып. 55. – С. 26–29.
5. Хуршудов, А. А. Построение трехмерных карт признаков на основе видеофрагментов методом оптического потока / А. А. Хуршудов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3 (217–222). – С. 115–124. – DOI: 10.5862/JCSTCS.217–222.10.
6. Юрочка, С. С. Разработка методов определения биометрических и температурных параметров вымени лактирующих животных на основе оптических технологий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Юрочка Сергей Сергеевич; [Место защиты: ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»]. – М., 2022. – 24 с.

**Г. Н. Радчикова<sup>1</sup>, Б. К. Салаев<sup>2</sup>, А. Н. Кот<sup>1</sup>, А. М. Глинкова<sup>1</sup>,  
В. В. Ярмош<sup>3</sup>, Н. А. Шарейко<sup>4</sup>, В. В. Букас<sup>4</sup>, Е. Л. Жилич<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б. Б. Городовикова»

г. Элиста, Республика Калмыкия

<sup>3</sup>УО «Полесский государственный университет»

г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>5</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В ПОСЛЕМОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД**

*Аннотация.* Использование ЗЦМ и ЗОМ в рационах молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период способствует активизации микробиологических процессов в рубце, выразившейся в повышении количества ЛЖК на 6,8 %, общего азота – на 6,9 %, при снижении аммиака на 13,1 %. Скармливание заменителя цельного молока и ЗОМ молодняку с продолжительностью молочного периода 90 дней в послемолочный период способствует повышению среднесуточных приростов на 5,4 % при снижении себестоимости прироста на 4,4 %, что позволило получить дополнительную прибыль в размере 6,64 рублей на голову за период исследований.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, цельное молоко, заменитель цельного молока, заменитель сухого обезжиренного молока, заменитель обезжиренного молока, рационы, кровь, экономическая эффективность.

**G. N. Radchikova<sup>1</sup>, B. K. Salaev<sup>2</sup>, A. N. Kot<sup>1</sup>, A. M. Glinkova<sup>1</sup>, V. V. Yarmosh<sup>3</sup>,  
N. A. Shareiko<sup>4</sup>, V. V. Bukas<sup>4</sup>, E. L. Zhilich<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov

Elista, Republic of Kalmykia

<sup>3</sup>EI "Polessky State Universit"

Pinsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>EI "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine"

Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>5</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanizatio"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **THE EFFECTIVENESS OF RAISING CALVES IN THE POST-DAIRY PERIOD**

*Abstract.* The use of ZCM and ZOM in the diets of young cattle in the post-dairy period contributes to the activation of micro-biological processes in the rumen, expressed in an increase in the amount of LVH by 6.8 %, total nitrogen by 6.9 %, while reducing ammonia by 13.1 %. Feeding a whole milk substitute and a baby with a dairy period of 90 days in the post-dairy period contributes to an increase in average daily gains by 5.4 %, while reducing the cost of growth by 4.4 %, which allowed for an additional profit of 6.64 rubles per year for the research period.

*Keywords:* young cattle, whole milk, whole milk substitute, skimmed milk powder substitute, skimmed milk substitute, rations, blood, economic efficiency.

## Введение

Для успешного ведения молочного и мясного скотоводства важное значение имеет правильное выращивание телят. Только здоровые телята могут полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности [1–3].

У новорожденных телят слабо развиты преджелудки: в первые три недели жизни теленка соотношение объемов рубца и сычуга составляет 1:2; у 6-недельного – 2:3; у 8-недельного – 3:2; у 10-недельного – 2:1. А у взрослого животного на сычуг приходится только 8 % общей емкости желудка, тогда как на рубец – 80 %.

В качестве основных кормов в молочный период скармливают жидкие молочные корма, остальная часть рациона состоит из комбикормов-стартеров, сена или травяной резки. Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастричного животного при одновременном стимулировании развития преджелудков за счет растительных кормов [4–6].

До 2-месячного возраста, пока недостаточно развит рубец и синтез микробного белка в преджелудках отсутствует или происходит очень слабо, телята должны получать корма с высокой биологической ценностью протеинов. В этот период практически невозможно обеспечить их полноценным протеином без скармливания молока. С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма [7, 8].

В послемолочный период молодняк переводят на растительные корма. Основные задачи этого периода: формирование животных желательного типа, достижение высокой живой массы и упитанности во время убоя при выращивании на мясо [9, 10]. В течение этого периода можно применять разные системы кормления: однотипное кормление на протяжении всего года, когда животным дают сбалансированный монокорм, состоящий из измельченных и смешанных в заданных пропорциях кормов разного вида, или сезонного кормления с набором соответствующих кормов. Обычно программы кормления рассчитаны на использование 3–4 видов кормов с получением кормосмесей [11, 12].

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки телят, предусматривающую скармливание молочных кормов на протяжении 4 месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2–3 месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [13–15].

## Основная часть

Цель исследований – разработать систему выращивания телят с оптимальной продолжительностью молочного периода, обеспечивающую нормальное протекание процессов пищеварения, высокую резистентность и продуктивность животных в послемолочный период.

Исследования проведены на двух группах телят по 10 голов в каждой живой массой в начале опыта 104,7–106,1 кг в течение 90 дней с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	10	90	Основной рацион (ОР): комбикорм КР-2, КР-3, силосно-сенажная смесь
II опытная	10	90	ОР

Приготовление опытных партий комбикормов проводили в комбикормовом цеху сельхоз-предприятия.

Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях: кормление осуществлялось два раза в сутки, поение из автопоилок, содержание беспривязное. Различия в кормлении под-

опытных животных заключались в том, что в молочный период животные контрольной группы получали цельное молоко, а их аналоги опытной группы – ЗЦМ и заменитель сухого обезжиренного молока (ЗСОМ).

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Основной рацион животных, подобранных для проведения шестого опыта, составляли в соответствии с набором кормов, имеющихся в хозяйстве и используемых в кормлении согласно технологии. Рационы нормированы по основным питательным веществам и представлены средними показателями за три последних месяца летнего периода. В структуре рациона (табл. 2) сочные корма занимали – 41,8 %, концентрированные корма – 52,5 %, грубые – 6,0 %.

Таблица 2. Среднесуточный рацион подопытных телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Комбикорм, КР-2, КР-3	2,0	52,5	2,0	52,2
Силосно-сенажная смесь	6,35	41,6	6,38	41,8
Сено злаковое, кг	0,65	5,9	0,68	6,0
В рационе содержится:				
Кормовых единиц	4,22		4,29	
Обменной энергии, МДж	44,20		45,10	
Сухого вещества, кг	4,77		4,89	
Сырого протеина, г	578,2		590,5	
Перевариваемого протеина, г	352,6		358,6	
Сырого жира, г	144,7		148,2	
Сырой клетчатки, г	1042,8		1078,3	
Крахмала, г	940,7		943,8	
Сахара, г	156,3		161,0	
Кальция, г	34,8		35,9	
Фосфора, г	13,5		13,8	
Натрия, г	6,9		7,1	
Магния, г	8,8		9,1	
Калия, г	82,9		85,7	
Серы, г	8,0		8,2	
Железа, мг	1361,8		1409,3	
Меди, мг	35,6		36,5	
Цинка, мг	161,5		164,8	
Марганца, мг	386,6		400,0	
Кобальта, мг	1,6		1,7	
Йода, мг	1,4		1,4	
Каротина, мг	136,8		141,7	
Витамина А, тыс. МЕ	2,10		2,08	
Витамина D, тыс. МЕ	1127,5		1170,3	
Витамина Е, мг	269,1		278,8	

Отмечена незначительная разница в потреблении травяных кормов между группами.

Животными потреблено 4,22 и 4,29 корм. ед. Содержание обменной энергии в сухом веществе находилось в пределах 44,20 и 45,10 МДж. Потребление сухого вещества подопытным молодняком оказалось практически одинаковым и находилось на уровне 4,77–4,89 кг. Содер-

жание сырой клетчатки от сухого вещества в рационе животных подопытных групп оказалось 21,9 и 22,1 %.

В результате исследований установлено, что в крови молодняка опытной группы произошло увеличение эритроцитов на 3,9 %, гемоглобина на 5,4 %, глюкозы на 5,1 % (табл. 3).

Таблица 3. Морфобиохимический состав крови подопытных животных

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,35 \pm 0,17$	$5,56 \pm 0,51$
Гемоглобин, г/л	$100,3 \pm 2,03$	$105,7 \pm 8,69$
Лейкоциты, $10^9/л$	$19,4 \pm 0,38$	$16,1 \pm 0,73$
Общий белок, г/л	$68,4 \pm 1,0$	$68,8 \pm 0,82$
Глюкоза, ммоль/л	$3,9 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,23$
Мочевина, ммоль/л	$6,62 \pm 0,06$	$6,54 \pm 0,06$
Кальций, ммоль/л	$2,52 \pm 0,18$	$2,43 \pm 0,21$
Фосфор, ммоль/л	$2,98 \pm 0,07$	$3,17 \pm 0,21$
АЛТ, ед./л	$73,3 \pm 1,36$	$77,4 \pm 1,0$
АСТ, ед./л	$25,9 \pm 2,96$	$27,5 \pm 6,5$
Тромбоциты, $10^9/л$	$392,3 \pm 114,81$	$293,7 \pm 41,07$
Гематокрит, %	$22,4 \pm 1,64$	$22,5 \pm 2,35$

Активность фермента аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в сыворотке крови животных II группы повысилась на 5,6 % и 6,2 % соответственно. Повышение этих показателей свидетельствует о более интенсивном протекании обменных процессов в организме.

Корма в пищеварительном тракте животного подвергаются расщеплению на более простые вещества, способные проникать через стенку пищеварительной системы и использоваться как энергетический и пластический материал в организме. О преобразовании питательных веществ судят по показателям рубцового пищеварения (табл. 4).

Таблица 4. Рубцовое пищеварение

Показатель	Группа	
	I	II
pH	$7,0 \pm 0,06$	$6,8 \pm 0,03$
ЛЖК, ммоль/100 мл	$9,13 \pm 0,22$	$9,75 \pm 0,57$
Общий азот, мг/100 мл	$116,0 \pm 12,03$	$124,0 \pm 1,26$
Аммиак, мг%	$13,43 \pm 0,59$	$11,67 \pm 0,38$

Содержание ЛЖК у животных всех групп за период опыта находилось в пределах 9,13–9,75 ммоль/100 мл. Полученные данные по изучению рубцового пищеварения свидетельствуют о том, что увеличение концентрации летучих жирных кислот в содержимом рубца бычков опытных групп обуславливало снижение величины pH рубца с 7,0 (контроль) до 6,8 или на 2,9 %. Наивысшая концентрация ЛЖК – 9,75 ммоль/100 мл соответствует наименьшему значению pH 6,8, что соответствует литературным данным, в которых, чем больше образуется метаболитов, тем интенсивнее происходит закисление среды.

В исследованиях установлено, что самое низкое количество аммиака в содержимом рубца отмечено у животных II опытной группы, что меньше на 13,1 %.

Следует отметить, что уровень общего азота в рубцовой жидкости во II опытной группе был выше на 6,9 % по отношению к контрольной.

Таким образом, результаты исследований указывают на то, что процессы рубцового пищеварения протекают более интенсивно у животных, потреблявших заменитель цельного молока

и комбикорм КР-2 с нормой ввода 10 % заменителя обезжиренного молока по массе в послемолочный период.

Изучение показало, что животные опытных групп увеличивали живую массу более интенсивно, чем контрольные (табл. 5).

Таблица 5. Динамика живой массы и среднесуточных приростов

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	104,7 ± 3,35	106,1 ± 2,5
в конце опыта	183,5 ± 3,23	189,1 ± 2,92
Валовый прирост, кг	78,8 ± 1,26	83,0 ± 1,06
Среднесуточный прирост за опыт, г	875,0 ± 14,01	922,1 ± 11,82
% к контролю	100	105,4
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,82	4,65

Скармливание заменителя цельного молока и заменителя обезжиренного молока в составе комбикорма КР-2 собственного производства в рационах молодняка в послемолочный период способствовало увеличению среднесуточных приростов их живой массы. Так, молодняк в контрольной группе достиг среднесуточных приростов 875,0 г, и их аналоги из II опытной группы 922,1 г, что выше на 5,4 % (рисунок).

Следовательно, сравнивая эффективность использования ЗЦМ и ЗОМ в рационах животных в послемолочный период, мы можем предположить, что получен больший эффект от их скармливания, чем в контрольном варианте.

На основании полученных исследований установлено, что стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, соответственно для контрольной и опытной группы, составила 1,50 и 1,45 рублей или ниже контрольного варианта на 3,3 %, что повлияло на себестоимость прироста, которая составила 2,31 и 2,23 рублей соответственно.

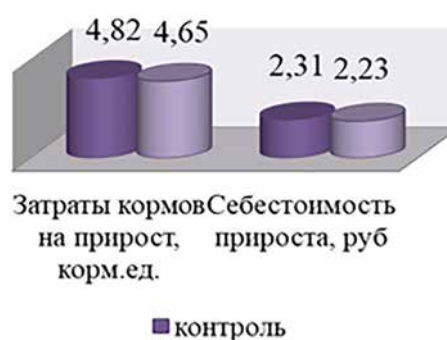
В результате себестоимость прироста по сравнению с контрольными аналогами снизилась на 4,4 %. Снижение себестоимости позволило получить дополнительную прибыль в опытной группе в размере 6,64 рублей на голову за период исследований.

### Заключение

Изучена продуктивность и физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период, выращенного на заменителе цельного молока и цельном молоке, что отразилось на морфобиохимическом составе крови, выразившемся в увеличении количества эритроцитов на 3,9 %, гемоглобина на 5,4 %, глюкозы на 5,1 %, при повышении активности ферментов АЛТ и АСТ на 5,6 и 6,2 %.

Выявлено, что использование ЗЦМ и ЗОМ в рационах молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период способствует активизации микробиологических процессов в рубце, выразившейся в повышении количества ЛЖК на 6,8 %, общего азота на 6,9 %, при снижении аммиака на 13,1 %.

Установлено, что скармливание заменителя цельного молока и ЗОМ молодняку с продолжительностью молочного периода 90 дней в послемолочный период способствует повышению среднесуточных приростов на 5,4 %, при снижении себестоимости прироста на 4,4 %, что позволило получить дополнительную прибыль в размере 6,64 рублей на голову за период исследований.



Зависимость себестоимости прироста от затрат кормов на его получение

## Список использованных источников

1. Сушеная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.
2. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – Жодино, 2017. – С. 118.
3. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: // методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
4. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
5. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича, Брянск, 15–16 апреля 2021 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – Ч. 1. – С. 263–271.
6. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
7. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
8. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205.
9. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков [и др.] // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
10. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.
11. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
12. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
13. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
14. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов Международной научно-практической конференции: Смоленск, 09 декабря 2015 г., – Смоленская ГСА, 2015. – Ч.1. – С. 123–130.
15. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.



**В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>, А. К. Натиров<sup>2</sup>, В. Н. Пилюк<sup>1</sup>, Г. В. Бесараб<sup>1</sup>,  
О. Ф. Ганущенко<sup>3</sup>, Л. А. Возмитель<sup>3</sup>, С. А. Цалко<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ «КалмГУ им. Б. Б. Городовикова»

г. Элиста, Республика Калмыкия

<sup>3</sup>УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **КОРМЛЕНИЕ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

*Аннотация.* Включение в рацион молодняка овец галитов (отходы производства ОАО «Беларуськалий») с содержанием калия 0,52–1,3 % от сухого вещества не оказывает влияния на макро- и микроминеральный обмен, физиологическое состояние и продуктивность животных, в связи с чем ими можно заменить более дорогостоящую поваренную соль.

*Ключевые слова:* корма, соль, галиты, молодняк овец, продуктивность, переваримость.

**V. F. Radchikov<sup>1</sup>, A. K. Natirov<sup>2</sup>, V. N. Piluk<sup>1</sup>, G. V. Besarab<sup>1</sup>, O. F. Ganychenko<sup>3</sup>,  
L. A. Vozitel<sup>3</sup>, S. A. Tsalko<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov

Elista, Republic of Kalmykia

<sup>3</sup>UE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine"

Vitebsk, Belarus

<sup>4</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **FEEDING YOUNG SHEEP USING LOCAL MINERALS**

*Abstract.* Inclusion of halite sheep in the diet (waste products of Belaruskali OJSC) with a potassium content of 0.52–1.3 % of the dry matter, it does not affect the macro- and micromineral metabolism, physiological condition and productivity of animals, and therefore they can be replaced by more expensive table salt.

*Keywords:* feed, salt, halites, young sheep, productivity, digestibility.

### **Введение**

Обеспечить отрасль скотоводства биологически полноценным кормлением можно за счет использования комбикормов, белково-минерально-витаминных добавок и премиксов, позволяющих ликвидировать дефицит недостающих элементов питания [1–3].

Основным источником питательных, минеральных и биологически активных веществ для животных являются корма [4, 5]. Однако состав их подвержен значительным колебаниям и зависит от типа почв, климатических условий, вида растений, фазы вегетации, агрохимических мероприятий, технологии уборки, хранения и подготовки кормов к скармливанию и других факторов [6, 7]. Знание естественного содержания питательных веществ и микроэлементов в кормах и ра-

ционах является обязательным условием для организации рационального питания и получения высокой продуктивности животных [8].

Беларусь относится к Нечерноземной зоне, где в рационах всегда недостает таких микроэлементов, как Zn, Cu, Co, I, Mn. Биологическая роль этих элементов исключительно важна не только для обеспечения высокой молочной и мясной продуктивности, но и для здоровья животных и нормальных функций воспроизводства [9, 10].

При несбалансированности минерального питания у животных ухудшаются аппетит, использование питательных веществ корма, снижаются воспроизводительная функция и продуктивность, нарушается структура волосяного покрова. Дефицит микроэлементов может быть вторичным или комплексным, а также возможно одновременное проявление недостатка одного элемента и избытка другого [11].

Овцеводство – одна из важнейших отраслей животноводства. От сельскохозяйственных животных других видов овцы отличаются разносторонней продуктивностью. От них промышленность получает шерсть, смушки и овчины, а население – такие ценные продукты питания, как мясо, жир и молоко. Разведение в хозяйстве овец одновременно с крупным рогатым скотом позволяет более полно и эффективнее использовать кормовые ресурсы, особенно пастбищные угодья.

Организация полноценного кормления овец имеет решающее значение для получения высококачественной мясной и шерстной продукции, а также шубного и кожевенного сырья для промышленности.

Важное значение при этом имеет минеральное питание, организацию которого можно обеспечить только путем приготовления полисолей, премиксов и минеральных добавок по научно обоснованной рецептуре и на промышленной основе при использовании местных источников [12]. К числу их относятся огромные залежи галитовой соли Солигорского калийного бассейна [13, 14].

Состав поваренной соли галитовых отходов 4-го РУ «Беларуськалий» следующий: 90,5–96 % – хлористый натрий, 1,5–3,0 % – хлористый калий, 3–4 % – нерастворимый в воде остаток, представленный преимущественно глинистыми минералами. Содержится в качестве микропримесей:  $3 \times 10^{-4}$  % – серебро;  $1 \times 10^{-2}$  % – титан;  $1,3 \times 10^{-3}$  % – стронций стабильный; бор, селен, цинк, ртуть, медь, кадмий, железо, бром, фтор, свинец, марганец, мышьяк – не обнаружены. Соль не содержит токсичных элементов. Эта соль представляет собой кристаллический хлорид натрия, получаемый в виде галитовых отходов при производстве хлористого калия из сильвинита методом растворения – кристаллизации. Она имеет розоватый и серо-розоватый оттенки, величина частиц составляет от 0,2 до 0,5–0,8 мм [15].

## Основная часть

Цель исследований – изучить эффективность использования галитов в рационах молодняка овец.

Исследования проведены на двух группах баранчиков в возраст 6 месяцев живой массой 40 кг в течение 30 дней. Контрольные и опытные животные получали клеверотимофеечную зеленую массу (отаву) по 4,5–5,0 кг и 0,2 кг комбикорма на голову в сутки (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных в группе	Продолжительность опыта, дни	Особенности кормления
I контрольная	4	30	Основной рацион (ОР) + комбикорм с включением поваренной соли
II опытная	4	30	ОР + комбикорм с включением галитов

Различия в кормлении животных заключалось в том, что контрольным баранчикам ежедневно давали по 12 г поваренной соли, а опытным – по 13 г галитов. Соли скармливали в смеси с комбикормом утром и вечером.

Как показали результаты исследований, потребление зеленой массы в сравниваемых группах составляло 4,1 и 3,9 кг, а воды – 3,7 и 3,6 л каждым баранчиком в сутки. При таком количестве потребляемой травы и комбикорма переваримость питательных веществ опытными баранчиками находилась практически на одинаковом уровне с контрольными, а органические вещества и БЭВ они переваривали на 0,99–1,83 % лучше (табл. 2).

Таблица 2. Потребление и переваримость питательных веществ

Питательные вещества	Контрольная группа (I)		Опытная группа (II)	
	потребление, г	переваримость, %	потребление, г	переваримость, %
Сухое вещество	1209,6	62,05	1101,0	62,40
Органическое вещество	1094,7	64,12	1058,2	65,11
Протеин	192,3	65,09	172,9	64,35
Жир	36,4	47,44	33,5	48,41
Клетчатка	311,2	64,83	269,8	62,16
БЭВ	550,6	61,85	544,2	63,66

В связи с тем, что кормление баранчиков различалось только минеральной подкормкой, важно было определить баланс основных элементов, входящих в их состав, т. е. натрия, хлора и калия, на фоне обмена макроэлементов (азота, кальция и фосфора) и микроэлементов (марганца и меди). Если потребность в хлоре и калии баранчиков обеих групп полностью удовлетворялась за счет кормов, то недостаток натрия в рационах можно было восполнить только введением в него поваренной соли или галитов. Галиты содержали повышенное количество калия (0,52–1,3 %) в сравнении с поваренной солью. Поэтому поступление калия в организм с поваренной солью у контрольных баранчиков составило 0,048 г, или 1,93 % от принятого, а у опытных – 0,12 г, или 5,5 %. Основное количество калия в организм баранчиков обеих групп поступало с растительными кормами и несколько больше – у опытных животных с галитами. Разное потребление калия баранчиками в подкормках оказало определенное влияние на выведение его из организма. Выделение калия с мочой и калом у контрольных баранчиков составило 5,66 и 23,48 % от принятого, а у опытных – 7,79 и 25,88 %. Наибольшие различия между группами установлены по задержанию в организме фосфора и марганца.

Большее потребление калия с галитами опытными баранчиками отразилось на его содержании в крови по сравнению с контрольными. Взаимосвязи между повышенным потреблением калия и выведением натрия из организма не наблюдалось. Выявленные различия по количеству натрия в кале баранчиков двух групп были недостоверными. Следовательно, скармливание галитов, как и обычной поваренной соли, не оказывает существенного влияния на концентрацию этих элементов в различных биологических средах животных.

Исследованиями установлено, что щелочность мочи контрольных баранчиков составила 0,91, опытных – 0,71 г NaOH/100 мл при pH соответственно 8,90 и 8,85. В моче контрольных животных содержалось 7,55 %, опытных – 7,95 % пировиноградной кислоты. Гематологические показатели у опытных баранчиков свидетельствовали о хорошем физиологическом состоянии. По количеству гемоглобина, белка, сахара, кальция опытные баранчики не уступали контрольным, а межгрупповые различия по щелочному резерву и наличию кетоновых тел были недостоверными.

Живая масса животных является одним из общих зоотехнических показателей, по изменению которой можно судить о направленности обмена веществ и продуктивности.

В период физиологического опыта среднесуточный прирост баранчиков составил 195–210 г в контрольной и опытной группах, без достоверных различий.

### Заключение

Включение в рацион молодняка овец галитов (отходы производства ОАО «Беларуськалий») с содержанием калия 0,52–1,3 % от сухого вещества не оказывает влияния на макро- и микроионный обмен, физиологическое состояние и продуктивность животных, в связи с чем ими можно заменить более дорогостоящую поваренную соль.

## Список использованных источников

1. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Междунар. науч.-практ. конференции, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 172–177.
2. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
3. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», с. Солонное Займище, 10–12 августа 2021 г. – Солонное Займище, 2021. – С. 1448–1453.
4. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Междунар. науч.-практ. конференции, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.
5. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
6. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск, 1–2 июля 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.
7. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Брянск, Брянский ГАУ, 2022. – С. 247–252.
8. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.
9. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.
10. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.
11. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.
12. Убушаев, Б. С. Живая масса и обмен веществ у ягнят при выращивании на различных рационах / Б. С. Убушаев, Н. Н. Мороз, А. К. Натыров // АгроЭкоИнфо. – 2016. – № 2 (24). – С. 6.
13. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 16–22.
14. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции, Брянск, 26–27 марта 2020 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2020. – С. 212–216.
15. Слесарев, И. К. Эффективность использования местных источников минеральных веществ в животноводстве / И. К. Слесарев, Н. В. Пилук // Информ. Листок № 5 / Бф ВНИИТЭИ, Агропром. – Минск, 1991.

**В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>, В. П. Цай<sup>1</sup>, А. М. Глинкова<sup>1</sup>, И. В. Малявко<sup>2</sup>,  
А. Г. Менякина<sup>2</sup>, Л. Н. Гамко<sup>2</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

г. Брянск, Российская Федерация

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ РАЗНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЗЕРНА К СКАРМЛИВАНИЮ**

*Аннотация.* В результате изучения переваримости цельного и пророщенного зерна (ячменя и овса) методом *in vivo* установлено, что лучше всего переваривалось зерно, замоченное в 1 % растворе мочевины совместно с 1 % раствором биологически активного препарата оксидата торфа, на втором месте – замоченное в 2 % растворе мочевины. При использовании цельного зерна гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы на уровне контрольной группы, а при скармливании пророщенного зерна наблюдалась тенденция к увеличению почти всех показателей крови. Среднесуточный прирост живой массы при скармливании цельного зерна овса повысился на 10 %, пророщенного ячменя – на 2 %. Снизились затраты кормов на 8,54 и 1,8 % соответственно.

*Ключевые слова:* телята, животные, молодняк крупного рогатого скота, цельное зерно, пророщенное зерно, рацион, среднесуточный прирост.

**V. F. Radchikov<sup>1</sup>, V. P. Tsai<sup>1</sup>, A. M. Glinkova<sup>1</sup>, I. V. Malyavko<sup>2</sup>, A. G. Menyakina<sup>2</sup>,  
L. N. Gamko<sup>2</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>FGBOU IN Bryansk GAU

Bryansk, Russian Federation

<sup>3</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **PRODUCTIVITY OF YOUNG CATTLE WITH DIFFERENT GRAIN PREPARATION TO BE FED**

*Abstract.* As a result of studying the digestibility of whole and sprouted grains (barley and oats) by the *in vivo* method, it was found that grain soaked in 1 % urea solution together with 1 % solution of biologically active preparation peat oxidate was best digested, in second place – soaked in 2 % urea solution. When using whole grains, hematological parameters were within the physiological norm at the level of the control group, and when feeding sprouted grain, there was a tendency to increase almost all blood parameters. The average daily gain in body weight when feeding whole grain oats increased by 10 %, sprouted barley – by 2 %. Feed costs decreased by 8.54 and 1.8 %, respectively.

*Keywords:* calves, animals, young cattle, whole grain, sprouted grain, diet, average daily gain.

### **Введение**

Для восполнения дефицита протеина, углеводов, минеральных веществ и витаминов в рационах выращиваемого ремонтного молодняка широко используются различные кормовые добавки. Оценка рационов кормления молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо показывает, что по многим контролирующим показателям они не соответствуют нормативным

требованиям, поэтому необходимы дальнейшие исследования по повышению полноценности рационов в период выращивания, доращивания и откорма [1–3].

С ростом продуктивности сельскохозяйственных животных значительно возрастают требования к качеству кормов и их способности удовлетворять потребности организма в питательных веществах. Количество и качество получаемой продукции напрямую связано с уровнем кормления [4, 5].

Большое значение в кормлении телят и получения от них высокой генетически обусловленной продуктивности имеет подготовка зерна к скармливанию [6]. По мнению многих ученых [7, 8], наиболее доступным способом повышения полноценности рационов животных (телят, ягнят) является использование осоложенного, пророщенного зерна.

Исследованиями установлено, что применение пророщенного зерна (овса, пшеницы) дополнительно к обогащенному комбикорму способствует повышению среднесуточного прироста живой массы животных [9].

R. Pflgfelder, L. W. Pooney [10] провели опыты, по выяснению влияния проращивания на качество зерна сорго при подготовке его к скармливанию крупному рогатому скоту. В Техасском университете в лабораторных опытах изучали химические и физические изменения в зерне сорго в связи с проращиванием и хранением. Сделано заключение о том, что короткие периоды проращивания (1,5–2 дня) перед анаэробным хранением зерна значительно ускоряют анаэробную микробную ферментацию, что улучшает переваримость сорго для жвачных.

Т. Околеловой, В. Раздуевым [11] в результате исследований установлено, что при введении 17 % пророщенного ячменя в рационы бройлеров среднесуточный прирост увеличился на 4,4%, затраты кормов снизились на единицу прироста на 5,05 %. При включении 20 % пророщенного зерна прирост повысился на 4,8 %, а затраты кормов уменьшились на 3,0 %. Кроме того, при убойе птицы в их тушках оказалось больше брюшного жира, а в мясе – больше белка. При этом существенно уменьшилась концентрация холестерина в крови, печени и мышцах.

Взрослые жвачные животные имеют желудочно-кишечный тип пищеварения в отличие от кишечного у лошадей и свиней. До 50–70 % и более сухих веществ корма у них переваривается в преджелудках и желудке. Клетчатка у жвачных в желудочном пищеварении используется как питательное вещество, а в кишечном – во многом как балластное. При переваривании кормов, богатых клетчаткой, основное напряжение в пищеварительной деятельности у жвачных приходится на преджелудки [12, 13].

В ходе исследований установлено, что цельное и дробленое зерно кукурузы, потребляемое телятами, полностью прекратил усваивать организм в 5-месячном возрасте, т. е. когда установился тип пищеварения, свойственный взрослым животным [14–15].

Использование недробленого зерна в рационах телят не снижает продуктивности, повышает сохранность животных, что положительно сказывается на экономике хозяйства. Однако в литературе данных по этому вопросу крайне мало.

### Основная часть

Научно-хозяйственные опыты проведены в СПК «Большие Новоселки» Борисовского района. Первый – в течение 68 дней по изучению эффективности скармливания цельного зерна ячменя и овса по сравнению с комбикормом в рационах телят на трех группах по 15 голов средней живой массой в начале опыта 66–68 кг. Второй – в течение 65 дней – по изучению эффективности использования пророщенного зерна ячменя по сравнению с комбикормом на двух группах по 15 голов, первоначальной живой массой 67–69 кг по схеме, приведенной в табл. 1.

Животные как контрольной, так и опытных групп в обоих опытах находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Кормили животных по нормам ВАСХНИЛ (1985 г.) два раза в сутки – утром и вечером. Поение осуществляли из автопоилок, ЗЦМ – из ведер.

Содержался молодняк группами беспривязно на щелевых полах.

Во время опытов следили за состоянием здоровья животных визуально и по гематологическим показателям.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество голов в группе	Характеристика кормления
Опыт первый		
I контрольная	15	Основной рацион (ОР) + комбикорм
II опытная	15	ОР + цельное сухое зерно ячменя
III опытная	15	ОР + цельное сухое зерно овса
Опыт второй		
I контрольная	15	Основной рацион (ОР) + комбикорм
II опытная	15	ОР + пророщенное зерно ячменя

Переваримость сырого и органического веществ комбикорма, зерна ячменя и овса сухого и пророщенного изучали методом *in vivo* путем закладки нейлоновых мешочков с навеской в хронические фистулы бычков на 24 часа.

Интенсивность роста, изменение живой массы и среднесуточный прирост изучали путем индивидуального ежемесячного взвешивания животных.

Оплату корма продукцией – по фактическому расходу кормов на единицу прироста живой массы.

Все химические анализы кормов, биоморфологического состава крови выполнены в лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, а также в лаборатории зооанализа и качества кормов РУП «Институт животноводства НАН Беларуси» по гостированным методикам.

Результаты исследований, показали, что лучше переваривалось пророщенное зерно при замачивании его в растворе 1% мочевины + 1 % ОТ и 2 % мочевины (ячмень: сухое вещество (СВ) – 41,24 %, органическое вещество (ОВ) – 42,97 % и 39,21 % и 40,97 % (выше на 2–8 %), овес: СВ – 55,87 %, ОВ – 57,91% и СВ – 48,98 % и 51,02 % (выше на 7–21,5 %) соответственно).

Учет поедаемости кормов показал, что телята всех групп охотно съедали суточный рацион. При этом они получали практически одинаковое количество питательных веществ с небольшими колебаниями, но в пределах норм для данного возраста животных.

Во время опыта следили за состоянием здоровья животных по гематологическим показателям (табл. 2).

Таблица 2. Гематологические показатели

Показатель	Опыт 1			Опыт 2	
	Группа				
	I	II	III	I	II
Гемоглобин, г/л	94,96 ± 0,40	94,46 ± 0,42	94,75 ± 0,39	94,82 ± 0,37	95,44 ± 0,38
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	8,39 ± 0,54	8,45 ± 0,62	8,68 ± 0,49	8,45 ± 0,44	8,75 ± 0,42
Общий белок, г/л	71,20 ± 2,0	71,16 ± 1,9	71,45 ± 0,18	72,06 ± 0,16	72,94 ± 0,20
Щелочной резерв, мг %	385 ± 7,8	390 ± 8,0	388 ± 8,2	402 ± 8,8	412 ± 7,8
Мочевина, ммоль/л	3,30 ± 0,02	3,45 ± 0,01	3,40 ± 0,01	3,54 ± 0,01	3,74 ± 0,01
Глюкоза, ммоль/л	3,29 ± 0,02	3,31 ± 0,01	3,30 ± 0,01	3,35 ± 0,01	3,40 ± 0,01
Кальций, ммоль/л	2,68 ± 0,06	2,70 ± 0,07	2,72 ± 0,06	2,90 ± 0,05	2,94 ± 0,06
Фосфор, ммоль/л	1,36 ± 0,04	1,38 ± 0,03	1,37 ± 0,03	1,40 ± 0,04	1,42 ± 0,03
Каротин, ммоль/л	0,0075 ± 0,00	0,0080 ± 0,0	0,0077 ± 0,0	0,0072 ± 0,00	0,0089 ± 0,00
Витамин А, мкмоль/л	0,035 ± 0,00	0,031 ± 0,0	0,036 ± 0,00	0,037 ± 0,0	0,052 ± 0,00

Из табл. 2 видно, что все морфобиохимические показатели крови у телят в обоих опытах находились в пределах физиологической нормы и существенных различий между группами не имели. Однако следует отметить, что у животных второго опыта, получавших в рационе пророщенное зерно ячменя, наблюдалось некоторое увеличение почти всех показателей, а количество каротина повысилось на 23,61 %, витамина А – на 40,54 %.

Изменение живой массы, среднесуточный прирост и затраты кормов подопытного молодняка приведены в табл. 3.

В первом опыте телята, потреблявшие сухое цельное зерно ячменя и комбикорм, приготовленный в хозяйстве, имели практически одинаковый среднесуточный прирост живой массы 588 и 579 г, а животные, которым скармливали цельное сухое зерно овса, превосходили по приросту молодняк первых двух групп на 10,03 и 11,74 % соответственно.

Таблица 3. Изменение живой массы, среднесуточный прирост и затраты кормов

Группа	Живая масса, кг		Прирост массы		% к контролю	Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед	% к контролю
	в начале опыта	в конце опыта	валовой, кг	среднесуточный, г			
Первый опыт							
I	67	107	40	588	100	4,92	100
II	66	105,4	39,4	579	98,5	4,97	101,0
III	68	112	44	647	110	4,50	91,5
Второй опыт							
I	69	125,2	51,2	865	100,0	3,87	100
II	67	123,6	57,3	882	102,0	3,80	98,2

Затраты кормов оказались самыми низкими в III группе – 4,50 корм. ед. на 1 кг прироста или ниже, чем во I и II группах соответственно на 8,5 и 9,5 %.

При включении в рацион пророщенного зерна ячменя (второй опыт) среднесуточный прирост у телят повысился на 2 % (865 и 881 г соответственно). Затраты кормов на единицу прироста составили соответственно 3,87 и 3,80 корм. ед.

Расчеты экономической эффективности использования сухого зерна ячменя и овса, а также пророщенного ячменя в рационах телят молочного периода показали, что стоимость рациона во всех группах в обоих опытах была практически одинаковой. Однако себестоимость 1 корм. ед. оказалась ниже в III группе (цельное зерно овса) по сравнению с I и II на 1,2 % (I опыт), а при скармливании пророщенного ячменя (II опыт) оказалась одинаковой.

В первом опыте себестоимость 1 кг прироста была фактически на одном уровне в I и II группах, а в III – ниже на 9,65 %. Во втором опыте во II группе, где бычки получали пророщенное зерно, себестоимость прироста снизилась на 1,94 %.

### Заключение

Использование в кормлении телят пророщенного зерна ячменя и овса способствовало улучшению переваримости сухого и органического веществ на 8–21,5 %, тенденции к увеличению почти всех показателей крови, а количество каротина увеличилось на 23,6 %, витамина А – на 40,5 %, увеличению продуктивности на 2 %, снижению затрат кормов на 1,8 %, себестоимости прироста – на 1,94 %.

### Список использованных источников

1. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, Томск, 14 декабря 2021 г. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
2. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 1–2 июня 2023 г. В 3 ч. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – Ч. 1. – С. 16–22.
3. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.



4. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.
5. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.
6. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. научн.-практич. конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солоное Займище, 2021. – С. 1468–1473.
7. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пилук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Междунар. научн.-практ. конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.
8. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.
9. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.
10. Pflugfelder, R. L. The role of germination in sorghum reconstitution / R. L. Pflugfelder, L. W. Rooney // Animal Feed Sc. Technol., 1986. – Vol. 14, № 3–4. – P. 243–254.
11. Околелова, Т. Повышение ценности зерна проращиванием / Т. Околелова, В. Раздуб // Комбикорма. – 1999. – № 2. – С. 36–37.
12. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – 2019. – С. 210–215.
13. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.
14. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
15. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.

Г. Н. Радчикова<sup>1</sup>, Б. К. Салаев<sup>2</sup>, Б. С. Убушаев<sup>2</sup>, А. В. Убушиева<sup>2</sup>,  
А. М. Глинкова<sup>1</sup>, А. Н. Кот<sup>1</sup>, В. В. Никончук<sup>3</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ «КалмГУ им. Б. Б. Городовикова»

г. Элиста, Республика Калмыкия

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## СИСТЕМА КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАМЕНИТЕЛЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

*Аннотация.* Включение в состав комбикорма КР-2 10 % по массе заменителей обезжиренного молока, содержащих 35 и 40 % молочного сахара, является наиболее эффективной нормой при выращивании телят, что обеспечивает увеличение среднесуточного прироста живой массы на 4,8 и 5,5 % и снижение затрат кормов на его получение на 2,9 и 3,9 %.

*Ключевые слова:* телята, заменитель обезжиренного молока, рационы, кровь, приросты, эффективность.

G. N. Radchikova<sup>1</sup>, B. K. Salaev<sup>2</sup>, B. S. Ubushaev<sup>2</sup>, A. V. Ubushieva<sup>2</sup>, A. M. Glinkova<sup>1</sup>,  
A. N. Kot<sup>1</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov

Elista, Republic of Kalmykia

<sup>3</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## CALF FEEDING SYSTEM USING SKIMMED MILK SUBSTITUTE

*Abstract.* The inclusion of 10 % by weight of skimmed milk substitutes containing 35 and 40 % milk sugar in the composition of KR-2 compound feed is the most effective norm for raising calves, which ensures an increase in the average daily live weight gain by 4.8 and 5.5 % and a reduction in feed costs for its production by 2.9 and 3.9 %.

*Keywords:* calves, skimmed milk substitute, rations, blood, gains, efficiency.

### Введение

В повышении продуктивности скота большое значение имеет наличие прочной кормовой базы [1, 2]. По оценкам экспертов, на продуктивность крупного рогатого скота наибольшее влияние оказывает обеспеченность животных полноценными кормами (35–40 %) [3, 4]. Корма играют решающую роль не только как основной источник продуктивности животных, но и в значительной степени характеризуют эффективность производства отрасли, так как более 50 % затрат ложится именно на кормление [5–7].

Одной из главных задач, стоящих перед скотоводством, является получение здорового, хорошо развитого молодняка, имеющего высокие темпы роста, способного эффективно использовать кормовые средства [8, 9].

Большое значение при этом имеют молочные корма, так как в первое время после рождения именно они являются основным источником энергии и питательных веществ для молодых животных [10, 11].

Однако использовать их необходимо достаточно экономно, так как выпаивание цельного молока телятам ведет к увеличению экономических затрат на их выращивание. Кроме того, молоко и молочные продукты являются ценными пищевыми продуктами, потребность в которых постоянно растет [12, 13].

Одним из важных компонентов рациона телят является молочный сахар (лактоза). Его содержание в молоке достигает 4 % [14, 15].

### Основная часть

Цель исследований – определить наиболее эффективные нормы включения молочного сахара в состав заменителей обезжиренного молока для телят в возрасте 65–114 дней.

Для выполнения данной программы проведен научно-хозяйственный опыт на 4 группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 65 дней, живой массой 82,7–83,0 кг по 10 голов в каждой группе.

Различия в кормлении заключались в том, что бычки опытных групп получали комбикорм КР-2 с разным содержанием молочного сахара в составе заменителей обезжиренного молока (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Возраст на начало опыта, дней	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I опытная	10	65	60	ОР – цельное молоко, сено, сенаж + комбикорм КР-2 с включением 10 % ЗОМ1
II опытная	10	65	60	ОР + ЗЦМ, комбикорм КР-2 с включением 10 % ЗОМ 1 по массе
III опытная	10	65	60	ОР + ЗЦМ, комбикорм КР-2 с включением 10 % ЗОМ 2 по массе
IV опытная	10	65	60	ОР + ЗЦМ, комбикорм КР-2 с включением 10 % ЗОМ 3 по массе

Исследованиями установлено, что концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона животных опытных групп составила 9,8–10,0 МДж. Количество основных питательных веществ в сухом веществе находилось: клетчатки – 18 %, жира – 2,7 %, сахара – 2,8–2,9 %.

Исследованиями установлено, что концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона животных опытных групп составила 9,8–10,0 МДж. Количество основных питательных веществ в сухом веществе находилось: клетчатки – 18 %, жира – 2,7 %, сахара – 2,8–2,9 %.

Включение в состав комбикормов заменителей обезжиренного молока 1, 2, 3, содержащего 30, 35, 40 % лактозы оказало положительное влияние на физиологическое состояние животных (табл. 2).

Таблица 2. Биохимические показатели крови в возрасте 121 день

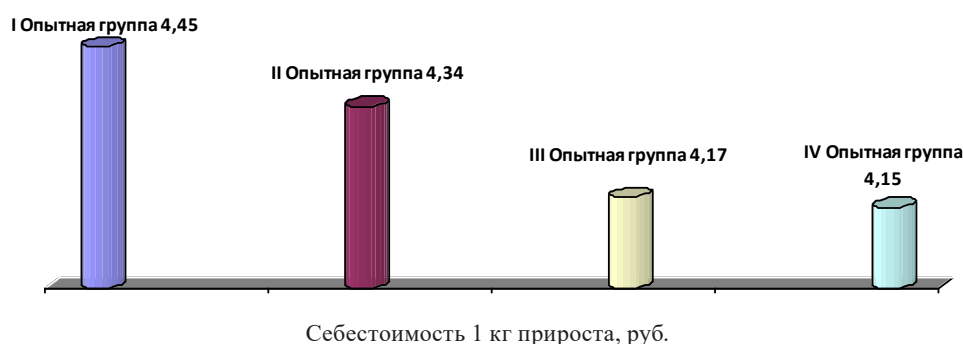
Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,01 ± 0,26	5,98 ± 0,31	6,07 ± 0,17	6,10 ± 0,13
Гемоглобин, г/л	103,4 ± 5,5	100 ± 4,9	104,0 ± 7,9	104,3 ± 6,7
Лейкоциты, $10^9/л$	10,54 ± 0,69	9,75 ± 1,33	10,59 ± 0,78	10,6 ± 0,21
Общий белок, г/л	77,9 ± 1,51	76,2 ± 0,16	79,3 ± 2,43	80,0 ± 0,50
Глюкоза, ммоль/л	4,51 ± 0,29	4,18 ± 0,72	4,62 ± 0,37	4,23 ± 0,53
Мочевина, ммоль/л	4,22 ± 0,15	4,19 ± 0,77	4,10 ± 0,42	4,05 ± 0,3
Кальций, ммоль/л	2,49 ± 0,09	2,51 ± 0,26	2,64 ± 0,28	2,72 ± 0,31
Фосфор, ммоль/л	1,66 ± 0,3	1,59 ± 0,05	1,71 ± 0,28	1,70 ± 0,07
Тромбоциты, $10^9/л$	383 ± 6,7	377 ± 24,1	372 ± 7,9	389 ± 8,2
Гематокрит, %	30,1 ± 1,02	29,2 ± 0,83	29,7 ± 2,09	31,8 ± 0,55

Так, в крови молодняка I, III и IV опытных групп установлено повышение в сравнении со II опытной группой концентрации гемоглобина на 3,4–4,3 %, общего белка – на 2,2–5,0 %.

Введение заменителей обезжиренного молока с содержанием 35 и 40 % молочного сахара в состав комбикорма КР-2 позволило получить среднесуточные приросты 857 и 863 г, что на 4,8 % и 5,5 % выше, чем во II опытной группе, 30 % молочного сахара оказало меньшее действие на животных (табл. 3).

Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточные приросты

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг в начале опыта	82,7 ± 2,47	82,9 ± 2,32	83,0 ± 2,73	82,8 ± 2,46
в конце опыта	135,2 ± 2,71	132 ± 2,19	134,4 ± 2,78	134,6 ± 3,02
Валовой прирост, кг	52,5 ± 0,86	49,1 ± 1,02	51,4 ± 0,64	51,8 ± 1,17
Среднесуточный прирост, г	875 ± 19,24	818 ± 8,55	857 ± 10,66	863 ± 14,56
% к I группе	100	93,5	97,9	98,6
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,10	4,19	3,98	3,84



Животные III и IV опытных групп наиболее эффективно использовали корма, затраты которых оказались ниже, чем в I опытной группе на 2,9 и 3,9 % соответственно. На основании полученных данных установлено, что наиболее эффективным оказалось выращивание телят на рационах с комбикормами, в состав которых вводили ЗОМ 2 и ЗОМ 3 с включением 35 и 40 % лактозы.

Стоимость суточного рациона II, III и IV опытных групп оказалась ниже на 8,7, 8,3 и 7,9 %. Использование заменителей обезжиренного молока, содержащего 35 и 40 % молочного сахара, показало снижение себестоимости прироста по отношению к I группе на 6,3 и 6,7 % (рисунок).

### Заключение

Включение в состав комбикорма КР-2 10 % по массе заменителей обезжиренного молока содержащих 35 и 40 % молочного сахара является наиболее эффективной нормой при выращивании телят, что обеспечивает увеличение среднесуточного прироста живой массы на 4,8 и 5,5 % и снижение затрат кормов на его получение на 2,9 и 3,9 %.

### Список использованных источников

1. Сушеная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.
2. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
3. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин [и др.] // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
4. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.

5. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.
6. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]. – РУП «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
7. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
8. Подготовка зерна к скармливанию как способ повышения эффективности его использования в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 17–18 мая 2018 г. – Красноярск, 2018. – С. 189–194.
9. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
10. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Междунар. науч.-практ. конф., посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Л. Н. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
11. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф., Смоленск, 09 декабря 2015 г. – Смоленск: Смоленская ГСА, 2015. – С. 123–130.
12. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
13. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
14. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С.72.
15. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.

**А. Н. Кот<sup>1</sup>, А. К. Натыров<sup>2</sup>, Н. Н. Мороз<sup>2</sup>, В. С. Убушиева<sup>2</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>,  
А. М. Глинкова<sup>1</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б. Б. Городовикова»  
г. Элиста, Республика Калмыкия

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА СКАРМЛИВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ**

*Аннотация.* Проведен научно-хозяйственный опыт по скормливанию заменителя цельного молока «Старт-4» в сухом виде в составе смеси концентратов. В результате проведения установлено увеличение потребления растительных кормов на 12,6 %. Среднесуточные приросты живой массы животных в опытной группе достоверно увеличились на 6,6 %, а затраты кормов на килограмм прироста снизились на 3,5 %.

*Ключевые слова:* телята, молоко, заменитель цельного молока, энергия роста.

**A. N. Kot<sup>1</sup>, A. K. Natyrov<sup>2</sup>, N. N. Moroz<sup>2</sup>, V. S. Ubushieva<sup>2</sup>, V. F. Radchikov<sup>1</sup>,  
A. M. Glinkova<sup>1</sup>, D. V. Bernatskaya<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov  
Elista, Republic of Kalmykia

<sup>3</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **THE EFFECT OF THE METHOD OF FEEDING THE SUBSTITUTE WHOLE MILK FOR EFFECTIVENESS RAISING CALVES**

*Abstract.* Scientific and economic experiment on feeding calves with milk replacer «Start-4» in the dry state in a mixture of concentrates was carried out. As a result increased consumption of plant feeds by 12.6 % was determined. The average daily live weight gains of animals in the experimental group was significantly increased by 6.6 %, and the cost of feeds per kilogram of gain declined by 3.5 %.

*Keywords:* calves, milk, whole milk replacer, growth energy.

### **Введение**

Как известно, кормление является одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие животных [1–3]. Особенно сильное влияние кормления сказывается на молодняке в начальный период роста, когда используются молочные корма [4, 5]. Именно они имеют наибольшее значение при выращивании молодых животных, так как в первое время после рождения являются основным источником энергии и питательных веществ для молодых животных. В этот же период отмечается наиболее интенсивный рост и развитие органов и систем организма [6–8].

Наиболее актуальной проблемой является выращивание телят, так как потребность в молоке и молочных продуктах постоянно растет [9, 10]. Использование цельного молока для выпойки в хозяйствах стараются сократить, так как скормливание его телятам ведет к увеличению эконо-

мических затрат на выращивание. Затраты на выращивание молодняка при использовании чисто молочных программ кормления достаточно велики. На выпойку одного теленка обычно требуется 250–500 кг цельного молока. В то же время в большинстве стран с развитым молочным скотоводством этот показатель значительно ниже и составляет менее 6 % [11, 12].

Использование высококачественных заменителей цельного молока (ЗЦМ) позволяет сократить затраты цельного молока. Кроме того, использование заменителей цельного молока способствует более быстрому развитию пищеварительной системы и скорейшему переводу телят на рационы, состоящие из концентратов и грубых кормов. Это обусловлено тем, что молоко более питательно, чем заменитель. Кроме того, белки натурального коровьего молока перевариваются медленнее, чем белки ЗЦМ. В связи с этим теленок не ощущает голода до следующего выпаивания. У телят, потребляющих заменитель, желудок быстрее освобождается, в оставшееся время они из-за чувства голода потребляют растительные корма – концентраты, что приводит к раннему развитию рубца и хорошим привесам в дальнейшем [13–15].

В настоящее время принято прекращать выпойку молочных кормов в 3–4-месячном возрасте. Однако чем позднее происходит перевод животных на растительные корма, тем медленнее развивается пищеварительная система. При строгом соблюдении технологии выращивания и высоком качестве концентрированных и травяных кормов прекращать выпойку молоком или заменителем можно и в 2-месячном возрасте. В этом случае существует вероятность того, что телята не смогут получить необходимое количество питательных веществ и, в дальнейшем, будут отставать в росте. Как показывает практический опыт, эффективным приемом является добавление ЗЦМ в состав концентратной смеси для телят старше 2 месяцев в сухом виде. Таким образом, повышается питательная ценность концентратов, а телята охотнее их потребляют.

### Основная часть

Целью работы было изучение эффективности скармливания заменителя цельного молока Старт-4 в жидком виде и в сухом в составе концентратной смеси.

Заменитель Старт-4 предназначен для кормления телят старше 40-дневного возраста и в своем составе содержит 35 % растительных компонентов. Для определения зоотехнической и экономической эффективности скармливания заменителя цельного молока «Старт-4» в составе смеси концентратов молодняку крупного рогатого скота в КУСП «Молодово-Агро» проведен научно-хозяйственный опыт. Опыт проведен на телятах черно-пестрой породы в возрасте 2 месяцев. Были сформированы две группы животных по 15 голов в каждой. Телят в группы подбирали с учетом возраста и живой массы по принципу пар-аналогов. Животные содержались в групповых станках по 7–8 голов. Продолжительность учетного периода составила 60 дней. Условия содержания контрольных и опытных групп были одинаковыми: кормление двукратное, поение из автопоилок. Все исследования проводились в зимне-стойловый период.

Опыт проводился по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество, гол	Продолжительность опыта, дней	Живая масса при постановке на опыт, кг	Условия кормления
I контрольная	15	60	62	Основной рацион (ОР) – сено, сенаж, концентраты + жидкий ЗЦМ
II опытная	15	60	62	(ОР) + сухой ЗЦМ

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе телята получали ЗЦМ в жидком виде, а в опытной он смешивался с концентратами в сухом виде. Жидкий заменитель приготавливался перед каждой выпойкой. Для этого сухой заменитель разбавлялся теплой водой в соотношении 1:8. Приучение к потреблению ЗЦМ происходило постепенно на протяжении 5 дней.

В состав рациона контрольной и опытной групп входило сено злаковое, сенаж разнотравный, комбикорм КР-2, дробленое зерно ячменя и заменитель цельного молока. Как показали исследо-

вания, телята опытной группы по итогам опыта потребили на 12,6 % больше травяных кормов. Концентрированные корма поедались полностью во всех группах. Следует отметить, что в начале опыта потребление кормов находилось на одном уровне в обеих группах, а во второй половине животные опытной группы превосходили по этому показателю контрольную группу.

В структуре рационов травяные корма занимали 23–25 %, концентраты – 54–56 %, молочные – 21 %. Подопытные животные с рационом получали 2,7–2,9 кг сухого вещества. В 1 килограмме сухого вещества содержалось 10,8–11,0 МДж обменной энергии и 1,1 корм. ед. В расчете на 1 корм. ед. приходилось 139–140 протеина. Доля клетчатки в сухом веществе составила 17 % (табл. 2).

Таблица 2. Среднесуточный рацион подопытных телят

Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II
Сенаж разнотравный, кг	0,88	1,00
Сено злаковое, кг	0,80	0,90
Комбикорм КР-2, кг	1,30	1,30
Зерна злаковых, ячмень, кг	0,20	0,20
ЗЦМ «Старт» 4, кг	0,50	0,50
В рационе содержится :		
Корм. ед.	3,12	3,21
Обменная энергия, МДж	30,6	31,7
Сухое вещество, г	2776	2909
Сырой протеин, г	433	448
Сырой жир, г	96,4	100,1
Сырая клетчатка, г	447	492
БЭВ, г	1640	1701
Кальций, г	21,4	22,4
Фосфор, г	12,4	12,6
Магний, г	4,83	5,04
Калий, г	30,8	33,4
Сера, г	6,57	6,87
Железо, мг	531	577
Медь, мг	21,6	22,2
Цинк, мг	157	160
Марганец, мг	221	232
Кобальт, мг	1,77	1,79
Йод, мг	1,90	1,95
Каротин, мг	18,2	20,6

Для контроля за состоянием здоровья телят были отобраны образцы крови у трех животных из каждой группы. Анализ результатов гематологических исследований показал, что все они находились в пределах физиологических норм без достоверных различий между группами (табл. 3).

Это свидетельствует о том, что замена цельного молока в рационах телят опытным заменителем не оказала отрицательного влияния на физиологические процессы, протекающие в организме.

Скармливание заменителя цельного молока как в жидком, так и в сухом виде не оказало существенного влияния на состояние здоровья телят, так как все исследуемые гематологические показатели были в пределах физиологической нормы.

Достоверной разницы между показателями крови во всех подопытных группах не было, однако отмечено незначительное снижение содержания глюкозы в крови животных опытной группы на 5,1 %, каротина на 7,7 %. В то же время щелочной резерв увеличился на 4,1 %.

Однако наблюдаемые изменения не достоверны.



Таблица 3. Морфобioхимические показатели крови

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	7,78 ± 0,06	7,83 ± 0,06
Гемоглобин, г/л	116 ± 0,58	118 ± 0,69
Общий белок г/л	63 ± 0,69	64,5 ± 0,40
Глюкоза ммоль/л	3,32 ± 0,08	3,15 ± 0,10
Мочевина ммоль/л	3,38 ± 0,05	3,44 ± 0,07
Щелочной резерв ммоль/л	21,9 ± 0,46	22,8 ± 0,29
Кальций ммоль/л	2,88 ± 0,03	2,78 ± 0,05
Фосфор ммоль/л	1,79 ± 0,03	1,76 ± 0,05
Каротин ммоль/л	1,31 ± 0,05	1,21 ± 0,07

Одним из основных показателей эффективности использования любого корма является продуктивность животных. Полученные в опыте данные по динамике живой массы представлены в табл. 4.

Таблица 4. Динамика живой массы и среднесуточный прирост у подопытных животных

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	62,3 ± 0,49	62,4 ± 0,460
в конце опыта	105,8 ± 0,9	108,9 ± 1,210
Валовой прирост	43,6 ± 0,67	46,4 ± 0,8
Среднесуточный прирост	726 ± 10,97	774 ± 13,14
в % к контролю	100	106,6
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм ед.	4,3	4,15

Как показали контрольные взвешивания среднесуточные приросты живой массы находились на уровне 726–774 г. Увеличение потребления кормов животными опытной группы оказало положительное влияние на энергию их роста. Среднесуточный прирост живой массы достоверно увеличился на 6,6 %, или на 48 г. В результате валовой прирост за период проведения исследований в опытной группе телят был выше на 2,8 кг, что способствовало снижению затрат кормов на килограмм прироста на 3,5 %.

### Заключение

Скармливание заменителя цельного молока в сухом виде «Старт-4» в составе смеси концентратов телятам 2–4 месячного возраста способствует увеличению потребления растительных кормов на 12,6 %, среднесуточных приростов живой массы на 6,6 % и снижению затрат кормов на килограмм прироста 3,5 %.

### Список использованных источников

1. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.
2. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
3. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы

ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянский государственный аграрный университет, Брянск: 2023. – С. 213–220.

4. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – 2019. – С. 210–215.

5. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пиллюк, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.

6. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.

7. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2023. – С. 16–22.

8. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2023. – С. 172–177.

9. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Брянск, 24–25 марта 2022 г.) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2022. – С. 247–252.

10. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалаева, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.

11. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2020. – С. 452–455.

12. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.

13. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2023. – С. 52–57.

14. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – 2022. – С. 252–256.

15. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалаева, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.

Ю. Ю. Ковалевская<sup>1</sup>, Т. Л. Сапсалева<sup>1</sup>, И. Б. Измайлович<sup>2</sup>, Н. А. Садомов<sup>2</sup>,  
В. С. Токарев<sup>3</sup>, Е. А. Долженкова<sup>3</sup>, Л. А. Возмитель<sup>3</sup>, О. Л. Екельчик<sup>4</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Республика Беларусь

<sup>3</sup>УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРОТЕИНА НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Аннотация.* Установлено, что рационы с расщепляемостью протеина 61–66 % в организме бычков активизируют ферментативные процессы в рубце, повышают переваримость питательных веществ на 3,8–10,1 %, что позволяет получать среднесуточные приросты 1036–1075 г, что на 4,2–8,1 % выше контроля при затратах кормов 6,79–7,04 корм. ед.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, рационы, расщепляемый и нерасщепляемый протеин, кровь, приросты.

Y. Y. Kovalevskaya<sup>1</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>1</sup>, I. B. Izmailovich<sup>2</sup>, N. A. Sodomov<sup>2</sup>, V. S. Tokarev<sup>3</sup>,  
E. A. Dolzhenkova<sup>3</sup>, L. A. Vozitel<sup>3</sup>, O. L. Ekelchik<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>UE "Belarusian State Agricultural Academy"

Gorki, Republic of Belarus

<sup>3</sup>UE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine"

Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## THE EFFECT OF PROTEIN QUALITY ON METABOLISM AND PRODUCTIVITY OF YOUNG CATTLE

*Abstract.* It was found that diets with protein cleavage of 61–66 % in the body of bulls activate enzymatic processes in the rumen, increase the digestibility of nutrients by 3.8–10.1 %, which allows to obtain average daily gains of 1036–1075 g, which is 4.2–8.1 % higher than control at feed costs of 6.79–7.04 feed units.

*Keywords:* young cattle, rations, cleavable and non-cleavable protein, blood, increments.

### Введение

Проблема повышения эффективного использования питательных веществ рационов приводит к необходимости выявления факторов, влияющих на процессы пищеварения, всасывания и усвоения их жвачными животными. Она является многокомпонентной и остается во многом еще не раскрытой [1–4].

Достижения в области физиологии и биохимии жвачных животных позволили создать новые концепции оценки протеина корма и его нормирования для этой группы животных. Важное место

в них отводится биосинтетическим процессам в преджелудках, которые оказывают решающее влияние на обеспечение организма белком и аминокислотами [5–8].

Повышенный интерес к этой проблеме вызван необходимостью совершенствования норм протеинового питания, так как до настоящего времени они не полностью учитывают физиологические особенности жвачных животных. Это часто приводит к перерасходу кормового белка, недополучению и удорожанию продукции [9–12].

В то же время новые подходы в оценке и нормировании протеинового питания с учетом его качества являются теоретическими основами повышения эффективности его использования [13–15].

В связи с этим назрела необходимость изучения влияния протеина разного качества на процессы рубцового пищеварения и переваримость питательных веществ молодняком крупного рогатого скота, чему и посвящены данные исследования.

### Основная часть

Целью исследований явилось изучение влияния рационов с разным качеством протеина на процессы рубцового пищеварения и использование питательных веществ бычками.

Для определения оптимальной потребности в расщепляемом и нерасщепляемом протеине в рационе проведен физиологический опыт на молодняке крупного рогатого скота в возрасте 8 месяцев. Продолжительность опыта 30 дней (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество животных, гол.	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе 70:30
II опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе 60:40
III опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе 50:50
IV опытная	4	30	Соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе 40:60

Контрольная группа получала в составе рациона кукурузный силос и комбикорм стандартный без обработки зерновых компонентов способом экструдирования. В опытных группах ячмень, тритикале, пшеницу, вводимые в комбикорма, подвергали обработке для снижения расщепляемости протеина комбикорма в рубце.

Рацион для молодняка крупного рогатого скота состоял из сенажа злаково-бобового, кукурузного силоса, шрота подсолнечного, комбикорма, приготовленного в хозяйстве в комбикормовом цехе.

Животные II, III и IV опытных групп получали аналогичный рацион с той лишь разницей, что комбикорма содержали практически одинаковое количество сырого протеина при различном соотношении расщепляемой и нерасщепляемой фракции. Различное соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина в комбикорме обеспечивало разное количество в рационе. Для определения эффективности скармливания рационов с различной расщепляемостью протеина проведен научно-хозяйственный опыт в условиях РУП «Экспериментальная база «Жодино» Смолевичского района Минской области. Для этой цели были подобраны 4 группы молодняка крупного рогатого скота 6-месячного возраста по схеме, представленной в табл. 1. Нормы потребности в протеине определялись при продуктивности 1000 г.

При проведении научно-хозяйственного опыта по определению оптимального соотношения фракций протеина для молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6–12 месяцев основные компоненты (ячмень, тритикале, пшеница) комбикорма подвергали обработке (экструдированию), а затем заменяли в нем необходимое количество необработанных компонентов обработанными, что позволило, скармливая такой комбикорм, регулировать расщепляемость протеина в рационах.

Для определения содержания в исследуемых кормах расщепляемого и нерасщепляемого протеина в условиях физиологического корпуса были проведены опыты *in vivo* на бычках с использованием нейлоновых мешочков с периодом выдержки исследуемых кормов в рубце в течение 6–8 часов.

О физиологическом состоянии животных во время опытов судили по гематологическим показателям. Кровь для исследований брали из яремной вены утром, спустя 2–3 часа после кормления в начале и конце опыта.

Динамику живой массы учитывали при индивидуальном взвешивании подопытных животных в начале и конце опыта.

В результате исследований установлено, что расщепляемость протеина контрольного рациона соответствовала величине 69 %, II опытного – 59%, III – 57%, IV – 52 %.

В табл. 2 представлены показатели рубцового пищеварения.

Таблица 2. Показатели рубцового пищеварения

Группы	рН	ЛЖК, ммоль/л	Инфузории, тыс/мл	Аммиак, мг %	Азот, мг %		
					общий	небелковый	белковый
I	7,1	10,6	415	20,3	182,9	62,7	120,2
II	6,3	12,0	505	18,0	190,0	64,8	129,0
III	6,5	11,6	488	18,9	188,6	60,7	127,9
IV	6,6	11,2	423	20,0	183,5	61,1	122,4

Представленные данные свидетельствуют о том, что у бычков II опытной группы при расщепляемости протеина 59 % в рубцовой жидкости содержалось 12,0 ммоль/л ЛЖК, что на 13 % превышало их уровень в контроле при снижении величины рН на 11 %. Увеличение количества инфузорий в рубце с 415 до 505 тыс/мл или на 22 % способствовало лучшему усвоению аммиака, и его концентрация снизилась на 11 % ( $p > 0,05$ ). Это сопровождалось увеличением общего азота в рубцовой жидкости на 4,0 %, белкового – на 7,3 %. Несколько меньшие различия по изучаемым показателям отмечены в III опытной группе.

Концентрация ЛЖК в III опытной группе повышалась на 9,4 %, количество инфузорий – на 18 %, содержание общего азота – на 3,1 %, белкового – на 6,4 %, количество аммиака снизилось на 7 %.

На основании данных о потреблении кормов рациона и выделения продуктов обмена определены коэффициенты переваримости питательных веществ (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты переваримости, %

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Сухое вещество	64,2 ± 1,0	65,0 ± 2,5	65,7 ± 1,4	63,8 ± 0,5
Органическое вещество	67,6 ± 0,8	68,0 ± 2,4	68,9 ± 1,2	66,9 ± 0,5
Жир	47,1 ± 4,7	57,2 ± 9,0	56,1 ± 2,4	55,2 ± 0,7
Протеин	59,9 ± 1,6	63,7 ± 4,4	67,3 ± 1,6	59,0 ± 1,6
Клетчатка	51,8 ± 1,3	52,0 ± 3,0	52,6 ± 2,4	50,4 ± 0,8
БЭВ	73,1 ± 0,8	72,7 ± 1,7	73,2 ± 1,3	72,3 ± 0,6

Полученные данные свидетельствуют о том, что переваримость сухого и органического веществ наибольшей была у животных II и III опытных групп, расщепляемость протеина рациона у которых составляла 57–59 %. Данная закономерность отмечена и по остальным питательным веществам, кроме БЭВ. В тоже время переваримость протеина бычками II и III групп повысилась на 3,8 и 8,3 %, по сравнению с животными контрольной и IV групп.

Данные по использованию азота организмом подопытных животных показали, что наибольшее поступление его с кормами рациона установлено у бычков III группы.

Процент отложения его от принятого больше был также у этой группы. Правда показатель отложения от переваренного несколько снизился по отношению к контрольной и II и IV опытным группам из-за большей его потери с мочой.

Скармливание рационов с разным качеством протеина оказал влияние на использование кальция. Поступление его с кормами рациона в организм бычков было неодинаковым, наибольшее его потребление отмечено в I контрольной группе, составившее 31,43 г, или на 6,8 %, 17,8 и 9,3 % выше, чем во II, III и IV опытных группах, однако и выделение этого элемента с калом оказалось наибольшим, что в результате позволило получить отложение от принятого между группами этого элемента с минимальной разницей.

Поступление фосфора, важного элемента питания в организме, у различных групп находилось практически на одинаковом уровне с минимальными межгрупповыми различиями. Наименьшее выделение с калом отмечено в III опытной группе, в результате невысокого выделения его с мочой получился наибольший показатель отношения в организме от принятого, составивший 55 %.

Анализируя данные показателей крови животных можно отметить, что все они находились в пределах физиологической нормы (табл. 4). По отдельным показателям отмечены некоторые межгрупповые различия. Так, незначительно меньшее содержание гемоглобина отмечено в крови бычков III группы. Обнаружено несколько увеличенное количество лейкоцитов в крови бычков контрольной группы. Вместе с тем, содержание общего белка повысилось во II и III группах на 2,5–3,8 %, а мочевины снизилось на 10–13 %.

Таблица 4. Морфобиохимический состав крови

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Гемоглобин, г/л	90,3 ± 0,1	91,3 ± 0,3	86,3 ± 0,2	89,7 ± 0,1
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	8,14 ± 0,1	8,31 ± 0,3	8,11 ± 0,2	8,5 ± 0,2
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	7,9 ± 0,9	7,6 ± 1,0	7,4 ± 1,5	7,2 ± 0,8
Общий белок, г/л	71,2 ± 3,0	73,9 ± 0,4	73,0 ± 1,7	70,8 ± 1,9
Глюкоза, ммоль/л	7,37 ± 0,1	7,27 ± 0,0	7,17 ± 0,1	7,07 ± 0,1
Мочевина, ммоль/л	2,3 ± 0,1	2,01 ± 0,2	2,08 ± 0,1	2,1 ± 0,1
Кальций, ммоль/л	2,50 ± 0,2	2,65 ± 0,0	3,10 ± 0,1	2,60 ± 0,1
Фосфор, ммоль/л	2,22 ± 0,01	2,19 ± 0,0	2,56 ± 0,1	2,36 ± 0,2
Альбумины, г/л	36,47 ± 0,7	35,23 ± 0,5	33,37 ± 0,3	35,33 ± 0,6
Глобулины, г/л	35,43 ± 2,1	36,67 ± 0,7	35,2 ± 1,6	35,4 ± 1,9
Кислотная емкость по Неводову, мг%	506 ± 6,7	500 ± 11,5	513 ± 6,6	500 ± 11,5
Магний, ммоль/л	1,92 ± 0,04	1,17 ± 0,1	1,36 ± 0,02	1,67 ± 0,02
Железо, ммоль/л	27,23 ± 4,5	27,06 ± 1,2	19,86 ± 3,4	17,4 ± 2,0
Холестерин, ммоль/л	1,76 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,03 ± 0,2	2 ± 0,1
Бактерицидная активность, %	67,98 ± 9,2	73,64 ± 10,1	76,83 ± 3,9	62,27 ± 5,2
β-лизинная активность, %	15,61 ± 0,4	15,58 ± 0,2	15,33 ± 0,2	15,80 ± 0,2
Лизоцимная активность, %	4,16 ± 0,5	4,3 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,6 ± 0,1

По содержанию кальция и фосфора в крови имелись некоторые различия в III группе в сторону увеличения по сравнению с остальными группами.

Фракционный состав белка, в частности альбумины и глобулины, показал, что по группам разница была незначительная.

По схеме физиологического опыта был организован научно-хозяйственный опыт.

Питательность рационов по фактически съеденным кормам всеми группами составила 7,2–7,3 корм. ед. В рационах всех опытных групп содержалось 7,73–7,80 кг сухих веществ.

На 1 кг сухого вещества рациона приходилось 119–120 г сырого протеина. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона находилась на уровне 10,4–10,5 МДж.

Соотношение расщепляемого к нерасщепляемому протеину соответствовало в контрольной группе – 69:31, во II опытной – 66:34, в III опытной – 61:39, IV опытной – 56:44.

Все показатели крови находились в пределах физиологической нормы.

Одним из основных показателей качества скармливаемых рационов является продуктивность выращиваемого молодняка (табл. 5).

Таблица 5. Живая масса и среднесуточные приросты

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Живая масса в начале опыта, кг	179,2 ± 2,3	177,4 ± 3,3	176,0 ± 3,1	175,6 ± 4,2
Живая масса в конце опыта, кг	358,2 ± 3,4	370,9 ± 6,6	362,5 ± 7,4	356,0 ± 6,9
Валовый прирост, кг	179,0 ± 1,8	193,5 ± 5,7	186,5 ± 6,8	180,4 ± 5,9
Среднесуточный прирост, г	994 ± 10,0	1075 ± 31,7	1036 ± 38,2	1002 ± 10,9
В % к I группе	100	108,1	104,2	101

Живая масса подопытных бычков в начале опыта находилась на уровне 176–179 кг. Продуктивность за период опыта 180 дней составила у бычков контрольной группы 179 кг, II опытной – 194, III – 187, IV опытной – 180 кг. Среднесуточный прирост в I группе находился на уровне 994 г, во II и III – повысился на 81 и 42 г или на 8 и 4 %. В IV опытной группе среднесуточный прирост повысился на 8 г или на 1 %.

Затраты кормов на 1 кг прироста составили в контрольной группе 7,24 корм. ед., а во II и III опытных – 6,79 и 7,04 или снизились на 7 и 4 %. В IV опытной группе затраты кормов были на уровне контроля.

### Заключение

Скармливание рационов с расщепляемостью протеина 57–59 % (группы II и III) в рубце повышает концентрацию ЛЖК на 9,4–13,2 %, количество инфузорий – на 18–22 %, содержание общего азота – на 3,1–4,0 %, белкового – на 6,4–7,3 %, снижает количество аммиака – на 7–11%. При этом переваримость сухого и органического вещества увеличивается на 1,0–2,0 %, протеина – на 3,8–8,3 %, жира – на 9,0–10,1 %.

Использование рационов с расщепляемостью протеина бычками 57–59 % оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови. При этом повышается концентрация общего белка на 2,5–3,8 %, снижается количество мочевины на 10–13 %.

Рационы с расщепляемостью протеина 61–66 % позволяют получить среднесуточные приросты 1036–1075 г при затратах кормов на 1 кг прироста 6,79–7,04 кормовых единиц.

### Список использованных источников

1. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Л. Н. (15–16 апреля 2021 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
2. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
3. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
4. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
5. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси,

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.

6. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 123–130.

7. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.

8. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С.72.

9. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. (Гродно, 18 мая 2018 года): ветеринария, зоотехния. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.

10. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]. – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.

11. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин [и др.] // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.

12. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.

13. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. – 118.

14. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.

15. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205.



**И. А. Голуб<sup>1</sup>, М. Е. Маслинская<sup>1</sup>, Т. Л. Сапсалева<sup>2</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>2</sup>,  
П. В. Скрипин<sup>3</sup>, А. В. Козликин<sup>3</sup>, С. А. Цалко<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>РНДУП «Институт льна»

*аг. Устье, Витебская обл., Оршанский р-н, Беларусь*

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

*г. Жодино, Республика Беларусь*

*E-mail: labkrs@mail.ru*

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

*п. Персиановский, Ростовская обл., Российская Федерация*

<sup>4</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

*г. Минск, Республика Беларусь*

*E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ЖМЫХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ**

*Аннотация.* Разработаны составы комбикормов с использованием жмыха из льна масличного и льна-долгунца для телят молочного периода, определено влияние скармливания льняного жмыха на обменные процессы в организме животных, эффективность использования корма, применение разного количества белкового сырья в составе комбикорма, изучен состав и перспективы использования семян и жмыха льна-долгунца и льна масличного в качестве компонента комбикорма.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, экономическая эффективность, лён масличный, лён-долгунец, жмыхи льна.

**I. A. Golub<sup>1</sup>, M. E. Maslinskay<sup>1</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>2</sup>, V. F. Radchikov<sup>2</sup>,  
P. V. Skripin<sup>3</sup>, A. V. Kozlikin<sup>3</sup>, S. A. Tsalko<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>RNDUP "Flax Institute"

*Ustye ag., Vitebsk region, Orsha district, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

*Zhodino, Republic of Belarus*

*E-mail: labkrs@mail.ru*

<sup>3</sup>FGBOU VO "Don State Agrarian University"

*P. Persianovsky, Rostov region, Russian Federation*

<sup>4</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

*Minsk, Republic of Belarus*

*E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **CAKE IN FEEDING CALVES**

*Abstract.* Compound feed formulations using oilseed flax and long-lived flax cake for dairy calves have been developed, the effect of feeding flax cake on metabolic processes in the animal body, the efficiency of feed use, the use of different amounts of protein raw materials in the compound feed has been determined, the composition and prospects for the use of seeds and long-lived flax and flax cake have been studied oilseed oil as a component of a compound feed.

*Keywords:* young cattle, compound feeds, rations, blood, productivity, economic efficiency, oilseed flax, long-lived flax, flax cakes.

## **Введение**

Технология кормления телят включает комплекс производственных процессов, направленных на получение здоровых животных, их рост и развитие во все возрастные периоды в соответствии с биологическими закономерностями [1–4].

Выбор эффективных и одновременно дешевых белковых компонентов для кормления животных является одной из основ высокопродуктивного животноводства [5, 6]. Сельхозпредприятия

республики по производству продукции животноводства закупают за границей недостающее протеиновое сырье (частично, не в полном объеме), затрачивая огромные валютные средства, повышая себестоимость производимой продукции в стране, снижая эффективность ведения отрасли животноводства [7, 8].

В агропромышленном комплексе Республики Беларусь проблема повышения протеиновой и энергетической питательности рационов сельскохозяйственных животных является актуальной. Поиск биологически полноценных, местных и недорогих кормовых средств, увеличивающих продуктивное действие корма, улучшающих обменные процессы в организме животных и повышающих их продуктивность, сохранность, является важной задачей, стоящей перед животноводческой отраслью Республики Беларусь [9–11].

Одной из основ высокопродуктивного животноводства является выбор эффективных и одновременно дешевых белковых компонентов для кормления животных [12–15]. Решение данной проблемы – увеличение производства собственных высокопротеиновых кормов.

### Основная часть

Цель исследований – разработать составы комбикормов с использованием жмыха из льна масличного и льна-долгунца для телят молочного периода, определить влияние скармливания льняного жмыха на обменные процессы в организме, эффективность использования корма, применение разного количества в составе комбикорма, изучить состав и перспективы использования семян и жмыха льна-долгунца и льна масличного в качестве компонента комбикорма.

Для достижения поставленной цели отобраны образцы кормов, используемые в кормлении молодняка крупного рогатого скота (молоко цельное, сено злаковое, сенаж, силос, комбикорма, жмых льна масличного, жмых льна-долгунца, шрот подсолнечный). Анализ содержания питательных веществ в кормах проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме зоотехнического анализа.

Проведен научно-хозяйственный опыт на молодняке крупного рогатого скота с 10 дневного возраста в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на МТК «Рассошное» по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственных исследований на телятах молочного периода

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	43,8	10	65	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, сенаж + комбикорм КР-1 с включением шрота подсолнечного в количестве 15 % по массе
II опытная	44,1	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 15 % по массе
III опытная	44,3	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 % по массе
IV опытная	44,3	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 25 % по массе

Согласно схеме опыта, комбикорма КР-1 приготавливали непосредственно в хозяйстве с использованием местных источников сырья, в качестве источника молочного белка использовали ЗЦМ. Научно-хозяйственный опыт проведен на молодняке крупного рогатого скота молочного периода выращивания – телята в возрасте 10–75 дней. Для проведения исследований сформированы по принципу пар-аналогов четыре группы клинически здоровых животных по 10 голов в каждой со средней живой массой 43,8–44,3 кг с учетом возраста, живой массы. Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление телят в течение опыта осуществляли дважды в сутки, содержание в индивидуальных полимерных боксах «домиках». Приучение к комбикорму постепенное.

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а их аналоги опытных групп потребляли комбикорма с разным вводом в его состав жмыха льна-долгунца: 15 %, 20 и 25 % по массе.

Исследованиями установлено, что поедаемость кормов животными за период исследований между группами незначительно имела различия.

Концентрация обменной энергии в сухом веществе среднего рациона подопытных животных составила 14,22–14,32 МДж. В сухом веществе рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 305,0 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 302,5–318,8 г.

На основании результатов исследований установлено, что в крови телят с изменением кормов в рационе, включением различного количества белковых кормов в состав комбикормов происходит насыщение ее эритроцитами на 4,3–4,8 % (табл. 2).

Таблица 2. Морфобиохимический состав крови телят в возрасте 75 дней

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	4,16 ± 0,06	4,13 ± 0,31	4,34 ± 0,10	4,36 ± 0,12
Гемоглобин, г/л	102,33 ± 0,88	106,33 ± 1,76	107,67 ± 2,33	107,33 ± 2,19
Лейкоциты, $10^9/л$	9,40 ± 0,12	9,33 ± 0,07	9,37 ± 0,43	9,37 ± 0,07
Общий белок, г/л	61,53 ± 4,60	63,10 ± 0,59	62,33 ± 0,55	61,27 ± 3,69
Глюкоза, ммоль/л	4,10 ± 0,22	4,06 ± 0,50	4,05 ± 0,11	4,06 ± 0,33
Мочевина, ммоль/л	2,06 ± 0,27	2,02 ± 0,27	2,03 ± 0,08	2,04 ± 0,16
Кальций, ммоль/л	2,53 ± 0,17	2,50 ± 0,08	2,51 ± 0,15	2,52 ± 0,07
Фосфор, ммоль/л	2,27 ± 0,20	2,28 ± 0,19	2,29 ± 0,10	2,27 ± 0,06

Концентрация железосодержащего глобулярного белка при этом зафиксирована сверх аналогов контрольного значения на 3,9–5,2 %, что свидетельствует об интенсивности обмена питательных веществ.

Действие лейкоцитов связано с участием в защитных и восстановительных процессах. Концентрация лейкоцитов в крови опытного молодняка находилась на уровне показателя контрольных аналогов. Данный показатель имел значение в пределах физиологической нормы.

В ходе исследований установлено, что с использованием рационов телятами II и III опытных групп, в их крови отмечен рост содержания общего белка на 2,6 и 1,3 % по отношению к контрольному значению.

Скармливание комбикормов с вводом 15 % и 20 % жмыха льна-долгунца привело к снижению уровня мочевины в крови животных опытных групп и имело устойчивую положительную тенденцию. Так, в крови телят II и III опытных групп отмечено снижение мочевины по сравнению с показателем в крови сверстников контрольной группы на 1,9 и 1,5 % соответственно.

В крови молодняка II и III опытных групп концентрация глюкозы снизилась на 1,0 и 1,2 % соответственно по отношению к контрольному показателю, хотя эти значения находились в пределах физиологической нормы.

Учитывая все межгрупповые различия в показателях крови, установлено, что все они находились в пределах физиологической нормы и указывают на нормальное течение обменных процессов.

По результатам взвешивания определено, что среднесуточные приросты живой массы подопытных телят оказались различными и составили 682–708 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие комбикорма с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма (III и IV опытные группы). На основании контрольных кормлений установлено увеличение количества съеденного комбикорма в данных группах (табл. 3).

Так, скармливание молодняку III опытной группы комбикорма с включением 20 % жмыха льна-долгунца, позволило получить более высокий среднесуточный прирост в количестве 703 г, по отношению к контрольному значению – на 3,1 %.

**Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточные приросты телят при скармливании комбикормов на основе различных дозровок жмыха льна-долгунца**

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	43,8 ± 0,8	44,1 ± 0,9	44,3 ± 0,8	44,3 ± 1,1
в конце опыта	88,8 ± 1,6	89,5 ± 2,4	90,7 ± 1,8	91,0 ± 2,9
Валовый прирост, кг	45,0 ± 1,3	45,4 ± 2,0	46,4 ± 1,2	46,7 ± 2,4
Среднесуточный прирост за опыт, г	682 ± 24,5	688 ± 35,6	703 ± 22,4	708 ± 43,0
% к контролю	100,0	100,9	103,1	103,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,28	3,31	3,31	3,31

Повышение ввода исследуемого корма до 25 % от массы комбикорма (IV опытная группа), способствовало увеличению прироста молодняка в возрасте 10–75 дней на 3,8 % (708 г) по отношению к контрольному значению.

На основании результатов по расчету экономической эффективности, основанной на затратах кормов и их стоимости, установлено, что оптимальными по себестоимости продукции отмечены рационы животных опытных групп, включающие комбикорма с 15, 20 и 25 % вводом жмыха льна-долгунца, имеющие меньшую стоимость по отношению к контролю.

Установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикормов с вводом 15, 20 и 25 % жмыха льна-долгунца по массе, способствовало уменьшению стоимости их рациона, что привело к снижению себестоимости продукции на 0,28 %, 1,70 и 3,02 %.

Таким образом, скармливание комбикормов с вводом жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % телятам в возрасте 10–75 дней позволило за период исследований получить от молодняка прирост живой массы в сутки 703 и 708 г при затратах кормов на продукцию 3,31 и 3,31 корм. ед., а также является экономически целесообразным, что выразилось в повышении среднесуточного прироста до 3,8 % при снижении себестоимости на получение продукции на 2,73 и 4,43 %.

### Заключение

Скармливание комбикорма с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % телятам в возрасте 10–75 дней, способствовало повышению в их крови концентрации эритроцитов на 4,3 и 4,8 %, гемоглобина – на 5,2 и 4,9 %, общего белка – до 1,3 %, при снижении количества мочевины на 1,5 и 1,0 %.

Установлено влияние использования жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма для телят 10–75-дневного возраста, выразившееся в получении среднесуточных приростов живой массы молодняка за период опыта – 703 и 708 г, или на 3,1 и 3,8 % выше контрольного значения, при снижении себестоимости прироста на 1,7 и 3,02 %.

Изучено физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней, выращенного в молочный период на комбикормах с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 %, что характеризуется улучшением морфобиохимического состава крови, выразившимся повышением количества общего белка в сыворотке на 6,0 и 12,0 %, при снижении концентрации мочевины на 1,0 и 1,5 %.

Выявлено, что включение в рацион молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикорма с вводом жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % дает возможность повысить продуктивность животных, выразившуюся в увеличении среднесуточных приростов живой массы на 2,6 и 4,3 % (700 и 711 г) при наиболее эффективном использовании корма, затраты которых снижены на 1,8 и 1,0 % по отношению к контролю, что привело к снижению себестоимости прироста на 1,04 и 2,45 %.

### Список использованных источников

1. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.
2. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58. – № 1. – С. 160–171.
3. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
4. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
5. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (Жодино, 17–19 декабря, 2019 г.). – Минск: Беларуская навука, 2019. – С. 210–215.
6. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С.16–22.
7. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 172–177.
8. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.
9. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.
10. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, Брянский ГАУ, 2022. – С. 247–252.
11. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.
12. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянский государственный аграрный университет. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.
13. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.
14. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.
15. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.

**В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>, А. Г. Менякина<sup>2</sup>, Т. Л. Сапсалёва<sup>1</sup>, Г. В. Бесараб<sup>1</sup>,  
И. А. Голуб<sup>3</sup>, М. Е. Маслинская<sup>3</sup>, В. В. Никончук<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

г. Брянск, Российская Федерация

<sup>3</sup>РНДУП «Институт льна»

аг. Устье, Витебская обл., Оршанский р-н, Республика Беларусь

<sup>4</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖМЫХА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*Аннотация.* Включение в рацион молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикорма с вводом жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 %, дает возможность повысить продуктивность животных, выразившуюся в увеличении среднесуточных приростов живой массы на 2,6 и 4,3 % (700 и 711 г) при наиболее эффективном использовании корма, затраты которых снижены на 1,8 и 1,0 % по отношению к контролю, что привело к снижению себестоимости прироста на 1,04 и 2,45 %.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, экономическая эффективность, лён масличный, лён-долгунец, жмыхи льна.

**V. F. Radchikov<sup>1</sup>, A. G. Menyakina<sup>2</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>1</sup>, G. V. Besarab<sup>1</sup>, I. A. Golub<sup>3</sup>,  
M. E. Maslinska<sup>3</sup>, V. V. Nikonchuk<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>FGBOU IN Bryansk GAU

Bryansk, Russian Federation

<sup>3</sup>RDUP "Flax Institute"

Ustye ag., Vitebsk region, Orsha district, Republic of Belarus

<sup>4</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF FLAX CAKE OILSEEDS IN FEEDING YOUNG CATTLE**

*Abstract.* The inclusion of compound feed in the diet of young cattle aged 10–75 days with the introduction of flax cake in the amount of 20 and 25 %, makes it possible to increase the productivity of animals, expressed in an increase in average daily live weight gains by 2.6 and 4.3 % (700 and 711 g), with the most effective use of feed. The costs of which were reduced by 1.8 and 1.0 % relative to the control, which led to a decrease in the cost of growth by 1.04 and 2.45 %.

*Keywords:* young cattle, compound feeds, rations, blood, productivity, economic efficiency, oilseed flax, long-lived flax, flax cakes.

### **Введение**

Интенсивный рост и развитие молодняка являются важнейшим условием высокоинтенсивного молочного скотоводства [1–3]. Основы эффективного роста закладываются в первые три месяца с момента рождения, поэтому именно в этот период времени к молодняку следует относиться максимально щепетильно и ответственно. Грамотный подход к процессу усовершенствования

технологии кормления молодняка и состава используемых продуктов дает возможность более экономично подойти к решению данного вопроса [4–6].

Выбор эффективных и одновременно дешевых белковых компонентов для кормления животных является одной из основ высокопродуктивного животноводства [7–9]. Сельхозпредприятия республики по производству продукции животноводства закупают за границей недостающее протеиновое сырье (частично, не в полном объеме), затрачивая огромные валютные средства, повышая стоимость производимой продукции в стране, снижая эффективность ведения отрасли животноводства. Решение данной проблемы – увеличение производства собственных высокопротеиновых кормов, масличных культур, как энергоемких и высокопротеиновых ингредиентов комбикормов и кормовых смесей для сельскохозяйственных животных и птицы. Сбалансированное протеиновое питание способствует увеличению производства продуктов животноводства республики. Среди масличных культур, способных снизить дефицит кормового белка, имеется и лен, который с успехом возделывается в Республике Беларусь [10–12].

Льняной жмых можно рассматривать как продукт с повышенной белковой питательностью при относительно низком накоплении сырой клетчатки, что придает ему ряд преимуществ по отношению к жмыху подсолнечника и приближает его к жмыху сои. Это расширяет диапазон нормы его ввода в рацион и позволяет использовать практически для всех половозрастных групп животных. Льняной жмых можно рассматривать как один из немногих перспективных источников нормализации жирнокислотного состава рационов по соотношению  $\omega$ -3 к  $\omega$ -6 кислотам, непосредственно влияющим на состояние обмена веществ и пищевые качества получаемой продукции животноводства [13–15].

Использование таких белковых кормов, как семена льна масличного и продукты их переработки в кормлении молодняка крупного рогатого скота позволит сбалансировать не только рационы по белку, но и заменить дорогостоящие импортные добавки местными источниками протеина, чтобы обеспечить выращивание здоровых животных и получение высококачественной говядины при снижении себестоимости продукции.

### Основная часть

Цель исследований – разработать составы комбикормов с использованием жмыха из льна масличного для телят молочного периода, определить влияние скармливания льняного жмыха на обменные процессы в организме, эффективность использования корма, применение разного количества в составе комбикорма, изучить состав и перспективы использования семян и жмыха льна-долгунца, и льна масличного в качестве компонента комбикорма.

Проведен научно-хозяйственный опыт на молодняке крупного рогатого скота с 10 дневного возраста в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Научно-хозяйственные исследования проведены с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственных исследований на телятах молочного периода

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	43,8	10	65	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, сенаж + комбикорм КР-1 с включением шрота подсолнечного в количестве 15 % по массе
II опытная	44,2	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 15 % по массе
III опытная	43,7	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 20 % по массе
IV опытная	43,4	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 25 % по массе

Согласно схеме опыта, комбикорма КР-1 приготавливали непосредственно в хозяйстве с использованием местных источников сырья, в качестве источника молочного белка использовали ЗЦМ. Научно-хозяйственный опыт проведен на молодняке крупного рогатого скота молочного периода выращивания – телята в возрасте 10–75 дней. Для проведения исследований сформированы по принципу пар-аналогов четыре группы клинически здоровых животных по 10 голов в каждой со средней живой массой 43,8–44,3 кг с учетом возраста, живой массы.

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а их аналоги опытных групп потребляли комбикорма с разным вводом в его состав жмыха льна-долгунца: 15 %, 20 и 25 % по массе.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа.

С целью установления влияния использования жмыха масличного на продуктивность и физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота в молочный период, определения зоотехнической и экономической эффективности их выращивания, разработаны и приготовлены опытные комбикорма КР-1 для телят в возрасте 10–75 дней.

Различия между комбикормами состоят в количестве вводимого жмыха льна масличного по массе: 15 %, 20 и 25 %. Контрольный комбикорм КР-1 в качестве белкового компонента содержал в своем составе подсолнечный шрот. В результате анализа химического состава комбикормов установлено изменение по питательности, что связано с увеличением ввода жмыха льна масличного в его состав.

В комбикормах подсолнечный шрот заменяли жмыхом из льна масличного. В результате питательность контрольного комбикорма составила 1,14 корм. ед., в опытных – находилась на уровне 1,18–1,19 корм. ед. с содержанием обменной энергии 11,56–11,59 МДж, что незначительно выше контрольного значения. Наибольшую питательность и содержание обменной энергии имели комбикорма с содержанием в своем составе 15 %, 20 и 25 % жмыха из льна масличного. Концентрация сырого протеина в контрольном комбикорме находилась на уровне 202,0 г, в опытных – варьировала от 193,7 г до 209,3 г. Использование жмыхов из льна масличного положительно отразилось на содержании жира в составе комбикормов, значение которого оказалось выше контрольного показателя от 1,6 до 2,0 раз, что связано с увеличением данного показателя в исследуемом жмыхе льна масличного. Заметно снижение концентрации сырой клетчатки на 33,4–37,9 % в опытных комбикормах, на что повлияло содержание данного показателя в исследуемом корме в 3,4 раза к контрольной белковой добавке (подсолнечный шрот) (таблица хим. анализа кормов). Использование различных уровней жмыха льна масличного незначительно повысило уровень минерального состава опытных комбикормов – по химическому составу отличались незначительно.

Среднесуточный рацион телят контрольной группы состоял из цельного молока на 68,3 %, комбикорма КР-1 – 25,0 %, остальные корма занимали 6,7 % питательности рациона. В рационах телят опытных групп в связи с повышенным потреблением комбикорма молоко в структуре рациона занимало несколько меньший удельный вес – на 1,49–3,19 п. п. (по отношению к контролю) при том, что потребление его было одинаковым.

Концентрация обменной энергии в сухом веществе среднего рациона подопытных животных составила 14,14–14,30 МДж. В 1 кг сухого вещества рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 225,0 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 223,0–27,0 г.

Скармливание комбикормов с включением 15 %, 20 и 25 % жмыха льна масличного молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней не оказала существенного влияния на изучаемые показатели крови животных (табл. 2).

Установлено, что с использованием рационов во II и III опытных группах по отношению к контрольному значению отмечен рост содержания данного показателя на 6,8 и 6,0 %.

В крови молодняка IV опытной группы также установлено увеличение его содержания по сравнению с контролем на 12,0 %.



Таблица 2. Морфобиохимический состав крови телят в возрасте 75 дней

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	$4,16 \pm 0,06$	$4,36 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,24$	$4,47 \pm 0,29$
Гемоглобин, г/л	$102,33 \pm 0,88$	$105,67 \pm 2,03$	$102,00 \pm 3,46$	$105,67 \pm 1,45$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,40 \pm 0,12$	$9,97 \pm 0,35$	$9,37 \pm 0,78$	$9,37 \pm 0,45$
Общий белок, г/л	$61,53 \pm 0,37$	$65,70 \pm 1,01$	$65,23 \pm 1,19$	$68,90 \pm 1,97$
Глюкоза, ммоль/л	$4,10 \pm 0,22$	$4,69 \pm 0,21$	$4,64 \pm 0,15$	$4,62 \pm 0,18$
Мочевина, ммоль/л	$2,06 \pm 0,27$	$2,06 \pm 0,23$	$2,04 \pm 0,05$	$2,03 \pm 0,15$
Кальций, ммоль/л	$2,53 \pm 0,17$	$2,46 \pm 0,10$	$2,63 \pm 0,03$	$2,61 \pm 0,10$
Фосфор, ммоль/л	$2,27 \pm 0,20$	$2,20 \pm 0,03$	$2,35 \pm 0,07$	$2,45 \pm 0,03$

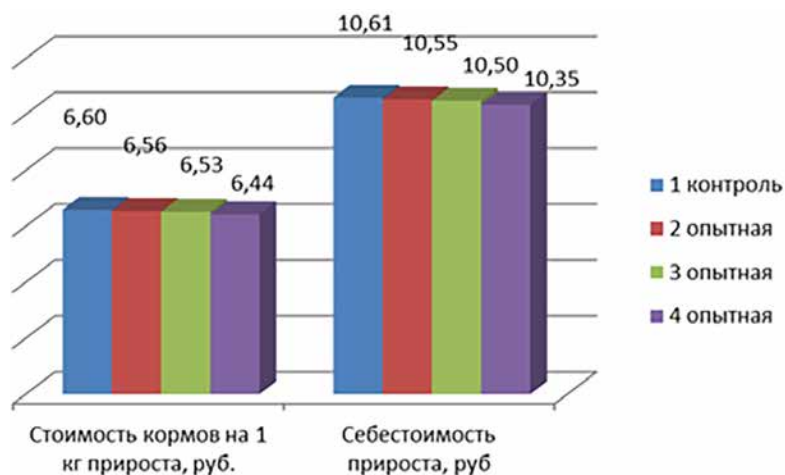
На основании результатов исследований крови животных опытных и контрольной групп не отмечено существенной разницы между показателями (в пределах физиологических норм с незначительными колебаниями между группами). Это позволяет судить о безвредном действии дробленого зерна на организм животных.

Изучение динамики роста живой массы подопытных животных в возрасте 10–75 дней показало, что скармливание комбикормов с включением различных дозировок жмыха льна масличного (15 %, 20 и 25 %) положительно отразилось на энергии роста молодняка (табл. 3).

Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточные приросты телят при потреблении комбикормов на основе жмыха льна масличного

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	$43,8 \pm 0,8$	$44,2 \pm 2,4$	$43,7 \pm 1,8$	$43,4 \pm 2,1$
в конце опыта	$88,8 \pm 1,6$	$90,0 \pm 2,8$	$89,9 \pm 2,1$	$90,3 \pm 1,8$
Валовой прирост, кг	$45,0 \pm 1,3$	$45,8 \pm 1,8$	$46,2 \pm 1,7$	$46,9 \pm 2,6$
Среднесуточный прирост за опыт, г	$682 \pm 24,5$	$694 \pm 36,9$	$700 \pm 21,8$	$711 \pm 42,4$
% к контролю	100,0	101,8	102,6	104,3
Затраты кормов на 1кг прироста, корм. ед.	3,28	3,30	3,34	3,31

Скармливание молодняку комбикормов КР-1 с вводом жмыха льна масличного в количестве 15 и 20 % взамен шрота подсолнечного позволило увеличить среднесуточный прирост на 1,8 и 2,6 %. Использование комбикорма с вводом 25 % жмыха льна масличного способствовало повышению прироста животных IV опытной группы, по отношению к контрольному варианту на 4,3 %.



Себестоимость прироста на получение продукции, руб.

На основании результатов проведенных исследований установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикормов с вводом 15 %, 20 и 25 % жмыха льна масличного по массе, позволило не только увеличить прирост живой массы молодняку на 1,8 %, 2,6 и 4,3 %, но и снизить стоимость кормовой единицы на 1,0 %, 3,0 и 3,0 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 0,7 %, 1,04 и 2,45 % (рисунк).

### Заключение

Разработаны составы комбикормов для телят молочного периода на основе жмыха из льна масличного в количестве 15%, 20 и 25 % взамен импортного дорогостоящего белкового корма шрота подсолнечного, позволяющие повысить питательность комбикормов на 3,5–5,3 % при увеличении концентрации сырого протеина в 1 кг сухого вещества корма до 1 %.

Изучено физиологическое состояние молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней, выращенного в молочный период на комбикормах с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 %, что характеризуется улучшением морфобиохимического состава крови, выразившемся повышением количества общего белка в сыворотке на 6,0 и 12,0 %, при снижении концентрации мочевины на 1,0 и 1,5 %.

Включение в рацион молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикорма с вводом жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % дает возможность повысить продуктивность животных, выразившуюся в увеличении среднесуточных приростов живой массы на 2,6 и 4,3 % (700 и 711 г) при наиболее эффективном использовании корма, затраты которых снижены на 1,8 и 1,0 % по отношению к контролю, что привело к снижению себестоимости прироста на 1,04 и 2,45 %.

### Список использованных источников

1. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.
2. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
3. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.
4. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 16–22.
5. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.
6. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
7. Продуктивность и качество спермы ремонтных бычков при разном протеине в рационе / Т. Л. Сапсалёва, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.): в 3 ч. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 177–183.
8. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняку крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
9. Продуктивность молодняку крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.

10. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.
11. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, Брянский ГАУ, 2022. – С. 247–252.
12. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.
13. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.
14. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.
15. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.

**А. Н. Кот<sup>1</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>, И. С. Серяков<sup>2</sup>, А. Я. Райхман<sup>2</sup>,  
Е. Л. Жилич<sup>3</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЦИНКА В ОРГАНИЧЕСКОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ ФОРМАХ**

*Аннотация.* Установлено, что в рубцовой жидкости животных, получавших глицинат цинка в количестве 50, 75 и 100 % от нормы неорганического цинка в составе комбикорма, повышается содержание летучих жирных кислот на 2,3–3,7 %. Применение концентратов, содержащих органические соединения цинка, способствует повышению продуктивности животных на 1,4–4,2 % и эффективности использования корма на 1,07–3,05 %.

*Ключевые слова:* бычки, травяные корма, рационы, концентрированные корма, гематологические показатели, рубцовое пищеварение.

**A. N. Kot<sup>1</sup>, V. F. Radchikov<sup>1</sup>, I. S. Seryakov<sup>2</sup>, A. Ya. Reichman<sup>2</sup>, E. L. Zhilich<sup>3</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>UE “Belarusian State Agricultural Academy”  
Gorki, Republic of Belarus

<sup>3</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF THE USE OF ZINC IN ORGANIC AND MINERAL FORMS IN THE FEEDING OF YOUNG CATTLE**

*Abstract.* It was found that in the scar fluid of animals treated with zinc glycinate in the amount of 50 %, 75 and 100 % of the norm of non-organic zinc in the compound feed, the content of volatile fatty acids increases by 2.3–3.7 %. The use of concentrates containing organic zinc compounds contributes to an increase in animal productivity by 1.4–4.2 % and feed efficiency by 1.07–3.05 %.

*Keywords:* gobies, herbal feeds, diets, concentrated feeds, hematological parameters, scar digestion

#### **Введение**

Одной из основных задач, стоящих перед сельскохозяйственными предприятиями, является повышение эффективности и объемов производства [1–3]. Продуктивность клинически здоровых животных на 60–70 % зависит от качества и полноценности кормления. Чем выше продуктивность животных, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [4–6]. Поэтому обеспеченность сельскохозяйственных животных всеми питательными, минеральными и биологически активными веществами играет важную роль в повышении их продуктивности [7–9].

На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания [10–12].

Недостаток минеральных веществ в рационе отрицательно сказывается на степени минерализации скелета, здоровье и продолжительности жизни животного, воспроизводительных функциях [13–15].

### Основная часть

Цель работы – изучить закономерности протекания пищеварительных процессов в рубце и обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота при скармливании органического соединения цинка.

Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Для выполнения поставленной цели методом пар-аналогов были подобраны две группы клинически здоровых животных в возрасте 3 месяцев.

Исследования проводились по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм) + сернокислый цинк согласно нормам
II опытная	3	30	ОР + органический цинк (50 % от потребности)
III опытная	3	30	ОР + органический цинк (75 % от потребности)
IV опытная	3	30	ОР + органический цинк (100 % от потребности)

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе в составе концентрированных кормов скармливалась соль сернокислого цинка, а в опытных – органического 50, 75 и 100 % от нормы.

По такой же схеме проведен и научно-хозяйственный опыт для определения оптимальной нормы скармливания органического цинка молодняку крупного рогатого скота.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Животные опытных групп получали рацион, состоящий из силоса кукурузного и комбикорма.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 5 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,5–10,7 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 9 %. Количество клетчатки в сухом веществе составило 16,3 %. В одном килограмме сухого вещества содержалось 1,07 кормовых единиц.

Как показали исследования, рубцовое пищеварение у животных опытных групп отличалось незначительно (табл. 2).

Отмечено повышение уровня рН у животных второй группы на 3,1 %, содержания ЛЖК у животных третьей и четвертой групп – на 2,3–3,7 %. Также увеличилось количество общего азота во всех опытных группах на 1,2–2,9 %. В то же время содержание аммиака снизилось на 0,3–2,1 %. Однако все различия между группами были недостоверны.

Несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Таблица 2. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	6,40 ± 0,10	6,61 ± 0,06	6,43 ± 0,14	6,40 ± 0,12
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,85 ± 0,25	10,9 ± 0,40	11,25 ± 0,55	11,1 ± 0,40
Аммиак, мг/100 мл	14,6 ± 0,50	14,5 ± 0,50	14,45 ± 0,55	14,3 ± 0,60
Азот общий, мг/100 мл	116,3 ± 2,05	118,7 ± 3,30	117,7 ± 0,85	119,7 ± 1,25

Скармливание комбикорма с включением соли органического цинка не оказало значительного влияния на состав крови животных. У бычков четвертой опытной группы отмечено повышение содержания гемоглобина на 2,6 %, глюкозы – на 5,4 %. Кроме того, у животных всех опытных групп увеличился уровень фосфора – на 4,9–5,5 %. В то же время в крови животных второй группы снизилась концентрация общего белка и глюкозы на 3,0 % и 2,4 % соответственно. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Анализ полученных данных показал, что скармливание солей цинка в составе рациона бычков в возрасте 3–6 месяцев способствовало повышению энергии роста и эффективности использования питательных веществ рациона.

Более высокие среднесуточные приросты отмечены в III и IV опытных группах – 844 г в сутки и 845, что на 4,1 % и 4,2 % выше, чем в контрольной группе. Благодаря чему затраты кормов в этих группах были ниже, чем в первой на 2,9–3,05 % и составили 6,35 и 6,36 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 6,55 корм. ед. Во второй группе увеличение среднесуточного прироста составило 1,4 %, а снижение затрат корма – 1,07 % (табл. 3).

Таблица 3. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	159,3 ± 8,3	157,3 ± 6,40	159,3 ± 5,20	160 ± 5,30
в конце опыта	183,7 ± 8,4	182 ± 6,2	184,7 ± 4,3	185,3 ± 4,9
Валовый прирост	24,3 ± 0,9	24,7 ± 1,2	25,3 ± 0,9	25,3 ± 1,2
Среднесуточный прирост, г	811 ± 29	822 ± 400	844 ± 29	845 ± 400
% к контролю	100	101,4	104,1	104,2
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	6,55	6,48	6,35	6,36
% к контролю	–	98,93	96,95	97,10

### Заключение

Установлено, что в рубцовой жидкости животных, получавших глицинат цинка в количестве 50, 75 и 100 % от нормы неорганического цинка в составе комбикорма, повышается содержание летучих жирных кислот на 2,3–3,7 %. Применение концентратов, содержащих органические соединения цинка, способствует повышению продуктивности животных на 1,4–4,2 % и эффективности использования корма на 1,07–3,05 %.

### Список использованных источников

1. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
2. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.

3. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.
4. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 172–177.
5. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Глинкова А. М., Богданович Д. М., Бесараб Г. В. [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 213–220.
6. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
7. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.
8. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.
9. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Ког, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.
10. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пилук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.
11. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, (Брянск, 1–2 июня 2023 г.). – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 16–22.
12. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
13. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
14. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.
15. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2019. – С. 210–215.

**А. Н. Кот<sup>1</sup>, В. Ф. Радчиков<sup>1</sup>, И. С. Серяков<sup>2</sup>, А. Я. Райхман<sup>2</sup>,  
В. И. Петров<sup>2</sup>, Е. Л. Жилич<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **ВОЗМОЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ОРГАНИЧЕСКОГО ХРОМА**

*Аннотация.* Использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота пиколината хрома оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, способствует усилению процессов пищеварения в рубце, увеличению среднесуточных приростов живой массы.

*Ключевые слова:* Молодняк крупного рогатого скота, рационы, комбикорм, кровь, рубцовое пищеварение, хром.

**A. N. Kot<sup>1</sup>, V. F. Radchikov<sup>1</sup>, I. S. Seryakov<sup>2</sup>, A. Ya. Reichman<sup>2</sup>, V. I. Petrov<sup>2</sup>, E. L. Zhilich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>UE "Belarusian State Agricultural Academy"  
Gorki, Republic of Belarus

<sup>3</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **THE POSSIBILITY AND EFFECTIVENESS OF USING ORGANIC CHROMIUM IN FEEDING YOUNG CATTLE**

*Abstract.* The use of chromium picolinate in the feeding of young cattle has a positive effect on the physiological state of animals, contributes to the strengthening of the processes of nutrition in the rumen, and increases the average daily increments of live weight.

*Keywords:* young cattle, rations, compound feed, blood, scar digestion, chromium.

#### **Введение**

Одной из ключевых задач сельскохозяйственных предприятий является повышение эффективности и объемов производства продукции животноводства [1–3]. Продуктивность клинически здоровых животных на 60–70 % зависит от качества и полноценности кормления. С увеличением продуктивности животных растут и требования к качеству кормов и сбалансированности рационов [4–6].

На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания [7–10].



Важную роль играет обеспеченность микроэлементами, так как они являются необходимыми для здоровья животных и повышения их продуктивности. При организации питания животных необходимо учитывать их потребности и роль биогенных минеральных элементов, чтобы обеспечить полноценное питание и повысить эффективность производства [11–13]. Действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, биологически активные вещества способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в вещества тела и продукцию. Причем с ростом продуктивности в организме животных происходит интенсификация обменных процессов, на которые большое влияние оказывают микроэлементы, так как являются активными их участниками. В результате более эффективного использования питательных веществ рациона производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [14–15].

Исследования показали, что использование органических соединений микроэлементов может улучшить качество молока и мяса, повысить иммунитет животных и уменьшить заболеваемость. Однако оптимальные дозировки и применение органических соединений микроэлементов в рационах крупного рогатого скота до сих пор не являются четко определенными.

### Основная часть

Цель работы – изучение закономерностей протекания пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота и обмена веществ в организме при скармливании органического хрома.

Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Изучение протекания пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота и обмена веществ в организме при скармливании различных видов хрома на 4 группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3–6 месяцев. Для выполнения поставленной цели методом пар-аналогов были подобраны группы клинически здоровых животных с учетом живой массы, возраста, упитанности и одинаковой продуктивности. Продолжительность опыта – 30 дней (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм)
II опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (150 мг на 1 кг комбикорма)
III опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (225 мг на 1 кг комбикорма)
IV опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (300 мг на 1 кг комбикорма)

Отличительной особенностью между контрольной и опытными группами в данном исследовании являлось введение в рацион опытных групп животных комбикорма, обогащенного Биопромис Хром пиколинатом. В процессе эксперимента добавка вводилась в комбикорм опытных групп в различных дозировках: 150 мг, 225 мг и 300 мг пиколината хрома на 1 кг комбикорма.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

В физиологическом опыте количественные и качественные параметры процессов рубцового метаболизма определяли методом *in vivo*. Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2–2,5 часа после утреннего кормления и отфильтрованного через четыре слоя марли.

Кровь для анализа, взятую в утренние часы через 3–3,5 часа после кормления, стабилизировали трилоном-Б (2,0–2,5 ед./мл) и исследовали в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора «Accent 200», гематологические показатели – на анализаторе «URIT-3000Vet Plus».

Для определения питательности рационов были отобраны и проанализированы корма, используемые для кормления подопытных животных. В лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» определялся химический состав кормов, используемых в опытах по схеме общего зоотехнического анализа.

Содержание микро- и макроэлементов в рационе рассчитывалось на основе справочных данных.

Кровь для анализа, которая отбиралась в утренние часы до начала кормления, стабилизировалась трилоном-Б (2,0–2,5 ед./мл). Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора «Accent 200», гематологические показатели на анализаторе «URIT-3000Vet Plus».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Исследования по изучению закономерностей протекания процессов пищеварения в рубце молодняка крупного рогатого скота 3–6-месячного возраста при скармливании органического соединения хрома проведены в физиологическом корпусе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству».

В ходе эксперимента животные были разделены на контрольную и опытные группы. Все группы получали рацион, состоящий из сенажа злаково-бобового и комбикорма (табл. 2).

Таблица 2. Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа животных			
	I	II	III	IV
Сенаж злаково-бобовый, кг	10,22	10,29	10,38	10,43
Комбикорм КР-3, кг	1,50	1,50	1,50	1,50
В рационе содержится:				
Корм. ед.	4,28	4,30	4,32	4,33
Обменная энергия, МДж	55,8	56,1	56,5	56,7
Сухое вещество, г.	5,69	5,72	5,75	5,78
Сырой протеин, г	641,0	644,2	648,3	650,5
Сырой жир, г	206,5	207,7	209,1	210,0
Сырая клетчатка, г	905	911	918	922
БЭВ, г	3606	3624	3647	3660
Кальций, г	48,3	48,6	48,9	49,1
Фосфор, г	17,6	17,7	17,7	17,8
Магний, г	7,06	7,10	7,14	7,17
Калий, г	89,56	90,12	90,84	91,24
Сера, г	7,06	7,10	7,14	7,17
Железо, мг	1444	1453	1465	1472
Медь, мг	148	148	148	149
Цинк, мг	207	208	209	209
Марганец, мг	565	568	572	574
Кобальт, мг	2,41	2,42	2,42	2,43
Йод, мг	8,78	8,83	8,90	8,94
Хром, мг	24,63	25,22	25,63	25,96

В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 39 % по питательности, тогда как травяные корма занимали 61 %. Концентрированные корма животные съедали полностью, а потребление сенажа в группах находилось на одном уровне.

В ходе исследования установлено, что суточная норма потребления сухого вещества рациона подопытным молодняком составляла 5,7–5,8 кг/голову. При этом в одном килограмме сухого вещества содержалось 0,8 кормовых единиц. Концентрация обменной энергии в сухом веществе

рациона опытных групп составила 9,7 МДж/кг. Доля сырого протеина в сухом веществе рационов составила 12 %, а количество клетчатки – 23 %.

Проведенные исследования показали, что рубцовое пищеварение у животных опытных групп не отличалось значительно от контрольной группы (табл. 3).

Таблица 3. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	6,10 ± 0,12	6,01 ± 0,12	6,04 ± 0,18	6,26 ± 0,11
ЛЖК, ммоль/100 мл	12,33 ± 0,23	12,4 ± 0,21	12,47 ± 0,26	12,77 ± 0,12
Аммиак, мг/100 мл	25,53 ± 0,51	24,67 ± 0,66	24,53 ± 0,84	25,27 ± 0,56
Азот общий, мг/100 мл	141 ± 1,16	146,7 ± 1,18	147,33 ± 2,74	148,33 ± 3,38

Однако отмечено снижение уровня аммиака на 1,0–3,4 % у животных опытных групп, содержание ЛЖК увеличилось на 0,6–3,6 % и общего азота на 4,0–5,2 %. Эти результаты указывают на то, что использование новой кормовой добавки оказало положительное влияние на показатели рубцового пищеварения у животных. Таким образом, эксперимент подтверждает, что новая кормовая добавка способствует улучшению рубцового пищеварения у животных.

Показатели крови находились в пределах физиологических норм, что свидетельствует о нормальном течении обменных процессов у животных всех групп. Эти результаты позволяют сделать вывод о том, что препарат органического хрома не оказывает отрицательного воздействия на обмен веществ у подопытных животных (табл. 4).

Таблица 4. Гематологические показатели

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,49 ± 0,24	6,51 ± 0,20	6,6 ± 0,20	6,64 ± 0,27
Гемоглобин, г/л	111,7 ± 3,76	113,7 ± 4,34	115,0 ± 4,34	115,7 ± 2,40
Общий белок, г/л	75,07 ± 2,38	77,23 ± 2,73	77,73 ± 1,79	76,97 ± 2,90
Глюкоза, ммоль/л	2,9 ± 0,1	2,8 ± 0,10	2,7 ± 0,06	2,67 ± 0,12
Мочевина, ммоль/л	4,27 ± 0,05	4,16 ± 0,16	4,107 ± 0,16	4,013 ± 0,12
Кальций общий, ммоль/л	2,86 ± 0,04	2,88 ± 0,13	2,99 ± 0,06	2,81 ± 0,12
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,85 ± 0,06	1,73 ± 0,01	1,76 ± 0,09	1,79 ± 0,09

Однако скормливание комбикорма с включением соли Биопромис Хром пиколинат оказало некоторое влияние на состав крови животных. Так, у животных опытных групп отмечено увеличение количества эритроцитов на 0,3–2,3 %, гемоглобина – на 1,8–3,6, общего белка – на 2,5–3,5 %. В то же время в крови бычков опытных групп снизилась концентрация глюкозы на 3,4–7,9 %, мочевины – на 2,6–6,0 и фосфора – на 3,2–6,5 % соответственно. Следует указать, что отмеченные различия недостоверны.

Анализ данных показал, что увеличение количества органического хрома в комбикорме положительно сказалось на энергии роста бычков (табл. 5).

Таблица 5. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	148,3 ± 2,3	147,7 ± 3,90	148 ± 2,90	149 ± 2,90
в конце опыта	172 ± 2,7	171,7 ± 3,50	172,3 ± 2,60	173,3 ± 2,60
Валовой прирост, кг	23,7 ± 0,3	24 ± 0,60	24,3 ± 0,30	24,3 ± 0,30

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Среднесуточный прирост, г	789 ± 11,0	800 ± 19,10	811 ± 11,0	811 ± 11,0
% к контролю	100	101,4	102,8	102,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,94	5,89	5,84	5,86
% к контролю	100	99,2	98,3	98,7

Среднесуточный прирост живой массы в опытных группах повысился на 1,4–2,8 % и составил 800–811 г. Более высокие среднесуточные приросты отмечены в опытных группах. Увеличение продуктивности животных способствовало повышению эффективности использования кормов. Затраты на корм в опытных группах снизились на 0,8–1,7 %. Стоит отметить, что животные III и IV опытных групп более эффективно использовали кормовые средства.

### Заключение

Исследования по изучению закономерностей процессов пищеварения в рубце бычков при скармливании органического соединения хрома, показали, что в рубце животных, получавших органический хром в составе комбикорма, повышается содержание летучих жирных кислот на 0,6–6,0 %, азота – на 0,6–3,6 %. Установлено снижение уровня кислотности на уровне 0,9–4,1 % как результат повышения концентрации летучих жирных кислот. Эти результаты говорят о том, что добавление органического хрома в комбикорм для бычков оказывает положительное влияние на процессы пищеварения в рубце. Увеличение содержания летучих жирных кислот и общего азота может свидетельствовать о более эффективном расщеплении компонентов кормов.

По результатам опытов среднесуточные приросты живой массы у животных опытных групп увеличивались на 1,3–5,4 %, а затраты на корма снизились на 0,8–3,9 %.

### Список использованных источников

1. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пиллюк, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. – 2020. – С. 449–453.
2. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 247–252.
3. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.
4. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
5. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
6. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.
7. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почётного про-

фессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А. А. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 220–226.

8. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 28–32.

9. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск: Брянский ГАУ, 2022. – С. 252–256.

10. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.

11. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов международной научно-практической конференции. Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Брянск, 1–2 июня 2023 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2023. – С. 52–57.

12. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.

13. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солонное Займище, 2021. – С. 1468–1473.

14. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение: сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 212–216.

15. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 19–20 декабря 2019 г. – Минск: Беларуская навука, 2019. – С. 210–215.

**Т. Л. Сапсалёва<sup>1</sup>, И. В. Малявко<sup>2</sup>, Л. Н. Гамко<sup>2</sup>, Г. Н. Радчикова<sup>1</sup>,  
Г. В. Бесараб<sup>1</sup>, А. В. Астренков<sup>3</sup>, Ю. Н. Рогальская<sup>4</sup>, Д. В. Бернацкая<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

г. Брянск, Российская Федерация

<sup>3</sup>УО «Полесский государственный университет»

г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СПОСОБОВ КОРМЛЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*Аннотация.* Использование заменителя цельного молока в рационах телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови. При этом наблюдалось повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %. Среднесуточный прирост живой массы у телят, в состав рациона которых входило цельное молоко, оказался также незначительно выше и составил 711 г, или увеличился на 2,2 %.

*Ключевые слова:* телята, цельное молоко, ЗЦМ, рационы, кровь, продуктивность, затраты кормов, эффективность.

**T. L. Sapsaleva<sup>1</sup>, I. V. Malyavko<sup>2</sup>, L. N. Gamko<sup>2</sup>, G. N. Radchikova<sup>1</sup>, G. V. Besarab<sup>1</sup>,  
A. V. Astrenkov<sup>3</sup>, Yu. N. Rogalskaya<sup>4</sup>, D. V. Bernatskaya<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>RUP "SPC NAS of Belarus on animal husbandry"

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>FGBOU IN Bryansk GAU

Bryansk, Russian Federation

<sup>3</sup>UE "Polessky State University"

Pinsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **THE INFLUENCE OF DIFFERENT FEEDING METHODS ON THE EFFICIENCY OF REARING YOUNG CATTLE**

*Abstract.* The use of a whole milk substitute in the diets of calves aged 10–65 days has a positive effect on the oxidation-reduction processes in the animal body, as evidenced by the morpheo-biochemical composition of the blood. At the same time, an increase in the concentration of erythrocytes was observed – by 4.6 %, hemoglobin – 2.6 %, total protein – 3.0 %, glucose – 5.9 %. The average daily gain in live weight in calves whose diet included whole milk was also slightly higher and amounted to 711 g, or increased by 2.2 %.

*Keywords:* calves, whole milk, MCM, rations, blood, productivity, feed costs, efficiency.

#### **Введение**

Технология выращивания молодняка крупного рогатого скота с учетом его биологических особенностей должна способствовать нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции, продлению сроков хозяйственного пользования животных [1–3].

Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастричного животного при одновременном целенаправленном стимулировании развития функции преджелудков за счет растительных кормов [4, 5].

До 2-месячного возраста телята должны получать корма с высокой биологической ценностью протеинов, пока недостаточно развит рубец и синтез микробного белка в преджелудках отсутствует или происходит очень слабо. В этот период практически невозможно обеспечить телят полноценным протеином без скармливания молока. С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма [6, 7].

В послемолочный период молодняк переводят на растительные корма. Основные задачи этого периода: формирование животных желательного типа; достижение высокой живой массы и упитанности во время убоя при выращивании на мясо [8, 9].

Системы кормления и рационы должны обеспечить нормальный рост и развитие молодняка. В первые 10–15 дней после рождения основным кормом для теленка является молоко. Однако молоко является ценным продуктом питания людей, поэтому его надо экономно использовать на кормовые цели [10–12].

Затраты на выращивание молодняка при использовании чисто молочных программ кормления достаточно велики. На выпойку одного теленка обычно требуется 250–500 кг цельного молока. Расходование на выпойку молодняка значительных количеств молока наряду с удорожанием выращивания животных ведет к резкому снижению товарности молока и исключает его из сферы непосредственного использования человеком.

Использование ЗЦМ при выращивании телят позволяет сократить срок выпойки молока до 7–10 дней, а его количество до 50–60 кг на голову.

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки телят, предусматривающую скармливание молочных кормов на протяжении 4 месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2–3 месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [13–15].

### Основная часть

Цель исследований – освоить технологию выращивания ремонтных тёлочек в возрасте 10–60 дней.

Для достижения поставленной цели отобраны образцы кормов, используемые в кормлении животных (молочные корма, комбикорм КР-1, кукуруза, сено злаково-бобовое, силосно-сенажная смесь). Анализ химического состава кормов проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам зоотехнического анализа. В кормах определяли: влагу по ГОСТ 13496.3–92; кальций, фосфор (ГОСТ 26570–95; 26657–97); общий азот (ГОСТ 13496.4–93), сырую клетчатку (13496.2–91), сырой жир (13492.15–97), сырую золу (26226–95), сухое и органическое вещество по методикам (Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленькая, 1981; Е. А. Петухова, 1989), а остальные показатели брали из справочника нормы кормления крупного рогатого скота (Н. А. Попков и др., 2011).

По данной программе проведено 6 научно-хозяйственных опытов и 3 производственные проверки в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на МТК «Рассошное» и «Березовица» сотрудниками лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Исследования проведены на 2-х группах телят средней живой массой в начале опыта 39,7–41,3 кг в течение 50 дней с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов (табл. 1).

Все подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление осуществлялось два раза в сутки, поение из автопоилок, содержание беспривязное.

Различия в кормлении подопытных животных заключались в том, что животные контрольной группы получали рацион, состоящий из комбикорма КР-1, сена злакового, цельного молока согласно детализированным нормам, а их аналогам из опытной группы выпаивали заменитель цельного молока.

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	50	50	Основной рацион (ОР) – комбикорм КР -1, цельное молоко, сено злаковое, силосно-сенажная смесь
II опытная	50	50	ОР + ЗЦМ

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

– химический состав и питательность кормов – путем исследования их образцов;  
 – поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков (один раз в 10 дней);

– физиологическое состояние животных и протекание в организме обменных процессов – взятием крови в конце опыта у трех животных из каждой группы и исследование ее по следующим показателям: морфологический состав – эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, тромбоциты и гематокрит – анализатором URIT (в цельной крови); сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, Са, Р – анализатором ACCENT 200;

– интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта;

– экономическую эффективность определяли по следующим показателям: затраты кормов на производство продукции, стоимость рациона, себестоимость производства продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

В состав рациона включали базовый вариант стартерного комбикорма КР-1, сено злаковое. Цельное молоко, заменитель цельного молока задавались телятам нормировано и съедались в одинаковых количествах.

По поедаемости комбикорма КР-1, сена, силосно-сенажной смеси установлены незначительные различия.

В суточных рационах ремонтных телок (табл. 2) подопытных групп содержалось 2,40 и 2,38 корм. ед., а концентрация в сухом веществе находилась на уровне 1,75 и 1,82 кормовых единиц.

Таблица 2. Среднесуточный рацион подопытных животных (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-1	0,48	24,17	0,52	26,05
Молоко цельное	6,0	72,50	–	–
ЗЦМ	–	–	0,75	70,17
Сено злаковое	0,10	2,08	0,11	2,10
Силосно-сенажная смесь	0,10	1,25	0,13	1,68
В рационе содержится:				
Кормовых единиц	2,40		2,38	
Обменной энергии, МДж	20,8		18,0	
Сухого вещества, кг	1,4		1,3	
Сырого протеина, г	307		288	
Переваримого протеина, г	270		224	
Сырого жира, г	232		132,4	
Сырой клетчатки, г	44,3		50,1	
Крахмала, г	167		182	
Сахара, г	297,9		250,1	



Корма и питательные вещества	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Кальция, г	14,7		9,7	
Фосфора, г	10,7		8,6	
Натрия, г	1,0		1,0	
Магния, г	1,8		1,7	
Калия, г	17,0		17,4	
Серы, г	3,2		3,5	
Железа, мг	124,2		115,7	
Меди, мг	8,1		9,0	
Цинка, мг	37,7		42,6	
Марганца, мг	73,8		110,0	
Кобальта, мг	1,55		2,36	
Йода, мг	0,3		1,0	
Каротина, мг	11,0		8,0	
Витамина А, тыс. МЕ	17,6		56,2	
Витамина D, тыс. МЕ	96,8		34,9	
Витамин Е, мг	35,9		71,4	

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона находилась в пределах 15,2 и 13,8 МДж. На содержание сахара в сухом веществе приходилось 21,8 и 19,1 %. Кальций-фосфорное отношение – на уровне 1,37 и 1,13:1.

За время проведения исследований показатели крови телят находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов у молодняка всех групп, а значит с включением заменителя цельного молока не выявлено отрицательного воздействия на здоровье подопытных телят (табл. 3).

Таблица 3. Морфобиохимический состав крови телят в возрасте 58 дней

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	$4,36 \pm 0,06$	$4,56 \pm 0,14$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,55 \pm 0,03$	$9,6 \pm 0,03$
Гемоглобин, г/л	$101,3 \pm 1,09$	$103,9 \pm 1,62$
Общий белок, г/л	$56,6 \pm 0,6$	$58,3 \pm 0,6$
Глюкоза, ммоль/л	$5,1 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,1$
Мочевина, ммоль/л	$3,5 \pm 0,01$	$3,54 \pm 0,02$
Кальций, ммоль/л	$2,54 \pm 0,03$	$2,57 \pm 0,03$
Фосфор, ммоль/л	$2,18 \pm 0,01$	$2,18 \pm 0,01$
Тромбоциты, $10^9/л$	$361,3 \pm 1,5$	$366 \pm 2,1$
Гематокрит, %	$16,5 \pm 0,7$	$17,6 \pm 0,4$

При использовании заменителя цельного молока у телят II опытной группы установлено повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %.

Величина живой массы – один из объективных критериев оценки мясной продуктивности, роста и развития молодняка. Исследованиями установлено, что съемная живая масса в конце опыта различалась между группами в соответствии с интенсивностью роста животных (табл. 4).

Таблица 4. Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	39,7 ± 1,5	41,3 ± 1,5
в конце опыта	75,3 ± 0,9	76,1 ± 0,9
Валовой прирост, кг	35,5 ± 0,6	34,8 ± 0,8
Среднесуточный прирост за опыт, г	711,0 ± 2,2	696 ± 15,3
% к контролю	100,0	97,9
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,37	3,42

По результатам взвешивания установлено, что среднесуточные приросты живой массы у подопытных телят оказались различными и составили 711 и 696 г. Наибольшей энергией роста обладали животные, получавшие рацион с цельным молоком, в связи с чем валовой прирост молодняка I группы за опыт оказался выше по отношению к животным II группы на 2,1 %.

На основании затраченных кормов, данных среднесуточных приростов, реализационной цены, рассчитаны экономические показатели телят на рационах с заменителем цельного молока (табл. 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность использования заменителя цельного молока для телят

Показатель	Группа	
	I	II
Стоимость ЗЦМ, руб./кг	–	5,08
Стоимость цельного молока, руб./кг	0,70	–
Стоимость комбикорма КР-1, руб./кг	1,54	1,54
Стоимость сена, руб./кг	0,10	0,10
Стоимость силосно-сенажной смеси, руб./кг	0,078	0,078
Стоимость суточного рациона, руб./гол.	4,95	4,62
Стоимость кормов за период опыта, руб.	247,5	231,0
Стоимость 1 корм. ед., руб.	2,06	1,94
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	6,95	6,64
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	10,37	9,91

В результате исследований установлено, что скормливание ремонтным телкам в возрасте 10–60 дней заменителя цельного молока привело к снижению стоимости суточного рациона на 6,7 %, себестоимости прироста – на 4,4 %.

### Заключение

Разработана схема выпойки телят в возрасте 10–65 дней с продолжительностью молочного периода 65 дней.

Введение опытного заменителя цельного молока согласно разработанной схеме выпойки для телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, физиологическое состояние животных.

Использование заменителя цельного молока в рационах телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфобиохимический состав крови. При этом наблюдалось повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %.

По результатам взвешивания установлено, что наибольшей энергией роста обладали животные, получавшие рацион с цельным молоком, в связи с чем валовой прирост у них за период

опыта оказался выше по отношению к животным, потреблявшим заменитель цельного молока на 2,1 %. В связи с этим среднесуточный прирост живой массы у телят опытной группы, в состав рациона которых входило цельное молоко, оказался также незначительно выше и составил 711 г, или увеличился на 2,2 %.

### Список использованных источников

1. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
2. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 123–130.
3. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.
4. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
5. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
6. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
7. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
8. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
9. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205.
10. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 161–163.
11. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
12. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
13. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.
14. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
15. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.

**Г. В. Бесараб<sup>1</sup>, Т. Л. Сапсалёва<sup>1</sup>, А. В. Астренков<sup>2</sup>, Т. М. Натынчик<sup>2</sup>,  
Е. И. Приловская<sup>2</sup>, С. А. Цалко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»  
г. Жодино, Республика Беларусь  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Полесский государственный университет»  
г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН КАРБАМИДНОГО КОНЦЕНТРАТА**

*Аннотация.* При использовании в кормлении молодняка крупного рогатого скота комбикорма с включением 10, 20 и 25 % карбамидного концентрата уровень эритроцитов в крови животных повысился на 6,18–7,77, гемоглобина – на 4,8–6,2, лейкоцитов – на 10,3–13,3 %, что способствовало повышению среднесуточного прироста на 6,8–11,9 %.

*Ключевые слова:* молодняк крупного рогатого скота, карбамид, комбикорм, продуктивность.

**G. V. Bessarab<sup>1</sup>, T. L. Sapsaleva<sup>1</sup>, A. V. Astrenkov<sup>2</sup>, T. M. Natynchik<sup>2</sup>,  
E. I. Prilovskaya<sup>2</sup>, S. A. Tsalko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”  
Zhodino, Republic of Belarus  
E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>UE “Polesky State University”  
Pinsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru

### **PHYSIOLOGICAL STATE AND PRODUCTIVITY OF YOUNG CATTLE WHEN UREA CONCENTRATE IS INCLUDED IN THE DIET**

*Abstract.* The use of compound feed in feeding young cattle with the inclusion of 10, 20 and 25 % carbamide concentrate, the level of erythrocytes in the blood increased by 6.18–7.7, hemoglobin – by 4.8–6.2, leukocytes – by 10.3–13.3 %, which contributed to an increase in the average daily increase by 6.8–11.9 %.

*Keywords:* young cattle, carbamide, compound feed, productivity.

#### **Введение**

В настоящее время перед агропромышленным комплексом стоят важные задачи: обеспечение населения продуктами питания собственного производства и наращивание экспортного потенциала в этой области. В решении этих задач особое внимание уделяется развитию животноводства. Высокой продуктивности животных и низких затрат кормов на производство продукции можно достичь только при сбалансированности рационов [1–3]. В этой связи дальнейшая интенсификация животноводства должна идти прежде всего за счет опережающего развития кормовой базы по сравнению с ростом поголовья, повышения энергетической, протеиновой ценности и качества комбикормов с максимальным использованием местных нетрадиционных кормовых добавок, одной из которых является озерный сапропель [4–6].

Анализ современных исследований по увеличению производства и рациональному использованию кормов, которые интенсивно проводятся во многих разделах науки, позволяет сформулировать ряд основных направлений наиболее эффективного решения проблемы кормового протеина [7–9].

В настоящее время целесообразность использования синтетических азотистых веществ в кормлении жвачных животных не вызывает сомнения [10]. Совершенно определенно установлено, что в их рационе до 20% переваримого протеина может быть заменено или восполнено азотсодержащими продуктами небелкового характера [11, 12].

Использование небелковых азотистых веществ позволяет высвободить значительное количество высокопротеиновых растительных кормов (жмыхов, шротов) для кормления моногастричных животных [13–15].

### Основная часть

Цель исследований – изучить влияние скармливания азотистых веществ небелковой природы на продуктивность молодняка крупного рогатого скота.

Исследования проведены на 5 группах молодняка крупного рогатого скота, подобранного по принципу пар аналогов с учетом возраста, живой массы, по 10 голов в каждой (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	10	90	Основной рацион (ОР): сенаж, силос, комбикорм КР-3
II опытная	10	90	ОР + комбикорм с включением карбамидного концентрата 10 %
III опытная	10	90	ОР + комбикорм с включением карбамидного концентрата 20 %
IV опытная	10	90	ОР + комбикорм с включением карбамидного концентрата 25 %
V опытная	10	90	ОР + комбикорм с включением карбамидного концентрата 30 %

Различия в кормлении заключались в том, что в состав комбикорма животных опытных групп включали 10, 20, 25 и 30 % карбамидного концентрата.

В процессе исследований изучались следующие показатели: химический состав и поедаемость кормов, морфобиохимический состав крови, интенсивность роста животных.

Цифровой материал проведенных исследований обработан методом вариационной статистики.

Исследованиями установлено, что смесь концентрированных кормов с карбамидным концентратом поедались животными без остатков.

В результате анализа гематологических показателей установлено, что с вводом карбамида в крови молодняка опытных групп уровень эритроцитов повысился на 6,18–7,77 % Концентрация гемоглобина в крови животных I–IV групп оказалась выше на 4,8–6,2 %. Отмечено повышение содержания лейкоцитов в крови животных всех опытных групп на 10,3–13,3 %, тромбоцитов – на 4,1–21,5 %.

Интенсивность белкового обмена не претерпела ингибирующих изменений, что подтвердилось стабильным уровнем общего белка в крови, с активизацией синтеза альбуминовой фракции.

Содержание мочевины – один из лидирующих индикаторов протеинового обмена при замене растительного протеина на карбамид. Установлено увеличение уровня мочевины в крови животных опытных групп на 4,6–16,6 %.

Основным показателем кормовой ценности рационов и их компонентов для молодняка крупного рогатого скота является продуктивность. В табл. 2 представлены показатели продуктивности по группам животных за опыт.

Исследованиями установлено, что валовой прирост живой массы одной головы за 90 дней опыта составил во II опытной группе 74,5 кг, в III – 71,1 кг, в IV – 73 кг или на 7,9, 4,5 и 6,5 кг больше, чем в контроле. В V группе отмечено снижение валового прироста по сравнению с контрольной на 3,9 % ( $p \geq 0,05$ ).

Таблица 2. Продуктивность подопытного молодняка

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Живая масса, кг:					
в начале опыта	290,7 ± 0,7	298,3 ± 0,5	301,4 ± 0,9	288,4 ± 1,4	295,6 ± 2,70
в конце опыта	357,3 ± 1,1	372,8 ± 1,5	372,5 ± 1	361,4 ± 0,9	359,6 ± 3,30
Валовой прирост, кг	66,6 ± 0,9	74,5 ± 1,4	71,1 ± 1,3	73 ± 1	64 ± 1,50
Среднесуточный прирост, г	740 ± 10,1	827,8 ± 15,6	790,1 ± 14,3	811 ± 11,1	711,1 ± 16,4
% к контролю	100	111,9	106,8	109,6	96,1

Использование в кормлении молодняка опытных групп карбамидного концентрата в количестве 10, 20 и 25 % в составе комбикорма способствовало повышению среднесуточного прироста на 11,9, 6,8 и 9,6 % по сравнению с животными контрольной группы. Скармливание животным комбикорма с включением 30 % карбамидного концентрата привело к снижению данного показателя на 3,9 %.

### Заключение

Использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота карбамидного концентрата в количестве 10, 20 и 25 % в составе комбикорма способствует повышению количества эритроцитов в крови на 6,18–7,77, гемоглобина – на 4,8–6,2, лейкоцитов – на 10,3–13,3 %, валового прироста – на 4,5–7,9 кг, среднесуточного – на 6,8–11,9 %. Увеличение дозы до 30 % приводит к снижению продуктивности животных на 3,9 %.

### Список использованных источников

1. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – С. 118.
2. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
3. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агрэпанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
4. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
5. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – С. 21.
6. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, (Гродно, 18 мая 2018 года). Зоотехния. Ветеринария. – Гродно: Гродненский ГАУ, 2018. – С. 161–163.
7. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: Международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск: Брянский ГАУ, 2021. – С. 263–271.
8. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радко, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
9. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – С. 72.
10. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.

11. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 123–130.
12. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – С. 190.
13. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.]. – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – С. 92.
14. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17–1. – С. 114–123.
15. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205.

**В. П. Цай<sup>1</sup>, С. А. Цалко<sup>2</sup>, О. Л. Екельчик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ УБОЯ БЫЧКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОДОВЫХ РОСТКОВ В СОСТАВЕ РАЦИОНОВ**

*Аннотация.* Влагоудерживающая способность мяса бычков всех групп находилась на достаточно высоком уровне без достоверных межгрупповых различий. Вместе с тем, следует отметить, что в мясе бычков опытных групп, в состав комбикормов которых включены солодовые ростки, влагоудержание оказалось выше на 0,6–2,1 п. п. Увариваемость мяса от бычков опытных групп оказалась выше на 0,6–1,3 п. п. контроля. Интенсивность окраски мяса опытных групп – на 2,1–4,8 единиц экстенции выше контрольного показателя. Белковый качественный показатель опытных групп отличался более высокими результатами на 0,12–0,34 единиц.

*Ключевые слова:* бычки, рацион, солодовые ростки, продукты убоя.

**V. P. Tzai<sup>1</sup>, S. A. Tsalko<sup>2</sup>, O. L. Ekelchik<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **MEAT PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BULLHEAD SLAUGHTER PRODUCTS WHEN USING MALT SPROUTS AS PART OF DIETS**

*Abstract.* The moisture-retaining capacity of the meat of bulls of all groups was at a fairly high level without significant intergroup differences. At the same time, it should be noted that in the meat of bulls of the experimental groups, malt sprouts were included in the compound feeds, moisture retention turned out to be higher by 0.6–2.1 pp. The digestibility of meat from bulls of the experimental groups turned out to be higher by 0.6–1.3 pp. of the control. The intensity of coloring of the meat of the experimental groups turned out to be 2.1–4.8 units of extent higher than the control indicator. The protein quality index of the experimental groups was characterized by higher results by 0.12–0.34 units.

*Keywords:* gobies, diet, malt sprouts, slaughter products.

### **Введение**

Питательные достоинства мяса определяются содержанием в нем главным образом жира и белка, а также воды и золы. В зависимости от рационов кормления, условий содержания, возраста, массы и упитанности животных очень резко изменяется химический состав мяса [1–4, 6, 9].

Мясная продуктивность крупного рогатого скота характеризуется количественными и качественными показателями. Количественными показателями являются живая и убойная масса, убойный выход, абсолютный, относительный и среднесуточный прирост, субпродукты, используемые в пищу. К качественным показателям относят морфологический состав туши, химический состав, калорийность, биологическую полноценность и вкусовые свойства мяса. Количественные показатели мясной продуктивности зависят главным образом от условий кормления и содер-



жания. На качественные показатели, помимо этих условий, в значительной степени влияют породные особенности животных, пол и возраст. При производстве говядины чрезвычайно важно знать ее химический состав, что позволяет судить о физиологической зрелости мяса, его энергетической ценности, особенностях конверсии кормов в те или иные химические соединения, решать вопрос о целесообразных сроках убоя. Питательные достоинства мяса определяются содержанием в нем главным образом жира и белка, а также воды и золы. В зависимости от рационов кормления, условий содержания, возраста, массы и упитанности животных очень резко изменяется химический состав мяса [1, 2, 3, 4, 7].

Таким образом, нами проведены исследования по выявлению влияния скормливания различного уровня солодовых ростков на количественные и качественные показатели мясной продуктивности откармливаемого молодняка крупного рогатого скота.

### Основная часть

Целью исследований было определить влияние скормливания различных уровней солодовых ростков в составе комбикормов для откармливаемого молодняка крупного рогатого скота на мясную продуктивность и качество мяса.

Для достижения поставленной цели нами решены следующие задачи:

- организован научно-хозяйственный опыт на рационах содержащих комбикорма с разными уровнями солодовых ростков;
- по окончании откорма проведен контрольный убой;
- определен химический состав мяса.

Материалом исследований явились рационы молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо в различные периоды выращивания. Для решения поставленных задач в соответствии со схемой исследований (табл. 1) сотрудниками лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» организован и проведен научно-хозяйственный опыт по установлению влияния скормливания солодовых ростков в составе комбикормов КР-3 на мясную продуктивность и качество мяса молодняка крупного рогатого скота на откорме.

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Кол-во животных, гол.	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
1 контрольная	3	90	Основной рацион – состав кормов рациона, утвержденный в хозяйстве, + комбикорм КР-3 стандартный
2 опытная	3	90	Основной рацион + комбикорм №1 (15 % солодовых ростков)
3 опытная	3	90	Основной рацион + комбикорм №2 (30 % солодовых ростков)
4 опытная	3	90	Основной рацион + комбикорм №2 (40 % солодовых ростков)

Содержание животных привязное, фронт кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах одинаковые. Основной рацион по набору кормов контрольной и опытных групп был максимально одинаковым и состоял из объемистых кормов – сенаж, силос, а также концентрированные корма, которые скормливали согласно схеме опытов [5].

После откорма бычков провели контрольный убой в условиях цеха по переработке мясной продукции ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

В процессе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели качества продуктов убоя в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

Цифровые данные обработаны биометрическим методом вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому (1973) [8].

Достижение высоких среднесуточных приростов с наименьшими затратами кормов, а также получение высококачественной говядины являются главной целью выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота.

С увеличением возраста молодняка и повышением его упитанности процентное содержание воды в мясе снижается, а жира – повышается. Относительное содержание белка при этом остается неизменным. По химическому составу полученной говядины можно судить о ее качестве, которое находится в тесной взаимосвязи с возрастом, качеством кормления и упитанностью животных.

Мясом называют часть туши, в которую входят мышцы, кости, сухожилия и хрящи. Мясная продуктивность – это количество и качество продукции, полученной после убоя животных в определенном возрасте.

По параметрам кислотности (рН) можно судить о качестве мяса, а также и по таким физико-химическим показателям, как возможность развития в мясе микроорганизмов, влагоудерживающая способность и интенсивность окраски.

Результаты контрольного убоя подопытных бычков представлены в табл. 2, из данных которой видно, что животные 2 группы по массе туши, убойной массе и убойному выходу значительно превосходили своих сверстников из контрольной и опытных групп.

Таблица 2. Результаты контрольного убоя

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Предубойная масса, кг	412,7 ± 5,4	423,5 ± 6,2	414,2 ± 5,8	421,4 ± 4,9
Масса парной туши, кг	212,5 ± 4,4	230,8 ± 6,1	224,7 ± 5,6	228,7 ± 5,3
Выход туши, %	51,7 ± 0,65	55,1 ± 0,42	52,4 ± 0,51	54,4 ± 0,42
Масса внутреннего жира, кг	6,5 ± 0,24	8,8 ± 0,13	8,2 ± 0,22	11,3 ± 0,20
Убойная масса, кг	218,6 ± 4,7	239,6 ± 5,2	228,2 ± 5,6	232,1 ± 4,4
Убойный выход, %	53,1 ± 0,54	56,5 ± 0,35	53,9,3 ± 0,48	55,1 ± 0,35

Так, убойный выход у них был равен 56,5 % или на 4,5 % выше контрольного варианта. Менее существенные различия получены у молодняка 3 и 4 групп.

Из табл. 3 видно, что различия между группами по массе печени, сердца, легких, селезенки не имели достоверных различий. При визуальном их осмотре не выявлено каких-либо патологических изменений.

Таблица 3. Абсолютная масса внутренних органов

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Печень, кг	5,21 ± 0,32	5,32 ± 0,31	5,41 ± 0,29	5,33 ± 0,29
Сердце, кг	1,9 ± 0,14	2,2 ± 0,17	2,6 ± 0,13	2,4 ± 0,15
Легкие, кг	2,4 ± 0,16	2,5 ± 0,23	2,7 ± 0,25	2,6 ± 0,22
Селезенка, кг	0,81 ± 0,09	0,83 ± 0,09	0,85 ± 0,11	0,84 ± 0,08
Почки, кг	1,16 ± 0,20	1,25 ± 0,14	1,37 ± 0,15	1,31 ± 0,18

По своему физиологическому развитию внутренние органы отвечали нормам для бычков данного возраста с незначительными межгрупповыми различиями. Печень представлена в виде депо, в котором происходит синтез, распад и превращение веществ в более легкие для пищеварения формы. Различия по массе данного органа у животных были несущественными.

С целью определения морфологического состава туш, выхода мякоти, костей и сухожилий проведена обвалка туш в течение 24 часов. У бычков, потреблявших комбикорма с включением солодовых ростков в количестве 15; 30 и 40 %, масса охлажденной туши оказалась выше на 3,2–5,5 % контрольного варианта, тем не менее, различия оказались более существенными у молодняка 2 опытной группы (табл. 4).

Установлена устойчивая динамика к увеличению выхода мякоти туш молодняка опытных групп, в рационы которых входили комбикорма с содержанием солодовых ростков в количестве 15; 30 и 40 % по массе. Тенденция отмечена за счет увеличения как мышечной, так и жировой ткани.

Таблица 4. Морфологический состав туш

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Масса охлажденной туши, кг	208,7 ± 3,4	228,6 ± 5,1	222,4 ± 4,1	225,6 ± 4,3
Мышечная ткань с жиром	154,7 ± 3,3	169,1 ± 4,1	162,1 ± 4,1	166,2 ± 4,2
Выход мышечной ткани, %	74,2	73,9	72,88	73,6
Жировая ткань, кг	2,1 ± 0,05	2,8 ± 0,03	2,4 ± 0,06	2,7 ± 0,07
Выход жировой ткани, %	1,1	1,2	1,1	1,2
Соединительная ткань, кг	7,1 ± 0,32	8,4 ± 0,15	7,9 ± 0,21	8,1 ± 0,3
Выход соединительной ткани, %	3,4	3,7	3,6	3,6
Костная ткань, кг	42,1 ± 1,85	43,7 ± 1,81	43,1 ± 1,78	43,9 ± 2,14
Выход костной ткани, %	20,2	19,6	19,3	19,5
Коэффициент мясности	3,61	3,82	3,79	3,85
Выход мякоти на 100 кг живой массы, кг	34,9	37,1	35,2	36,3
Отношение съедобной части туши к несъедобной	3,1	3,2	3,2	3,2

Как показывают полученные данные, самое высокое отложение внутреннего жира (2,4–2,8 кг) оказалось в тушах бычков 2, 3 и 4 опытных групп, в состав комбикормов которых входили солодовые ростки в количестве 15, 30 и 40 % по массе, что на 0,3–0,7 кг больше, чем в контрольной группе.

Учитывая повышение интенсивности роста бычков, уменьшается удельная масса костей по отношению к массе охлажденной туши за счет усиленного наращивания массы мышечной ткани. Так, у животных контрольной группы выход костной ткани туш составил 20,2 %, при 19,3,4–19,6 % в опытных группах.

О качестве мясных туш говорит коэффициент мясности: чем выше данный показатель, тем лучше качество туш. В результате исследований установлено, что в тушах опытного молодняка он был наиболее высоким 3,79–3,85 единиц, что превосходит аналогов из контрольных групп на 0,18–0,21 %.

По такому показателю, как выход мякоти на 100 кг живой массы туши, животные опытных групп превосходили контрольных на 0,3–2,2 килограмма. Наилучший результат получен у молодняка 2 и 4 групп 37,1 и 36,3 кг (или на 6,3 и 4,0 %), несколько ниже у животных 3-й группы (0,8 %).

При определении соотношения съедобных частей туш к несъедобным наиболее благоприятное отношение установлено в опытных группах: данный показатель превышал контроль на 3,2 %. Анализ данных химического состава длиннейшей мышцы спины, средней пробы мяса и печени животных контрольной и опытных групп показало (табл. 5), что по количеству влаги, протеина, жира и золы образцы находились практически на одном уровне. Эти показатели имели незначительные отклонения в контрольной и опытных группах.

Опыты, проведенные с использованием солодовых ростков в составе комбикорма в количестве 15–40 % по массе, оказали положительный эффект на протеиновый состав мяса. Наличие его в длиннейшей мышце спины в контрольной группе составило 20,7 %, а в опытных – 21,2–23,3 %. Причем использование солодовых ростков в количестве до 30 % по массе отразилось на повышении содержания белка (на 0,5 и 2,6 п. п.) при незначительных различиях жира. По уровню золы в длиннейшей мышце спины отмечены незначительные различия между группами.

Полученные результаты при скормливании комбикормов с различным количеством ввода солодовых ростков говорят о том, что в средней пробе мяса бычков всех опытных групп содержалось больше сухих веществ, протеина и жира. Так, количество сухого вещества было выше на 0,4–2,7 п. п., где наилучший показатель отмечен у молодняка 3 и 4 групп, которые получали в составе комбикорма солодовые ростки в количестве 30 и 40 % по массе.

Отмечено, что содержание протеина в мясе бычков опытных групп, получавших солодовые ростки в количестве 15, 30, 40 % по массе, установлено повышение белка на 1,3–3,5 п. п.

Таблица 5. Химический состав длиннейшей мышцы спины, средней пробы мяса и печени подопытных животных

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Длиннейшая мышца спины				
Сухое вещество, %	22,3 ± 0,4	23,1 ± 0,3	25,5 ± 0,6	24,4 ± 0,5
Протеин, %	20,7 ± 0,36	21,2 ± 0,38	23,3 ± 0,6	22,3 ± 0,4
Жир, %	2,9 ± 0,19	3,1 ± 0,21	3,4 ± 0,3	3,2 ± 0,24
Зола, %	0,78 ± 0,03	0,64 ± 0,05	0,59 ± 0,1	0,81 ± 0,09
Средней пробы мяса				
Сухое вещество, %	31,7 ± 0,7	33,1 ± 0,9	34,4 ± 0,7	33,4 ± 0,6
Протеин, %	20,0 ± 0,21	21,3 ± 0,22	21,5 ± 0,24	20,8 ± 0,23
Жир, %	9,4 ± 0,51	10,2 ± 0,54	10,5 ± 0,48	10,4 ± 0,53
Зола, %	1,1 ± 0,14	0,8 ± 0,11	1,2 ± 0,22	0,9 ± 0,13
Печень				
Сухое вещество, %	25,7 ± 0,53	26,8 ± 0,61	28,6 ± 0,7	28,2 ± 0,67
Протеин, %	20,4 ± 0,23	21,4 ± 0,24	22,5 ± 0,54	21,7 ± 0,42
Жир, %	5,4 ± 0,39	5,5 ± 0,29	5,81 ± 0,29	5,73 ± 0,31
Зола, %	1,3 ± 0,07	1,5 ± 0,09	1,8 ± 0,08	1,84 ± 0,08

Наибольшее количество жира отмечено в мясе бычков, получавших солодовые ростки в количестве 30 и 40 % по массе (на 0,8–0,9 п. п.), несколько ниже во 2 опытной группе. Следует отметить, что оптимальным содержанием жира в высококачественной говядине считается не более 10–12 %.

В печени происходит синтез, распад и превращение питательных веществ, поэтому она представляет собой сложнейшую биохимическую лабораторию. По содержанию жира в печени животных опытных групп различия были незначительные и составили 0,1–0,4 п. п. по отношению к контролю. Похожие различия установлены по содержанию протеина в опытных группах по сравнению с контрольным вариантом (1,0–2,4 п. п.).

Качество мяса проявляется в таких физико-химических показателях, как активная реакция среды (рН), возможность развития в мясе микроорганизмов, влагоудерживающая способность и интенсивность окраски (табл. 6).

Таблица 6. Физико-химический состав длиннейшей мышцы спины

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
рН	6,2 ± 0,34	6,3 ± 0,27	6,2 ± 0,26	6,2 ± 0,24
Увариваемость, %	37,5 ± 0,49	38,1 ± 0,32	38,8 ± 0,18	38,6 ± 0,29
Влагоудержание, %	52,8 ± 0,87	53,4 ± 0,92	54,9 ± 0,75	54,1 ± 0,85
Интенсивность окраски	181 ± 0,49	183,1 ± 0,59	185,8 ± 0,94	184,2 ± 0,78
Триптофан, мг %	430,3 ± 3,51	432,6 ± 3,24	438,5 ± 3,46	435,9 ± 3,75
Окспироллин, мг %	66,3 ± 0,52	66,4 ± 0,81	67,2 ± 0,78	66,7 ± 0,94
Белковый качественный показатель	6,41 ± 0,05	6,74 ± 0,07	6,53 ± 0,04	6,75 ± 0,06

Соотношение водородных ионов (рН) – кислотность, в определенной степени обуславливающая нежность мяса, является важнейшим технологическим показателем определения возможности развития в мясе микроорганизмов. От данной величины рН зависит влагоудерживающая способность, цвет, бактериальная обсемененность, сроки созревания и хранения мяса. В период жизнедеятельности животного рН мышц составляет 7,2. В вытяжке остывшего мяса здоровых животных рН не превышает 6,2, а через сутки снижается до 5,0–5,8 единиц. В наших исследова-

ниях величина рН находилась на уровне 6,2–6,3, что свидетельствует об интенсивном процессе созревания мяса (5,9–6,5), что непосредственно, способствовало формированию хорошего вкуса, аромата и стойкости к воздействию микрофлоры при его хранении и показателям хорошего качества полученной говядины.

Влагоудерживающая способность мышечной ткани является важным показателем сочности а следовательно, и нежности мяса, характеризующаяся способностью мышечных белков к гидратации. Чем выше содержание связанной воды в мясе, тем меньше ее потери при тепловой обработке, тем выше качество продукта (мясо сочнее и вкуснее). В результате опыта установлено, что влагоудерживающая способность мяса бычков всех групп находилась на достаточно высоком уровне без достоверных межгрупповых различий. Вместе с тем, следует отметить, что в мясе бычков опытных групп, в состав комбикормов которых были включены солодовые ростки, влагоудержание оказалось выше на 0,6–2,1 п. п., чем у животных контрольной группы. Увариваемость мяса от бычков опытных групп оказалась выше контроля на 0,6–1,3 п. п. По интенсивности окраски определяются косвенные показатели качества мяса – чем больше единиц экстенции, тем лучше мясо. В нашем опыте мясо от молодняка опытных групп превосходило животных контрольной группы на 2,1–4,8 единиц. Содержанием оксипролина характеризуется количество соединительной ткани.

О биологической ценности мяса и мясопродуктов судят также по белково-качественному показателю. Белково-качественный показатель характеризует пропорциональное соотношение в мясе полноценных (триптофан) и неполноценных (оксипролин) белков. Наиболее высоким данный показатель был в мясе бычков 2 группы, получавших в составе комбикормов 15 % солодовых ростков по массе ( $p < 0,05$ ), что выше контрольного варианта на 5,1 %. Содержание в мясе оксипролина и триптофана находилось в пределах нормы.

Показателями комплексной оценки мясной продуктивности бычков является их способность к перевариванию питательных веществ, энергии рационов в организме для синтеза компонентов мяса (табл. 7).

Таблица 7. Конверсия энергии и протеина корма в энергию и белок мякотной части туши

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Затрачено сырого протеина на 1 кг прироста живой массы, г	1143,4	1134,2	1131,6	1133,8
Затрачено энергии кормов на 1 кг прироста живой массы, МДж	71,5	71,6	72,5	72,0
Масса мякоти, кг	157,1	165,9	163,4	166,7
Содержится в мякоти туши:				
белка, кг	31,4	35,3	35,1	34,6
белка, %	19,9	21,3	21,5	20,8
жира, кг	14,8	16,9	17,1	17,5
Отложено на 1 кг предубойной массы:				
белка, г	76	83,3	84,7	82,1
жира, г	35,8	39,9	41,2	41,5
энергии, МДж	3,15	3,46	3,51	3,32
Коэффициент конверсии кормового протеина в протеин мякоти туши, %	6,65	7,34	7,48	7,24
Коэффициент конверсии энергия кормов в энергию мякоти туши, %	3,68	3,72	3,80	3,94

Опытами подтверждено, что в опытных группах при снижении затрат сырого протеина на 1 кг прироста, содержание белка в мякоти туши увеличивается. Использование в рационе молодняка крупного рогатого скота комбикормов с 15 и 30 % вводом солодовых ростков (2 и 3 опытные группы) привело к увеличению количества белка в мякоти туши соответственно на 12,4 и 11,7 %.

Более эффективно кормовой протеин использовали животные 2 и 3 групп, где в состав комбикормов вводили 15 и 30 % по массе солодовых ростков, поскольку расход протеина на 1 кг прироста живой массы у них был ниже на 0,8–1,0 % контрольного значения при превосходстве содержания белка в мякоти туши. У животных опытных групп повышался уровень питательных веществ в организме бычков, что отразилось и на динамике показателей конверсии протеина и энергии корма в протеин и энергию мякоти туши. Наиболее интенсивно формировался протеин рациона в протеин мякоти туши у молодняка 2 и 3 групп с вводом в состав комбикормов 15 и 30 % солодовых ростков при увеличении коэффициента конверсии на 10,1–12,4 % по отношению к контрольной группе. Кроме того, наблюдается увеличение коэффициента конверсии энергии корма в энергию полученной продукции.

На основании проведенных исследований можно отметить, что скармливание в составе рационов комбикормов с солодовыми ростками в количестве 15 % по массе оказало положительное влияние на рост мясной продуктивности – более высокий выход туш – на 3,4 %, улучшение технологических показателей мяса – белково-качественного показателя на 5,2 %.

### Заключение

Таким образом, результаты контрольного убоя подопытных бычков показали, что животные 2 опытной группы по массе туши, убойной массе и убойному выходу значительно превосходили своих сверстников из контрольной и опытных групп. Так, убойный выход у них был равен 56,5 % или на 4,5 % выше контрольного варианта. Менее существенные различия получены у молодняка 3 и 4 групп.

Анализ морфологического состава туш, выхода мякоти, костей и сухожилий показал, что от бычков, потреблявших комбикорма с включением солодовых ростков в количестве 15, 30 и 40 %, масса охлажденной туши оказалась выше на 3,2–5,5 % контрольного варианта.

Установлено, что с повышением интенсивности роста бычков уменьшается удельная масса костей относительно массы охлажденной туши за счет усиленного наращивания массы мышечной ткани. Так, у животных контрольной группы выход костной ткани туш составил 20,2 % при 19,3%–19,6 % в опытных группах.

Коэффициент мясности в тушах опытного молодняка был наиболее высоким 3,79–3,85 единиц и превосходит аналогов из контрольных групп на 0,18–0,21 %, что отразилось на соотношении съедобных частей туш к несъедобным, в опытных группах данный показатель составил 3,2, в контрольной – 3,1.

Скармливание солодовых ростков в рационах откармливаемого молодняка оказало положительный эффект на протеиновый состав в длиннейшей мышце спины, повысив его на 0,5–2,6 п. п., а в средней пробе мяса бычков всех опытных групп содержание сухого вещества – на 0,4–2,7 п. п., протеина – на 1,3–3,5 п. п. и жира – на 0,8–0,9 п. п.

В результате опыта установлено, что влагоудерживающая способность мяса бычков всех групп находилась на достаточно высоком уровне без достоверных межгрупповых различий. Вместе с тем следует отметить, что в мясе бычков опытных групп, в состав комбикормов которых были включены солодовые ростки, влагоудержание оказалось выше на 0,6–2,1 п. п. Увариваемость мяса от бычков опытных групп оказалась выше контроля на 0,6–1,3 п. п. Интенсивность окраски мяса опытных групп оказалась на 2,1–4,8 единиц экстенции выше контрольного показателя. Белковый качественный показатель опытных групп отличался более высокими результатами на 0,12–0,34 единиц.

### Список использованных источников

1. Влияния различного количества жмыха и шрота из нового сорта рапса на продуктивность бычков и качество мяса / Т. Л. Сапсалева, В. П. Цай, Ю. Ю. Ковалевская [и др.] // Научно-технический бюллетень. Института биологии тварин и дяржавного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. – Вып. 11, № 2,3. – 2010. – С. 184–189.
2. Горлов И. Ф. Интенсификация производства говядины / И. Ф. Горлов. – Волгоград. – 2007. – 365 с.

3. «ИШАН» – кормовая добавка биологически активных веществ, ее безвредность и влияние на качество мяса бычков / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин [и др.] // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва / Збірник наукових праць. – 2014. – № 2 (112). – С. 17–21.
4. Кобыляцкий, П. С. Оптимальный возраст убоя скота и его влияние на качество говядины / П. С. Кобыляцкий // Ветеринарная патология. – 2010. – № 4. – С. 39–43.
5. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.
6. Продуктивность и качество мяса бычков при разных нормах энергии в рационах / В. И. Передня, А. И. Пунько, В. Ф. Радчиков [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацелуро, Минск, 17–18 октября 2018 г. – Минск: Беларуская навука, 2018. – С. 139–143.
7. Радчиков, В. Ф. Использование вторичных ресурсов пищевой промышленности (солод пивоваренный, картофельная мезга) в кормлении крупного рогатого скота: рекомендации / В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук, В. П. Цай [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», – Жодино, 2020. – 18 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
9. Цай, В. П. Эффективные способы приготовления и использования кормов при выращивании крупного рогатого скота / В. П. Цай; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2023. – С. 134–141.

**В. П. Цай<sup>1</sup>, С. А. Цалко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **ПЕРЕВАРИМОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНОВ БЫЧКАМИ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СОЛОДОВЫХ РОСТКОВ**

*Аннотация.* Скармливание животным рационов с увеличенным содержанием солодовых ростков не оказало положительного влияния на интенсивность пищеварительных процессов, отразившихся на качестве обмена веществ. Животные 2 опытной группы использовали азот корма для отложения от усвоенного в теле на 1,2 п. п. эффективнее. Молодняк 2 опытной группы отложил в теле кальция – на 2,2 п. п. и фосфора – на 7,1 п. п. больше контроля. Эффективность использования этих элементов бычками 3 опытной группы была также на достаточно высоком уровне – 76,4 и 68,2 % соответственно, отражая интенсивность и направленность обменных процессов в организме.

*Ключевые слова:* бычки, рацион, солодовые ростки, переваримость.

**V. P. Tzai<sup>1</sup>, S. A. Tsalko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUP “SPC NAS of Belarus on animal husbandry”

Zhodino, Republic of Belarus

E-mail: labkrs@mail.ru

<sup>2</sup>RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **DIGESTIBILITY AND NUTRIENT USE OF DIETS BY GOBIES WHEN FEEDING SOLO SPROUTS**

*Abstract.* Feeding animal diets with an increased content of malt sprouts did not have a positive effect on the intensity of digestive processes, which affected the quality of metabolism. Animals of the 2nd experimental group used nitrogen feed to deposit from the assimilated in the body by 1.2 percentage points more efficiently. The young of the 2 experimental group deposited calcium in the body – by 2.2 pp. and phosphorus – by 7.1 pp. more control. The efficiency of using these elements by the bulls of the 3 experimental group was also at a fairly high level – 76.4 and 68.2 %, respectively, reflecting the intensity and direction of metabolic processes in the body.

*Keywords:* gobies, diet, malt sprouts, digestibility.

### **Введение**

Рост производства продукции животноводства в значительной степени сдерживается из-за высокой себестоимости кормов, недостатка кормового протеина. В связи с этим большое значение приобретает изыскание новых недорогих кормовых ресурсов, богатых протеином и способных удешевить комбикорм. Отходы пищевых производств представляют собой легко возобновляемый, дешевый и доступный источник сырья для производства новых высококачественных и питательных кормов и после соответствующей обработки и подготовки могут приобретать кормовые свойства, в 1,5–3 раза превосходящие фуражное зерно хорошего качества [2–4].

Важнейшим показателем, характеризующим эффективность использования кормов, является переваримость питательных веществ, которая напрямую зависит от степени сбалансированности рациона, живой массы животных, их возраста, физиологического состояния и других фак-



торов. Рост молодняка зависит от уровня биохимических процессов в организме, на который оказывает большое влияние состав и качество кормов рациона, поскольку корма при любом химическом составе имеют различную степень переваримости питательных веществ и разную степень усвоения, что и определяет их продуктивную ценность [1].

### Основная часть

В результате целью исследований явилось изучить переваримость питательных веществ рационов молодняка крупного рогатого скота при скармливании комбикормов с включением солодовых ростков. Для реализации поставленной цели проведен физиологический опыт. Исследования проведены методом пар-аналогов по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Кол-во животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
1 контрольная	3	30	Основной рацион (ОР) + комбикорм КР-2
2 опытная	3	30	ОР + комбикорм с включением 10 % солодовых ростков
3 опытная	3	30	ОР + комбикорм с включением 20 % солодовых ростков
4 опытная	3	30	ОР + комбикорм с включением 30 % солодовых ростков

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе использован рацион со стандартным комбикормом, а в опытных группах животные получали комбикорма, в состав которых были включены солодовые ростки в количестве 10, 20, 30 %, вместо зерновой части комбикормов и части шрота подсолнечного.

В процессе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа.

Нами проведен опыт, в котором изучалось влияние включения различных дозировок солодовых ростков в состав комбикормов КР-2 на переваримость питательных веществ, баланс азота, кальция и фосфора у бычков на откорме.

Изучение переваримости питательных веществ является важным показателем, по которому можно судить о процессах переваривания кормов. Питательные вещества, содержащиеся в кормах, находятся в форме высокомолекулярных соединений и поэтому не могут в первоначальном виде трансформироваться через стенки клеток ЖКТ в ткани животного. Первоначально они должны расщепляться до более простых их составляющих, перейти в раствор и только после этого могут всосаться. Поэтому первым этапом обмена веществ между организмом животного и внешней средой является подготовка компонентов корма к всасыванию – переваривание.

Молодняк, получавший рационы с различным количеством солодовых ростков, по-разному переваривал питательные вещества потребленных кормов (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Сухое вещество	71,2 ± 3,07	73,3 ± 0,27	72,6 ± 0,46	69,9 ± 0,72
Органическое вещество	72,4 ± 3,01	74,3 ± 0,24	73,8 ± 0,46	71,1 ± 0,76
БЭВ	78,9 ± 3,01	79,4 ± 0,24	78,8 ± 0,46	75,8 ± 0,76
Жир	49,2 ± 4,84	51,1 ± 2,23	50,8 ± 0,90	43,9 ± 1,92
Протеин	62,8 ± 5,67	66,7 ± 0,28	64,8 ± 1,72	63,1 ± 0,53
Клетчатка	52,9 ± 5,67	60,9 ± 0,63	61,8 ± 1,36	61,1 ± 3,12

Утилизация принятых питательных веществ происходит наиболее интенсивно при скармливании молодняку комбикормов с 10 и 20 % солодовых ростков. Так, различия по переваримости сухого вещества составляют 2,1 и 1,4 п. п. в пользу животных, выращиваемых на рационах

с комбикормами, содержащими 10 и 20 % солодовых ростков, по отношению к контролю соответственно. Органическое вещество лучше переваривали бычки 2 и 3 опытных групп с разницей к контролю в 1,9 и 1,4 п. п. соответственно.

Переваримость азотсодержащих веществ у бычков всех опытных групп была выше своих аналогов в 1 контрольной группе на 0,3–3,9 п. п. Однако отмечено снижение переваримости протеина рациона с увеличением концентрации солодовых ростков с 66,7 % во 2 опытной группе до 63,1 % в 4 опытной группе.

Переваримость сырого жира во многом зависела от содержания последнего в рационах. Между потреблением сырого жира с кормами рациона и его переваримостью установлена высокая прямая взаимосвязь. Следовательно, опытные животные 2 и 3 групп характеризовались лучшей переваримостью сырого жира, чем их аналоги 1 контрольной группы на 1,9 и 1,6 п. п. ( $p > 0,05$ ). Переваримость жира варьировала в достаточно широких пределах. Если контрольная, 2 и 3 опытные группы переваривали жир на достаточно высоком уровне с разбежкой в переваримости максимум 1,9 п. п., то в 4 опытной группе переваримость снизилась на 5,3 п. п. относительно контроля и на 7,2 п. п. лучшего опытного. Следует отметить, что увеличение уровня ввода солодовых ростков в состав комбикормов снизило потребление питательных веществ рационов, что отрицательно повлияло на их переваримость.

Однако по переваримости клетчатки установлено, что использование более высоких уровней солодовых ростков в рационах способствовало ее переваримости относительно контроля на 8,0–8,9 п. п.

По переваримости БЭВ не установлено значительных различий у 2 и 3 опытных групп со сверстниками контрольной группы. Только снижение ее переваримости установлено в 4 опытной группе, потреблявшей в своем составе рациона комбикорм с 30 % солодовых ростков.

Соответствующее обеспечение микрофлоры питательными веществами способствует более высокому потреблению их и повышению переваримости, что оказывает в целом благоприятное влияние на обмен веществ и продуктивные качества молодняка, что и отмечается в наших исследованиях.

Переваримость животными протеина кормов не дает полного представления о его качестве и не всегда сопоставима с их продуктивностью, поскольку не все его количество используется для жизнедеятельности организма и наращивания у молодняка массы тела. Изучение показателей обмена азота в организме косвенно отражает не только качественную сторону используемого рациона, но и дает определенное представление о продуктивных возможностях животного.

В связи с вышеуказанным для более полного изучения характеристики испытываемых рационов нами был изучен баланс азота в организме подопытного молодняка (табл. 3).

Таблица 3. Баланс и использование азота, кальция и фосфора в организме животных, гол./сутки

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Использование азота				
Поступило с кормом, г	91,1	97,3	101,7	95,0
Выделено с калом, г	33,8	32,4	35,7	35,1
Усвоено, г	57,3	64,9	65,9	60,0
Выделено с мочой, г	4,5	4,3	5,8	5,3
Отложено, г	52,8	60,7	60,2	54,7
Отложено от принятого, %	57,9	62,4	59,2	57,6
Отложено от переваренного, %	92,2	93,4	91,3	91,2
Использование кальция				
Поступило с кормом, г	40,6	41,9	42,1	37,9
Выделено с калом, г	7,0	6,2	6,3	6,7
Усвоено, г	33,6	35,7	35,9	31,1
Выделено с мочой, г	7,5	7,2	8,5	9,0

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Отложено, г	26,1	28,5	27,4	22,1
Отложено от принятого, %	64,3	68,1	65,0	58,3
Отложено от переваренного, %	77,7	79,9	76,4	71,0
Использование фосфора				
Поступило с кормом, г	21,3	21,9	22,0	19,8
Выделено с калом, г	4,4	4,1	4,0	3,8
Усвоено, г	16,8	17,8	18,0	16,0
Выделено с мочой, г	5,1	4,1	5,7	5,5
Отложено, г	11,8	13,7	12,3	10,4
Отложено от принятого, %	55,4	62,6	55,8	52,7
Отложено от переваренного, %	69,9	77,0	68,2	65,4

Закономерность, замеченная по переваримости питательных веществ, в использовании азота корма различалась незначительно.

Ввиду неодинаковой поедаемости кормов рационов выявились определенные различия в количестве принятого азота между группами. Наибольшее поступление азота с кормом было отмечено у животных 3 опытной группы, которые получали рацион с уровнем ввода 20 % солодовых ростков в составе комбикорма. Они превосходили по этому показателю 2 опытную группу на 4,5 %.

Наибольшее количество переваренного азота наблюдалось у бычков 3 опытной группы – 65,9 г, что выше, чем у животных 1 контрольной группы на 8,6 г, или на 15,0 %. Разница между 1 контрольной и 2 опытной группами была достаточно существенной и составила 7,6 г, или 13,3 % в пользу последней.

Животные 1 контрольной группы уступали аналогам из 2 и 3 опытных групп по ретенции азота на 7,9 и 7,4 г, или 14,9 и 14,0 % соответственно.

Полученные различия определенным образом сказались и на использовании азота организмом животных. Так, молодняк 1 контрольной группы использовал его на 57,9 % от принятого, что ниже на 4,5 п. п., чем аналоги из 2 опытной группы и на 1,3 п. п. – чем в 3 опытной.

Отложение азота в 1 контрольной и 2 опытной группах составило соответственно 92,2 и 93,4 % от переваренного, против 91,3 % в 3 опытной группе.

Все процессы усвоения, превращения веществ происходят только в средах с определенным химическим составом, постоянство же среды регулируется минеральными веществами.

Изучение обмена кальция и фосфора имеет большое значение, так как эти элементы играют важную роль в формировании организма животного. У животных всех групп баланс кальция и фосфора был положительным. Бычки 2 и 3 опытных групп приняли кальция больше на 1,3 (3,2 %) и 1,5 г (3,7 %) соответственно, чем сверстники 1 контрольной. Это связано с различным потреблением кормов рационов этими животными.

Животные опытных групп выделяли кальция с калом меньше, чем сверстники из 1 контрольной группы на 0,3–0,8 г. Опытный молодняк 2 и 3 групп превосходил по усвоению кальция контрольных аналогов на 6,3 % и 6,8 % соответственно. Отложение кальция в теле молодняка 2 опытной группы было самым высоким и превосходило сверстников контроля на 2,4 г ( $p < 0,05$ ). В организме бычков 3 опытной группы также отложилось больше кальция, чем в контроле на 5,0 %. Следовательно, использование кальция молодняком 1 контрольной и 3 опытной групп было практически на одном уровне, во 2 опытной – на 3,8 п. п. выше.

Эффективность использования фосфора в организме крупного рогатого скота зависит от уровня кальция в рационе. При его избытке в рационе снижается усвояемость и ретенция фосфора в организме животных.

Для оценки обеспеченности животных минеральными веществами имеет значение не только валовое содержание их в рационе, но и степень усвоения в организме.

Существенных межгрупповых различий в потреблении подопытным молодняком фосфора не выявлено.

Имело место незначительно меньшее потребление фосфора молодняком 4 опытной группы. Это связано с меньшим потреблением кормов рациона. В усвоении фосфора между бычками 1 контрольной и 2 опытной групп существенных различий не установлено. Молодняком 3 опытной группы было усвоено фосфора на 1,2 г, или 7,1 % больше контроля.

Потери фосфора с мочой у бычков 3 опытной группы составили 5,7 г, что против сверстников из 1 контрольной и остальных опытных групп является наивысшим значением.

Однако, отложение фосфора в теле имело тенденцию, отмеченную выше. Превосходство животных 2 опытной группы над контрольными аналогами составило 16,1 % (1,9 г). Существенных различий по отложению в теле фосфора между бычками 3 опытной и 1 контрольной групп не установлено.

Самый низкий показатель отложения был зафиксирован в группе молодняка, потреблявшего максимальное количество солодовых ростков, что в первую очередь связано с количеством потребляемого корма.

Скармливание животным рационов с увеличенным содержанием солодовых ростков не оказало положительного влияния на интенсивность пищеварительных процессов, отразившихся на качестве обмена веществ. Животные 2 опытной группы использовали азот корма для отложения от усвоенного в теле на 1,2 п. п. эффективнее. Молодняк 2 опытной группы отложил в теле кальция – на 2,2 п. п. и фосфора – на 7,1 п. п. больше контроля. Эффективность использования этих элементов бычками 3 опытной группы была также на достаточно высоком уровне – 76,4 и 68,2 % соответственно, отражая интенсивность и направленность обменных процессов в организме.

Влияние различных уровней солодовых ростков в составе комбикорма на рост и продуктивность подопытного молодняка в период балансового опыта определяли по изменению живой массы (табл. 4).

Таблица 4. Живая масса и продуктивность

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Живая масса в начале опыта, кг	168,7 ± 2,72	172 ± 4,37	168 ± 8,73	174 ± 4,58
Живая масса в конце опыта, кг	194 ± 4,04	198,7 ± 3,17	193 ± 5,56	198 ± 4,16
Валовый прирост, кг	25,3 ± 2,72	26,3 ± 1,20	25 ± 3,21	24 ± 0,57
Среднесуточный прирост, г	844 ± 90,94	878 ± 40,06	833 ± 107,15	800 ± 19,24
Живая масса в начале опыта, кг	168,7 ± 2,72	172 ± 4,37	168 ± 8,73	174 ± 4,58

Скармливание рационов с различными уровнями солодовых ростков в составе комбикормов показало положительную связь с интенсивностью роста опытных животных. Так, наиболее высокий прирост живой массы отмечен у молодняка, получавшего 10 % солодовых ростков в составе комбикорма, который превосходил на 4,03 % ( $p < 0,05$ ) 1 контрольную группу.

Опытные бычки 3 группы, потребляющие рацион с увеличением уровня солодовых ростков до 20% в составе комбикормов, показали менее эффективное использование корма. Среднесуточный прирост живой массы у этих животных составил 833 г, что на 1,3 % ниже контрольного показателя. Увеличение уровня солодовых ростков до 30 % в составе комбикорма не позволило получить желаемую продуктивность. Так, продуктивность снизилась на 5,21 % относительно контроля, что закономерно, так как животные данной группы на основании проведенных исследований потребляли и питательных веществ меньше, и переваримость их была ниже остальных подопытных групп. Вероятно, скармливание большего уровня солодовых ростков вызывает снижение поедаемости кормов и угнетение обменных процессов в организме.

## Заклучение

Таким образом, использование в рационах комбикормов с солодовыми ростками в количестве 10 и 20 % способствовало более высокой переваримости сухого вещества на 2,1 и 1,4 п. п.; органического вещества – на 1,9 и 1,4; БЭВ – 0,5; жира – на 1,9 и 1,6; протеина – на 3,9 и 2,0; клетчатки – на 8,0 и 8,9 п. п. соответственно. Скармливание животным рационов с увеличенным содержанием солодовых ростков не оказало положительного влияния на интенсивность пищеварительных процессов, отразившихся на качестве обмена веществ. Животные 2 опытной группы использовали азот корма для отложения от усвоенного в теле на 1,2 п. п. эффективнее. Молодняк 2 опытной группы отложил в теле кальция на 2,2 п. п. и фосфора на 7,1 п. п. больше контроля. Эффективность использования этих элементов бычками 3 опытной группы была также на достаточно высоком уровне – 76,4 и 68,2 % соответственно, отражая интенсивность и направленность обменных процессов в организме.

## Список использованных источников

1. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М.: НИЦ «Инженер», 1997. – 420 с.
2. Походня, Г. С. Нетрадиционные источники протеина в рационах крупного рогатого скота / Г. С. Походня, П. И. Афанасьев. – Белгород: Изд. БелГСХА, 2006. – С. 1–2.
3. Разумовский, С. Н. Солодовые ростки в кормлении молодняка крупного рогатого скота / С. Н. Разумовский, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми підвищення якості та безпека виробництва й переробки продукції тваринництва», 14 лютого 2020 року. – Дніпро, 2020. – С. 69–71.
4. Вводим солодовые ростки в стартерный комбикорм / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина // Животноводство России. – 2022. – № 2. – С. 54–56.

**Е. Л. Жилич, Ю. Н. Рогальская, С. А. Цалко, В. В. Никончук**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ**

*Аннотация.* В условиях ведения промышленного животноводства микроклимат играет роль постоянно действующей воздушной среды и оказывает существенное влияние на молочную продуктивность и здоровье животных. Благоприятная температура – одно наиболее важных условий для нормального течения обмена веществ в организме животных. Нарушение теплового режима отрицательно сказывается на проявлении всех жизненных процессов.

*Ключевые слова:* микроклимат, температура воздуха, влажность воздуха, скорость движения воздуха, температурно-влажностный режим.

**E. L. Zhilich, Yu. N. Rogalskaya, S. A. Tsalko, V. V. Nikonchuk**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **THE STUDY OF THE FORMATION AND MAINTENANCE OF A MICROCLIMATE ON DAIRY FARMS AND COMPLEXES**

*Abstract.* In the conditions of industrial animal husbandry, the microclimate plays the role of a constantly operating air environment and has a significant impact on dairy productivity and animal health. A favorable temperature is one of the most important conditions for the normal course of metabolism in the body of animals. Violation of the thermal regime has a negative effect on the manifestation of all life processes.

*Key words:* microclimate, air temperature, air humidity, air velocity, temperature and humidity regime.

### **Введение**

В обеспечении рентабельности животноводческих предприятий на промышленной основе большую роль играют биотехнологические факторы, в частности микроклимат, который наряду с кормлением определяет оптимальные условия существования животных. Известно, что между организмом и средой его обитания существует тесная и неразрывная связь. При этом совокупность факторов внешней среды постоянно воздействует на организм, вызывая в нем различные ответные реакции [1, 2].

Нарушение оптимальных условий содержания или несоответствие среды естественному проявлению этологических реакций животных приводит к изменению гомеостатического равновесия в организме, вызывая в нем состояние напряжения – стресс, который приводит к потере продуктивности, увеличению затрат кормов и преждевременной выбраковке, а также падежам животных. Для исключения влияния отрицательных факторов на организм животных необходимо постоянный контроль за условиями содержания, в частности состояния воздушной среды.

### **Основная часть**

Перемены в микроклимате могут серьезно отразиться на здоровье животных и снизить их продуктивность, в среднем на 20–40 %. Особенно тяжело переносят это высокопродуктивные коровы и племенной скот. При этом, если говорить о температуре, вредны как очень низкие показатели, так и жара. Причем духоту крупный рогатый скот переносит особенно тяжело [3–4].

По мнению ученых, специалистов животноводства и технологов, продуктивность животных на 50–60 % определяется кормами, на 15–20 % – уходом и на 10–30 % – микроклиматом в животноводческом помещении [5–10]. Доказано, что крупный рогатый скот, в частности высокопродуктивные коровы, более подвержены тепловому стрессу, чем стрессу от холода вследствие некоторых особенностей организма [11–13].

Чем ближе температура внешней среды к температуре тела животного, тем сильнее действие теплового стресса и тем более выражены негативные его последствия [14]. Животное при влиянии высоких температур стремится повысить отдачу тепла, происходит расширение сосудов, увеличение частоты пульса и дыхания. Именно поэтому необходимо уделять особое внимание среде, в которой содержатся животные, а именно микроклимату животноводческих помещений.

Микроклиматом животноводческих помещений называется совокупность физических и химических факторов сформировавшейся внутри них воздушной среды [15]. К важнейшим параметрам микроклимата относят температуру воздуха, его относительную влажность, скорость движения, химический состав, наличие взвешенных частиц пыли и микроорганизмов, а также освещенность.

В качестве основополагающих факторов необходимо отметить температуру воздуха, влажность и скорость его движения, поскольку от их взаимодействия, в первую очередь, в животноводческом помещении создаются благоприятные условия для животных и персонала.

Требования к температурно-влажностному режиму животноводческих помещений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Требования к температурно-влажностному режиму животноводческих помещений

Тип помещения и возраст животного	Температура воздуха, °С			Относительная влажность воздуха, %		
	нижняя критич.	верхняя критич.	оптимальные условия	нижняя критич.	верхняя критич.	оптимальные условия
Коровники (привязное содержание)	+ 5	+ 25	+ 8 – + 12	40	85	50–75
Профилакторий (индивидуальные клетки в помещении)	+ 5	+ 25	+ 16 – + 18	40	85	50–75
Молодняк от 60 дн. до 6 мес.	+ 8	+ 25	+ 12 – + 16	40	85	50–75
Молодняк старше 6 мес.	+ 5	+ 25	+ 10 – + 15	40	85	50–75
Коровники (беспривязное содержание)	– 10	+ 25	+ 1 – + 15	40	85	50–75
В помещениях облегченного типа						
Профилакторий-навес для индивидуальных домиков	–	–	Не нормируется	–	–	Не нормируется
Молодняк от 60 дн. до 6 мес.	– 5	+ 25	+ 1 – + 15	40	85	50–75
Молодняк старше 6 мес.	– 10	+ 25	+ 1 – + 15	40	85	50–75
Помещения для скота мясных пород						
Коровы перед отелом (за 10 дней), во время отела и после отела с телятами до 20-дневного возраста	– 10	+ 25	+ 1 – + 15	40	85	50–75
Остальные группы животных	–	–	Не нормируется	–	–	Не нормируется

В случае нарушения данных требований должен соблюдаться ряд условий:

1) в коровниках, зданиях для содержания молодняка и скота на откорме в наиболее холодный период в течение 5 суток подряд, но не более 240 ч за сезон, допускается снижение температуры внутреннего воздуха в пределах до 5 °С ниже расчетной при соблюдении требований с не выпадением конденсата на стенах и потолке помещения;

2) в коровниках, зданиях для содержания молодняка и скота на откорме допускается повышение максимальной относительной влажности внутреннего воздуха до 85 % при условии соблюдения всех других нормируемых параметров внутреннего воздуха и требования о не выпадении конденсата на стенах и потолке помещения.

Требования к температурно-влажностному режиму доильно-молочного блока, пункта искусственного осеменения и помещения для санитарной обработки скота приведены в табл. 2.

**Таблица 2. Требования к температурно-влажностному режиму доильно-молочного блока, пункта искусственного осеменения и помещения для санитарной обработки скота**

Наименование зданий и помещений	Группа животных	Расчетная температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	
			максимальная	минимальная
Помещения для санитарной обработки скота	Коровы, молодняк телят	18	75	Не нормируется
Доильно-молочный блок (доильный зал, молочная)		17	75	Не нормируется
Пункт искусственного осеменения (лаборатория)		18–25	60	40

Нормы скорости движения воздуха в помещениях для содержания скота приведены в табл. 3.

**Таблица 3. Нормы скорости движения воздуха в помещениях для содержания скота**

Наименование помещений	Скорость движения воздуха в зоне расположения животных, м/с	
	расчетная в холодный и переходный периоды года	допустимая в теплый период года
Коровники для беспривязного и привязного содержания, здания для молодняка и здания для скота на откорме	0,5	1,0
Родильная, телятник, доильное отделение	0,3	0,5

В качестве основного исполнительного устройства регулирования воздействия данных факторов является применение той или иной системы вентиляции.

По принципу действия системы вентиляции делят на:

- естественную (гравитационную);
- принудительную с механическим побудителем потока;
- комбинированную.

Работа системы естественной вентиляции основывается на перепадах давления внутри и снаружи зданий. Холодный воздух с улицы вытесняет теплый, который находится в животноводческих помещениях. Благодаря этому осуществляется его естественная циркуляция.

Важно учитывать, что такая вентиляционная система будет эффективной только в том случае, если разница температуры снаружи и внутри составляет не менее плюс 8–10 °С. Естественно, летом такого перепада нет. Поэтому в помещении не будет необходимой циркуляции воздушного потока, возникнет застой. Если монтируется система вентиляции такого типа, то необходимо предусмотреть открывающиеся форточки и окна. Через них будет поступать свежий воздух, выходить переработанный. Когда на улице температура ниже минус 15 °С, необходимо контролировать приток кислорода при помощи заслонок. Он должен поступать в ограниченном количестве, так как тепла, которое выделяется телом животных, будет недостаточно для его обогрева.

Принудительная вентиляция с механическим побудителем в свою очередь подразделяется на:

- приточную;
- вытяжную;
- приточно-вытяжную.

Обычно используют последний вариант. Монтируется две линии: одна из них необходима для обеспечения притока чистого воздуха, а вторая – для вывода загрязненного. Как правило, обе используются одновременно для высокой эффективности. Кроме того, первая может быть без подогрева подаваемого в помещения воздуха или с подогревом. Такой тип вентиляционных систем является более эффективным в сравнении с предыдущим. Он не зависит от окружающих условий, в том числе от температуры. Циркуляция воздушного потока осуществляется за счет работы вентиляторов для животноводческих помещений.

Для принудительной вентиляции используют:

1) вытяжные вентиляторы (рис. 1). Обеспечивают принудительную вентиляцию здания. Воздух уходит из помещения через вентилятор, а свежий воздух поступает посредством приточных клапанов и жалюзи;





Рис. 1. Вытяжной вентилятор



Рис. 2. Вентиляционные шахты

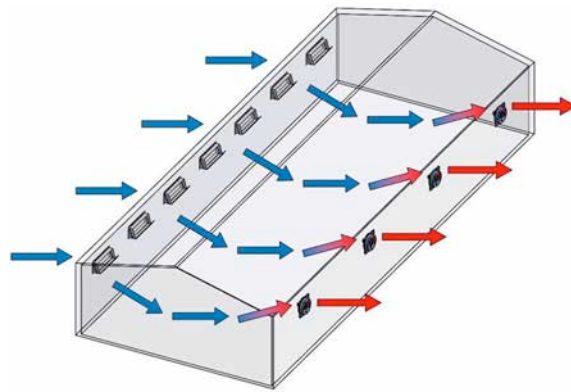


Рис. 3. Туннельная вентиляция



*a*



*б*

Рис. 4. Разгонные вентиляторы: *a* – вертикальные; *б* – горизонтальные

2) вентиляционные шахты (рис. 2). Существуют приточные (для подачи воздуха внутрь помещения) и вытяжные (для удаления отработанного воздуха);

3) туннельную вентиляцию. Используется при высокой температуре для снижения теплового стресса (рис. 3). Воздух подается через приточные жалюзи, наружу он уходит через вытяжные вентиляторы;

4) разгонные вентиляторы (рис. 4). Позволяют создать принудительную циркуляцию воздушных потоков, устраняют зоны застоя, перемешивают воздушные массы, чем достигается более равномерная температура во всем помещении.

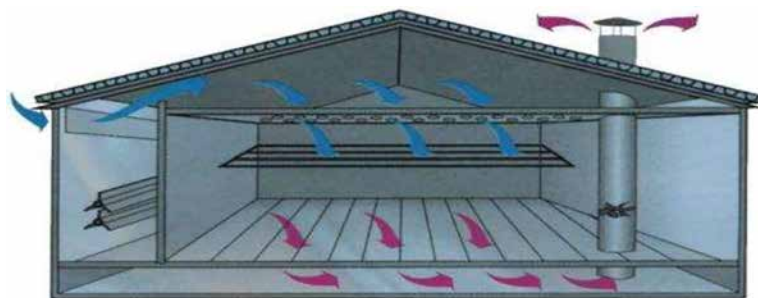


Рис. 5. Пример комбинированной системы вентиляции

Комбинированная вентиляция (рис. 5) представляет собой использование нескольких схем вентиляции в одном помещении. Например, приток через оконные проемы и вытяжка через световентиляционный конек может быть дополнена разгонными вентиляторами, установленными над кормовым столом. Система позволяет, например, отключить механическую вентиляцию, оставляя естественный приток и вытяжку, и тем самым сократить энергетические затраты. Такая система подходит для ферм и комплексов с большими сезонными перепадами температуры [16].

Применение той или иной системы вентиляции должно быть обусловлено типом помещения и природно-климатическими условиями среды.

Для формирования и поддержания оптимального температурно-влажностного режима сегодня в комплексе с вентиляцией необходимо использовать ряд дополнительных устройств. Одним из таких технологических вариантов служит система охлаждения воздуха помещений туманом (мелкодисперсное орошение), которая является передовой и наиболее прогрессивной на мировом рынке оборудования по регулированию микроклимата.

Система туманного охлаждения – это линии с распылительными форсунками, установленные параллельно боковых стен помещения. С помощью насоса вода под высоким давлением проходит через форсунки, таким образом образуется высокодисперсный туман.

Существуют три основных типа систем мелкодисперсного орошения охлаждения:

- система низкого давления (7–14 бар) работает по принципу адиабатического охлаждения: снижает температуру воздуха за счет испарения воды, которая распыляется через форсунки низкого давления. В результате создаются крупные капли, которые попадают на шерсть и кожу животных;

- система высокого давления (28–41 бар) также работает по принципу адиабатического охлаждения. Однако она использует воду под высоким давлением. В результате создается мелкодисперсный туман. Он быстро испаряется в воздухе, забирая с собой тепло и снижая температуру на 5–8 °С градусов. Такие системы не увлажняют шерсть и кожу животных и не способствуют развитию болезней;

- система сверхвысокого давления (48–69 бар) считается наиболее эффективной. Она создает сверхмелкодисперсный туман, который в результате испарения забирает с собой большое количество тепла. Такой эффект снижает температуру на 6–12 °С.

Использование системы туманообразования без системы вентиляции недопустимо. Использование систем туманообразования должно осуществляться под контролем средств автоматики, работающих с индексом ТНІ для достижения определенного показателя влажности.

### Заключение

Перемены в микроклимате могут серьезно отразиться на здоровье животных и снизить их продуктивность в среднем на 20–40 %. Особенно тяжело переносят это высокопродуктивные коровы и племенной скот. При этом, если говорить о температуре, вредны как очень низкие показатели, так и жара.

В настоящее время на рынке отсутствуют отечественные системы управления микроклиматом, однако можно встретить зарубежные системы отечественной сборки с заимствованным программным обеспечением, что делает невозможным процесс интеграции в отечественную систему управления менеджментом стада, а также возникающие сложности при обслуживании оборудования.

Производство систем автоматизированного обеспечения микроклимата в Республике Беларусь и странах СНГ не освоено, а использование аналогичного оборудования для обеспечения микроклимата зарубежного производства затруднено по причине санкционной политики и высокой стоимости, проблем с запчастями в процессе эксплуатации, необходимостью оплаты информационно-консультативных услуг и сервисного обслуживания и т. д. При этом реконструкция и техническое переоснащение молочно-товарных ферм и комплексов должны преследовать цель не только замены физического и морально изношенного оборудования, но и создание принципиально новых систем формирования микроклимата.

### Список использованных источников

1. Гигиенический контроль микроклимата в животноводческих помещениях: учеб.-метод. пособие для студентов по специальностям 1–74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1–74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и слушателей ФПК и ПК / В. А. Медведский [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2019. – 40 с.
2. Карташова, А. Н. К вопросу обеспечения оптимального микроклимата животноводческих помещений / А. Н. Карташова, М. И. Закревский // Ветеринарные и зооинженерные проблемы животноводства : материалы I Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 28–29 ноября 1996 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 1996. – С. 183.
3. Куликова, Н. И. Новые технологические приемы формирования продуктивных и интерьерных показателей молочного скота: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.04 / Н. И. Куликова, Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2003. – 46 с.
4. Медведский, В. А. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум: учеб. пособие / В. А. Медведский. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 328 с.
5. Влияние микроклимата на продуктивность коров / В. Н. Тимошенко [и др.] // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2–3 июня 2015 г. – Минск: БГАТУ, 2015. – С. 601–606.
6. Второй, В. Ф. Исследование параметров микроклимата коровника переносным измерительным комплексом / В. Ф. Второй, С. В. Второй, Р. М. Ильин // Агротехнологии. – 2021. – №3(108). – С. 154–164.
7. Самарин, Г. Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях: дис. ... доктора технических наук: 05.20.02 / Самарин Геннадий Николаевич; [Место защиты: ФГОУВПО «Московский государственный агроинженерный университет»]. – Москва, 2009. – 442 с.
8. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: типовая учебная программа по учебной дисциплине для специальностей 1–74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1–74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве / Министерство образования РБ, УМО по аграрному техническому образованию; [сост.: Д. Ф. Кольга и др.]. – Минск: БГАТУ, 2016. – 24 с.
9. Швед, И. М. Современное решение в создании микроклимата в животноводческом помещении / И. М. Швед // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 23–24 октября 2009 г. – Ч. 2. – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 75–77.
10. Ястребова, Е. А. Влияние параметров микроклимата на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров: дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Ястребова Екатерина Александровна; [Место защиты: Сам. гос. с.-х. акад.]. – Ижевск, 2013. – 163 с.
11. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси, Центр аграр. экономики; разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 283 с.
12. Малащенко, Ю. А. Влияние микроклимата в помещениях для содержания дойных коров на их молочную продуктивность / Ю. А. Малащенко; науч. рук. В. В. Гуйван // Студенты – науке и практике АПК : материалы 107-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, г. Витебск, 20 мая 2022 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – Ч. 2. – С. 142–143.
13. Черников, А. А. Влияние способов содержания сухостойных коров и проведения отела на их воспроизводительную способность, состояние здоровья и рост телят: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.04 / Черников Александр Александрович; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства]. – п. Дубровицы Московской обл. – 2009. – 16 с.
14. Технологическое и техническое обеспечение молочного скотоводства. Состояние, стратегия развития: рекомендации / Ю. А. Иванов [и др.]; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российская акад. с.-х. наук, Федеральное гос. науч. учреждение «Российский науч.-исслед. ин-т информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса» (ФГНУ «Росинформагротех»). – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 227 с.
15. Микроклимат животноводческих помещений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3851431/page:2/>. – Дата доступа : 15.05.2024.
16. Цыганков, А. В. Канальные системы вентиляции и кондиционирования / А. В. Цыганков, О. В. Долговская, Д. В. Виноградский // Учебно-методическое пособие рекомендовано к использованию в университете ИТМО по направлению подготовки 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения в качестве Учебно-методического пособия для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования магистратуры. – СПб.: Университет ИТМО, 2023. – 68 с.

**Е. Л. Жилич, Ю. Н. Рогальская, В. В. Никончук**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ И УПИТАННОСТИ КРС**

*Аннотация.* Комплексная оценка и отбор скота по конституции и экстерьеру в сочетании с другими показателями, наиболее полно характеризующими их племенные и продуктивные качества, способствуют созданию высокопродуктивных стад желательного типа при стандартизации животных по всем показателям, необходимым для организации поточного производства в условиях промышленной технологии. Для повышения эффективности процесса комплексной оценки и отбора скота, а именно определения живой массы и промеров тела, необходимо разработать устройство дистанционного определения данных показателей с целью снижения трудовых затрат и комплексного мониторинга общего физиологического состояния.

*Ключевые слова:* промеры тела, упитанность, экстерьер, конституция тела, прямая длина туловища, обхват за лопатками.

**E. L. Zhilich, Yu. N. Rogalskaya, V. V. Nikonchuk**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ON THE ISSUE OF DETERMINING THE LIVE WEIGHT AND FATNESS OF CATTLE**

*Abstract.* A comprehensive assessment and selection of livestock according to the constitution and exterior, combined with other indicators that most fully characterize their breeding and productive qualities, contribute to the creation of highly productive herds of the desired type while standardizing animals according to all indicators necessary for the organization of mass production in industrial technology. To increase the efficiency of the process of comprehensive assessment of livestock selection, namely, determination of live weight and body measurements, it is necessary to develop a device for remote determination of these indicators in order to reduce labor costs and complex monitoring of the general physiological condition.

*Keywords:* body measurements, fatness, exterior, body constitution, straight body length, shoulder girth.

### **Введение**

В сельском хозяйстве на сегодняшний день одной из наиболее трудоемких технологических операций является взвешивание животных.

Живая масса в комплексе с другими признаками является одним из главных показателей хозяйственной ценности как мясного, так и молочного скота. Самые достоверные данные о развитии получают на основании взвешивания на весах, которые перед каждым взвешиванием проверяют на точность работы. Взвешивать животных принято утром до кормления и поения или спустя 3–4 ч после кормления. Для получения более точных данных о живой массе взвешивание проводят два дня подряд, вычисляют и берут среднюю живую массу из двух взвешиваний [1].

Последующая кратность взвешиваний зависит от целей выращивания и возраста. Для систематического контроля за ростом и развитием молодняка его взвешивают ежемесячно до 6-месячного возраста, а затем в 9, 12, 18 и 24 месяца. Молодняк на откорме взвешивают один раз в квартал и при передаче в другие группы, коров – на 2–3 месяце лактации после первого и третьего отелов, а также при переводе на пастбищное и при постановке на стойловое содержание. Быков-производителей взвешивают ежегодно до достижения ими возраста 5 лет.

## Основная часть

На сегодняшний день с целью автоматизации отрасли животноводства и снижения трудовых затрат при взвешивании и перевеске сельскохозяйственных животных на молочно-товарных фермах и комплексах набирает популярность способ бесконтактного определения промеров тела и оценки упитанности. В основе данного способа лежит существенная взаимосвязь между размерами тела животного и его живой массой.

Определение живой массы можно производить по одному из нижеуказанных способов [1]:

- по Трухановскому;
- по Клювер-Штрауху;
- по Фровейну;
- по Эклзу;
- с помощью специальной ленты-измерителя.

При вычислении живой массы по способу Трухановского берут два промера мерной лентой (см), а именно прямую длину туловища и обхват груди за лопатками.

Живую массу в этом случае вычисляют по формуле

$$ЖМ = A \cdot \frac{B}{100} K, \quad (1)$$

где  $A$  – обхват груди за лопатками, см;  $B$  – прямая длина туловища, см;  $K$  – поправочный коэффициент (для молочных пород – 2, для молочно-мясных и мясных – 2,5).

При вычислении живой массы по способу Клювер-Штрауха берут два промера мерной лентой (см), а именно косую длину туловища и обхват груди за лопатками. Живую массу при этом вычисляют, пользуясь постоянными таблицами для взрослых животных (табл. 1) и молодняка (табл. 2), в которых на пресечении граф данных обхвата груди и косой длины туловища находят показатель живой массы животного.

*Таблица 1. Определение живой массы взрослого крупного рогатого скота по Клювер-Штрауху, кг*

Обхват груди за лопатками, см	Косая длина туловища, см																
	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	190
136	194	202	206	213	220	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	210	218	223	231	236	244	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
144	222	230	236	243	250	258	266	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
148	235	244	250	259	265	274	282	289	–	–	–	–	–	–	–	–	–
152	247	255	262	270	278	287	296	303	311	–	–	–	–	–	–	–	–
156	260	270	277	287	295	304	313	320	329	337	–	–	–	–	–	–	–
160	–	286	292	300	307	317	327	334	345	352	362	–	–	–	–	–	–
164	–	–	306	317	325	334	345	354	364	372	382	391	–	–	–	–	–
168	–	–	–	333	341	351	364	373	383	391	404	413	422	–	–	–	–
172	–	–	–	–	356	368	379	388	399	409	419	429	440	450	–	–	–
176	–	–	–	–	–	386	399	408	420	429	441	452	463	474	484	–	–
180	–	–	–	–	–	–	418	428	443	450	464	475	486	497	508	520	–
184	–	–	–	–	–	–	–	445	458	468	481	493	503	516	528	540	551
188	–	–	–	–	–	–	–	–	480	490	504	516	529	541	553	567	576
192	–	–	–	–	–	–	–	–	–	509	523	536	549	563	574	589	599
196	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	547	561	574	587	600	612	627
200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	583	597	610	624	640	652
204	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	620	634	649	660	678
208	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	659	674	691	704
212	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	700	717	731
216	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	747	767
220	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	786

Таблица 2. Определение живой массы молодняка крупного рогатого скота по Клювер-Штрауху, кг

Обхват груди за лопатками, см	Косая длина туловища, см																		
	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126
84	54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
86	57	58	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
88	59	60	61	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	63	64	65	67	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
92	67	68	69	70	72	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
94	70	71	73	74	75	76	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
96	73	75	76	77	78	79	81	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
98	77	78	80	81	82	83	84	86	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	80	82	84	85	86	87	88	90	91	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
102	84	85	86	88	89	91	92	93	95	96	–	–	–	–	–	–	–	–	–
104	88	90	91	92	94	95	97	98	99	101	102	–	–	–	–	–	–	–	–
106	93	95	96	98	99	100	102	103	104	106	107	109	–	–	–	–	–	–	–
108	99	100	102	103	105	106	107	109	110	112	113	114	116	–	–	–	–	–	–
110	105	106	107	108	110	112	114	116	117	119	120	121	123	–	–	–	–	–	–
112	110	111	112	114	115	117	118	119	121	122	124	126	128	130	–	–	–	–	–
114	115	117	118	119	121	122	124	125	126	128	129	131	132	133	135	136	–	–	–
116	121	122	124	125	126	128	129	131	132	133	135	136	138	139	140	142	143	–	–
118	123	124	126	127	129	131	132	134	135	137	139	140	142	143	145	147	148	150	–
120	129	130	132	133	135	137	138	140	141	143	145	146	148	149	151	153	154	156	157
122	–	135	136	138	139	141	142	143	145	146	148	150	151	153	155	157	159	160	162
124	–	–	142	144	145	147	148	150	152	153	155	156	158	160	161	163	164	166	168
126	–	–	–	150	152	153	155	156	158	161	163	164	166	168	169	171	172	173	174
128	–	–	–	–	158	160	162	163	164	166	168	169	171	172	174	176	177	179	180
130	–	–	–	–	–	166	168	169	170	172	174	176	177	179	180	182	184	185	187

Аналогичным способом можно определить живую массу крупного рогатого скота по Фровейну, пользуясь постоянными таблицами для взрослых животных (табл. 3) и молодняка (табл. 4).

Таблица 3. Определение живой массы взрослого крупного рогатого скота по Фровейну, кг

Обхват груди за лопатками, см	Косая длина туловища, см														
	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
125	164	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	180	187	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
135	196	203	213	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	216	223	231	241	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
145	232	240	250	259	268	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	247	256	266	277	286	296	–	–	–	–	–	–	–	–	–
155	264	274	285	295	306	317	328	–	–	–	–	–	–	–	–
160	282	290	301	313	324	334	347	356	–	–	–	–	–	–	–
165	–	310	323	334	347	358	370	381	394	–	–	–	–	–	–
170	–	–	342	355	368	380	393	404	417	431	–	–	–	–	–
175	–	–	–	374	390	403	417	429	443	457	470	–	–	–	–
180	–	–	–	–	414	428	443	452	471	486	500	515	–	–	–
185	–	–	–	–	–	–	449	464	478	494	508	524	540	552	–
190	–	–	–	–	–	–	–	492	506	522	538	555	572	585	602
195	–	–	–	–	–	–	–	–	531	549	566	582	600	615	633
200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	580	597	614	634	649	667
205	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	626	644	662	680	699
210	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	678	699	716	736

Обхват груди за лопатками, см	Косая длина туловища, см														
	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
215	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	734	751	773	792
220	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	782	804	825
225	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	843	863
230	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	905

Таблица 4. Определение живой массы молодняка крупного рогатого скота по Фровейну, кг

Обхват груди за лопатками, см	Косая длина туловища, см																		
	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126
84	54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
86	57	58	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
88	59	60	61	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	63	64	65	67	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
92	67	68	69	70	72	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
94	70	71	73	74	75	76	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
96	73	75	76	77	78	79	81	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
98	77	78	80	81	82	83	84	86	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	80	82	84	85	86	87	88	90	91	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
102	84	85	86	88	89	91	92	93	95	96	–	–	–	–	–	–	–	–	–
104	88	90	91	92	94	95	97	98	99	101	102	–	–	–	–	–	–	–	–
106	93	95	96	98	99	100	102	103	104	106	107	109	–	–	–	–	–	–	–
108	99	100	102	103	105	106	107	109	110	112	113	114	116	–	–	–	–	–	–
110	105	106	107	108	110	112	114	116	117	119	120	121	123	–	–	–	–	–	–
112	110	110	112	114	115	117	118	119	121	122	124	126	128	130	–	–	–	–	–
114	115	117	118	119	121	122	124	125	126	128	129	131	132	133	135	136	–	–	–
116	121	122	124	125	126	128	129	131	132	133	135	136	138	139	140	142	143	–	–
118	123	124	126	127	129	131	132	134	135	137	139	140	142	143	145	147	148	150	–
120	129	130	134	133	135	137	138	140	141	143	145	146	148	149	151	153	154	156	157
122	–	135	136	138	139	141	142	143	145	146	148	150	151	153	155	157	159	160	162
124	–	–	142	144	145	147	148	150	152	153	155	156	158	160	161	163	164	166	168
126	–	–	–	150	152	153	155	156	158	161	163	164	166	168	169	171	172	173	174
128	–	–	–	–	158	160	161	163	164	166	168	169	171	172	174	176	177	179	180
130	–	–	–	–	–	166	168	169	170	172	174	176	177	179	180	182	184	185	187

Для определения живой массы скота также применяется метод К. Г. Эклза. Берется промер «обхват груди» и по специальной таблице (табл. 5) определяется живая масса скота. Однако при этом учитывают породу.

Таблица 5. Определение живой массы крупного рогатого скота молочных пород по обхвату груди по К. Г. Эклзу

Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг			Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг			Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг		
	крупная порода	средняя порода	мелкая порода		крупная порода	средняя порода	мелкая порода		крупная порода	средняя порода	мелкая порода
68,1	37,2	31,3	25,9	109,2	117,5	116,1	114,8	167,6	374,7	369,7	364,2
71,1	37,4	32,4	28,1	111,8	126,6	124,3	122,5	170,2	390,5	385,1	379,7
73,7	38,6	34,9	31,3	114,3	134,3	131,5	129,3	172,7	403,2	397,8	392,4
76,2	40,6	37,6	34,9	116,8	143,3	140,2	137,0	175,3	421,8	415,9	410,5
78,7	43,5	41,3	39,5	119,4	151,5	147,9	144,2	177,8	435,9	428,6	422,7
81,3	46,7	44,9	43,5	121,9	161,5	157,4	152,9	180,3	455,0	448,6	438,2

Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг			Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг			Обхват грудной клетки, см	Живой вес, кг		
	крупная порода	средняя порода	мелкая порода		крупная порода	средняя порода	мелкая порода		крупная порода	средняя порода	мелкая порода
83,8	51,7	50,8	49,9	124,5	169,6	164,7	160,1	182,9	474,0	459,5	450,0
86,4	56,2	55,8	55,3	127,0	179,6	173,3	169,2	185,4	489,4	476,7	464,5
88,9	61,2	61,7	61,7	129,5	189,1	183,3	177,8	188,0	507,1	490,3	475,8
91,4	67,1	67,1	67,1	132,1	200,0	193,7	187,8	190,5	525,3	506,2	487,2
94,0	73,9	73,9	73,9	134,6	210,0	202,8	197,3	193,0	539,8	517,1	494,9
96,5	80,3	80,3	80,3	154,9	305,3	298,0	291,7	195,6	563,8	534,3	504,8
99,1	87,1	87,1	87,1	157,5	316,2	309,8	303,9	198,1	584,2	547,0	510,3
101,6	94,3	94,3	93,9	160,0	331,6	325,7	320,2	200,7	600,6	556,6	513,5
101,4	101,6	100,7	100,2	162,6	343,8	337,9	332,5	–	–	–	–
106,7	110,7	109,3	108,4	165,1	360,2	354,7	349,7	–	–	–	–

Определение живой массы крупного рогатого скота по обхвату груди также можно осуществить с применением уравнений регрессии. Уравнения регрессии имеют такой вид:

$$Y = 5,3X - 507, \quad (2)$$

$$Y = 5,3X - 486, \quad (3)$$

$$Y = 5,3X - 465, \quad (4)$$





где  $Y$  – получаемая масса коровы в кг;  $X$  – обхват груди за лопатками в см.

Здесь следует пояснить, что первую формулу можно применить при величине обхвата груди коровы 170–180 см, вторую – при 181–191 см, а третью – при величине 192 см и больше.







Определение живой массы с помощью ленты-измерителя проводится после измерения ей обхвата груди за лопатками. Лента имеет две стороны черного и красного цветов (черного цвета – для измерения у черных и черно-пестрых пород; красного цвета – для измерения у красных и красно-пестрых пород). Каждая из сторон имеет два столбца цифр (с меньшим значением для установления живой массы телочек и коров; с большим – для определения живой массы бычков и быков). Данный способ так же имеет относительную погрешность [7].

Помимо промеров тела важнейшим элементом оценки экстерьера крупного рогатого скота молочного направления продуктивности является определение его кондиций (упитанности) (табл. 6) в различные периоды лактации [8].

Таблица 6. Описание кондиций тела коров

Упитанность	Внешний вид позвоночника	Внешний вид коровы
Упитанность 1 балл. Корова истощена. Концы реберных отростков остры на ощупь и выпирают наподобие полки. Отдельные позвонки (остистые отростки) выступают. Маклоки и седалищные бугры четко очерчены. Область тазобедренного сустава и поверхность бедер впалые. Отчетливо выражены и выделяются голодные ямки. Область ануса впалая, вульва выступает		
Упитанность 2 балла. Корова худая. Концы реберных отростков прощупываются, но отдельные отростки, как и позвонки, визуально выделяются не так сильно. Реберные отростки не нависают так явно в виде полки. Маклоки и седалищные бугры выдаются, но впалость области тазобедренного сустава между ними менее значительна. Область ануса менее впалая, вульва выступает меньше		



Упитанность	Внешний вид позвоночника	Внешний вид коровы
Упитанность 3 балла. Корова средней упитанности. Почувствовать реберные отростки можно, приложив легкое давление. «Полка» исчезла. Позвоночник в поясничной части выглядит как скругленный хребет, маклоки и седалищные бугры округлые и сглаженные. Область ануса ровная, хотя и без признаков жировых отложений		
Упитанность 4 балла. Корова сильно упитана. Отдельные реберные отростки можно прощупать лишь при сильном нажатии. В совокупности они скруглены и не создают эффекта «полки». Позвонки скрыты плоской поверхностью в области поясницы и крестца, и скругленной – в области хребта. Маклоки сглажены, промежуток между маклоками и позвонками плоский. В области вокруг седалищных бугров намечаются участки жировых отложений		
Упитанность 5 баллов. Корова тучная. Кости позвоночника, маклоков, седалищных бугров и реберных отростков не видны. Очевидны жировые отложения вокруг корня хвоста и на ребрах. Бедра округлены, грудь и бока тяжелы, спина очень скруглена		

После отела корова получает недостающую энергию из резервов своего тела, особенно в первые недели лактационного периода, когда отсутствует возможность покрытия ее дефицита за счет энергии рациона. О том, как расходуются запасы энергии, можно судить по кондиции тела коровы, а точнее по ее изменению в течение лактации и в сухостойный период.

Оценку кондиций коровы необходимо проводить за несколько суток до отела и после отела, после первого и второго месяца лактации, в середине лактации и за два месяца перед запуском.

В настоящее время используется 5-балльная шкала оценки упитанности коров. Упитанность по данной методике оценивается визуально и ощупыванием хребта, поясницы и крестца [9].

Поскольку на седалищных буграх, остистых отростках позвоночника и концах поперечно-реберных отростков позвонков нет мышечной ткани, прощупываются только кожа и отложения жира.

Оценка каждой точки тела ведется линейно в пределах от 1 до 5 баллов. Среднее значение из всех точек тела определяет кондицию животного. Оценка кондиций тела коровы проводится в единицах BCS (Body condition scoring) по 5-балльной линейной системе.

В табл. 7 представлены оптимальные величины оценки кондиции тела коров в зависимости от стадии лактации.

Таблица 7. Оптимальная кондиция коров различных стадий лактации

Физиологическая фаза	Баллов BCS
Начало запуска	3,0–3,5
Перед отелом	3,0–3,5
Месяц после отела	2,5–3,0
Середина лактации	3,0
Конец лактации	3,0–3,5

Балл упитанности возрастает при слишком большом потреблении энергии и снижается при слишком малом, а также если корова расходует больше энергии, чем получает. Худые коровы имеют оценку 1, коровы с ожирением – 5. Все промежуточные стадии оцениваются по шкале

от 1 до 5 баллов с точностью 0,25–0,5. Таким образом, используется стандарт измерения, позволяющий отслеживать тенденции изменения упитанности коров и кормить их в соответствии с энергетическими потребностями [10].

### Заключение

В молочном животноводстве определение живой массы и мониторинг состояния упитанности играют важную роль в производстве молока. Для определения данных параметров ряд производителей используют различную оптико-вычислительную технику, применение которой позволяет производить обработку двумерных и трехмерных моделей за счет алгоритмизации потока обработки данных. Однако, несмотря на большие возможности вычислительной техники, данные системы имеют ряд ограничений. Для снижения погрешности при определении живой массы сельскохозяйственных животных предлагается использовать корреляционную связь между живой массой и баллом упитанности (с учетом промеров тела), также комплексно оптико-вычислительную технику и ультразвуковые датчики расстояния.

### Список использованных источников

1. Экстерьер, конституция и продуктивность крупного рогатого скота: учеб. метод. пособие по дисциплине «Молочное скотоводство» для студентов по специальности 1–74 03 01 «Зоотехния» и слушателей ФПК и ПК / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – 68 с.
2. Яковлева, С. Е. Влияние экстерьерных показателей и типа конституции на уровень молочной продуктивности коров черно-пестрой породы / С. Е. Яковлева, С. И. Шепелев, Е. А. Лемеш // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 21 (1). – С. 25–29.
3. Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 3 сентября 2013 г. № 44 об утверждении «Зоотехнических правил о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных», Минск. – 2013. – 40 с.
4. Агейкин, А. Г. Основы зоотехнии: практикум / А. Г. Агейкин, Т. А. Удалова, А. А. Нагибина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2022. – 285 с.
5. Зеленков, П. И. Современные требования к желательному типу коров в молочном скотоводстве / П. И. Зеленков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1 (5). – С. 124–127.
6. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных: учебное пособие. Ч. 1. Экстерьер и конституция сельскохозяйственных животных / сост.: А. И. Любимов [и др.]. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. – 150 с.
7. Шеховцев, Г. С. Мировой опыт определения живой массы КРС / Г. С. Шеховцев, И. П. Прохоров, А. Н. Пиккуль // Эффективное животноводство. – 2021. – №5(171). – С. 132–134.
8. Текеев, М. А. Э. Критерии оценки упитанности коров в разные периоды лактации / М. А. Э. Текеев, Х. Э. Текеева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (76). – С. 215–217.
9. Балльная оценка упитанности молочного скота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wwsrussia.ru/assets/prod/img/articles/ba.pdf>. – Дата доступа: 14.07.2024.
10. Оценка упитанности коров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/XtdUNY9eFVFqWcQ9>. – Дата доступа: 05.07.2024.

**В. В. Голдыбан**, канд. техн. наук

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: labpotato@mail.ru*

## **ТЕРМИНОЛОГИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ПОДРАЖАНИЯ ПРИРОДНЫМ ОБЪЕКТАМ**

*Аннотация.* В статье рассмотрены такие определения инженерного проектирования на основе заимствования у природы, как бионика, биомиметика, биомимикрия и биоинспирация. Определены условия их возникновения, сходства и различия.

*Ключевые слова:* бионика, проектирование, биомиметика, биоинспирация.

**V. V. Goldyban**, PhD in Engineering sciences

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: labpotato@mail.ru*

## **TERMINOLOGY OF ENGINEERING DESIGN BY IMITATION OF NATURAL OBJECTS**

*Abstract.* The article examines such definitions of engineering design based on borrowing from nature as bionics, biomimetics, biomimicry and bioinspiration. The conditions of their occurrence, similarities and differences are determined.

*Keywords:* bionics, design, biomimetics, bioinspiration.

### **Введение**

В окружающей природе множество изящных, прекрасных систем и конструкций, рассчитанных с удивительной точностью и рациональностью. Наблюдая и изучая природу, человек нашел принципы, законы и основы физики, химии, математики и других наук.

Бесконечное многообразие инновационных решений в природе может быть использовано в качестве источника вдохновения для решения инженерных задач в земледельческой механике. В этой области исследований до сих пор остро стоят вопросы продления срока службы быстроизнашивающихся рабочих органов почвообрабатывающих машин, создания наиболее оптимальных форм рабочих поверхностей, создания легких и в тоже время надежных несущих конструкций, снижения переуплотнения почвы ходовыми системами МТА и др.

### **Основная часть**

Существует несколько терминов для описания процесса «обучения у природы»: бионика, биомиметика, биомимикрия и биоинспирация.

Для описания методологии передачи биологических знаний инженерам и проектировщикам эти определения используют взаимозаменяемо. Но при рассмотрении соответствующих областей применения каждого понятия и процессов разработки возникают различия.

Для лучшего понимания этих различий рассмотрим основные определения терминов, предложенные Комитетом по биомиметике и отраженные в стандарте ISO 18458: 2015 «Биомиметика – терминология, концепции и методология»:

бионика – техническая дисциплина, которая стремится воспроизвести, увеличить или заменить биологические функции их электронными и/или механическими эквивалентами;



Рис. 1. Военный врач  
Джек Эллвуд Стил  
(27.01.1924–19.01.2009)

Под бионикой Джек Стил понимал союз биологии, техники и математики, подразумевающий под собой возможность бионики проникать туда, куда еще никто не проникал и увидеть то, что еще никто не видел. Стил был доктором медицины в Северо-Западном университете США в области нейроанатомии, прежде чем присоединиться к ВВС США в 1951 году. Первоначально он служил в отделении психиатрии и неврологии, пока он не присоединился к 6570-й аэрокосмической лаборатории медицинских исследований в 1953 году, здесь его основное внимание было сосредоточено на бионике.

Впервые термин «биомиметика» ввел Отто Герберт Шмитт в 1969 году (рис. 2).

Шмитт был одним из первых гигантов биомедицинской инженерии, президентом-основателем Общества биомедицинской инженерии, вице-президентом и основателем Биофизического общества. Отто Шмитт под биомиметикой рассматривал процесс имитации структур и функций биологического вещества или материала с целью разработки искусственного продукта.



Рис. 2. Американский ученый,  
изобретатель Отто Герберт Шмитт  
(04.1913–06.1998)

биомиметика – междисциплинарное сотрудничество биологии и технологий или других областей инноваций с целью решения практических задач посредством функционального анализа биологических систем, их абстрагирования в модели, апробации моделей и тестирования;

биомимикрия – «Философия и междисциплинарные подходы к проектированию, использующие природу в качестве модели для решения задач устойчивого развития (социального, экологического и экономического)».

Как промежуточная терминология существует термин «биоинспирация» или прилагательное «биоинспирированный» (bio-inspired), означающий вдохновленный или основанный на биологических структурах или процессах.

Термин «бионика», связанный с копированием, подражанием и изучением биологии, был предложен Джеком Силом (рис. 1) из ВВС США в 1960 году на встрече на базе ВВС Райт Паттерсон в Дейтоне, штат Огайо, где проходил первый симпозиум по бионике. На симпозиуме в Огайо впервые был предложен символ бионики: скрещенные скальпель, паяльник и знак интеграла, а также озвучен девиз бионики: «Живые механизмы – ключ к новым технологиям».

Биологом, писателем Джанин Бениус предложен термин «биомимикрия» (рис. 3). Джанин Бениус определяет биомимикрию как науку, которая изучает модели природы, а затем имитирует или черпает вдохновение в этих конструкциях и процессах для решения человеческих проблем. Джанин Бениус является соучредителем Biomimicry 3.8, ведущей в мире компании по инновациям, вдохновленной природой. Среди клиентов Бениус такие известные компании, как General Electric, Google, Herman Miller, Levi's и Microsoft.

Биоинспирация – это разработка новых материалов, устройств и структур, вдохновленная решениями, найденными в биологических системах, а также в биологической эволюции и усовершенствовании, которые произошли за миллионы лет. Цель состоит в том, чтобы улучшить моделирование и симуляцию биологической системы, достичь лучшего понимания критических структурных особенностей природы, например, таких как крыло, для использования в будущих разработках, основанных на биоинспирации. Биоинспирация отличается от биомимикрии тем, что последняя стремится точно воспроизвести конструкции биологических материалов. Зачем нам все эти термины,

если у нас есть только одна цель – черпать вдохновение у природы для улучшения дизайна?

Потому что это не одна цель!

И это то, на чем современные практики и ученые постоянно спотыкаются и объединяют термины в одну категорию.

Исторически сложилось так, что бионика была изобретена инженером и психиатром аэрокосмического медицинского подразделения ВВС США с упором на нейроанатомию. Биомиметика была придумана инженером-биомедиком, который на ранних этапах своей карьеры сосредоточился на создании устройства, которое явно имитировало электрическое действие нерва. И, наконец, биомимикрия была придумана Джанин Бениус из Университета Рутгерса, писателем в области естественных наук, со степенью в области управления природными ресурсами.

Итак, если бы эти термины были пересмотрены под микроскопом исторических и семантических моделей, стало бы ясно, что биомимикрия  $\neq$  биомиметика  $\neq$  бионика просто потому, что эти движения исторически имели разные цели и лежащие в их основе сопутствующие языковые значения.



Рис. 3. Президент института биомимикрии Джанин Бениус (04.1913–06.1998)

### Заключение

Уверенное владение основным лексиконом такой молодой области знаний, как бионика, выступает показателем терминологической грамотности и компетенции, а его активное применение в общении среди специалистов способствует взаимопониманию и сотрудничеству в научной сфере.

**А. А. Романович, Е. Л. Жилич**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПОДОДВИГАТЕЛЕЙ КОРМОВ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ КРС**

*Аннотация.* Возможность беспрепятственного перемещения животных и свободный доступ к кормовому столу при беспривязном содержании коров следует рассматривать как важнейшее условие управления уровнем их продуктивности. Рациональное использование кормового стола и его эффективное обслуживание способствуют повышению мясной и молочной продуктивности коров при условии снижения стоимости единицы готовой продукции посредством устранения слеживаемости кормов и в последствии их «избирательного» поедания коровами.

*Ключевые слова:* пододвигатель кормосмеси, скреперный пододвигатель, самоходный пододвигатель, роботизированный пододвигатель, шнековый рабочий орган, щеточный рабочий орган, роторный рабочий орган.

**A. A. Romanovich, E. L. Zhilich**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **THEORETICAL STUDIES OF STRUCTURES FEED SUB-MOTORS USED ON CATTLE FARMS AND COMPLEXES**

*Abstract.* The possibility of unhindered movement of animals and free access to the feeding table with loose keeping of cows should be considered as the most important condition for managing their productivity level. Rational use of the feed table and its efficient maintenance contribute to increasing the meat and dairy productivity of cows, provided that the cost of a unit of finished products is reduced by eliminating the traceability of feed and subsequently their «selective» eating by cows.

*Keywords:* feed mixer sub-motor, scraper sub-motor, self-propelled sub-motor, robotic sub-motor, screw working body, brush working body, rotary working body.

### **Введение**

Один из важнейших критериев для полноценного потребления пищи животным – это доступность кормов на кормовом столе в течении 24 ч. Животное в процессе поедания кормосмеси совершает возвратно-поступательные движения головой тем самым, отодвигая кормосмесь на расстояние, превышающее зону досягаемости животного. Кроме того, за один прием пищи животным поедается 15–20 % кормосмеси.

За два приема пищи животным поедается 30–40 % кормосмеси с одновременным отталкиванием из зоны досягаемости. Исходя из этого можно сделать вывод, что в зоне досягаемости почти не остается кормосмеси.

Однако поедаемость разных видов кормов, входящих в состав кормосмеси, различная, это обусловлено вкусовыми качествами кормовых компонентов. Поэтому рекомендуется отслеживать «избирательное» поедание корма коровами на кормовом столе. Когда животное сортирует корм или разбрасывает его в поисках наиболее вкусных частиц, оно затрачивает до двух раз больше времени на потребление одинакового количества корма, что приводит к сокращению удоя в среднем на 15 % [1]. Кроме того, после такой сортировки на кормовом столе остается отодви-

нутый из зоны досягаемости животного корм, а следовательно, при последующем приеме пищи животное недополучает необходимое количество кормосмеси. Из этого следует, что оставшееся кормосмесь остается нетронутой, что в свою очередь приводит к тому, что кормосмесь начинает терять свои питательные свойства в связи с ее высыханием.

### Основная часть

В животноводстве пододвигатели кормосмеси играют очень важную роль в повышении продуктивности животного. На практике применяется два основных способа пододвигания кормов – это ручной и механизированный.

Механизированные пододвигатели кормов можно классифицировать по трем признакам:

- по способу передвижения;
- по типу рабочего органа;
- по способу действия рабочего органа.

Классификация пододвигателей кормов представлена на рис. 1.

Сегодня существует большое количество производителей пододвигателей кормов, которые производят оборудование различных видов и конструкций.

В качестве одного из наиболее простых в исполнении можно отметить стационарный двусторонний скреперный пододвигатель, который выпускает компания DairyMaster (рис. 2) [2].

Пододвигатель представляет собой скреперное устройство, поддвигающее кормосмесь одновременно с двух сторон. Скрепер закреплен на рейке, установленной посреди кормового проезда. Пододвигатель кормосмеси двигается прямолинейно вперед, при движении назад скрепер складывается и возвращается в исходное положение. Пододвигание происходит автоматически с пульта управления.

Преимущества данного типа пододвигателя заключаются в том, что каждые два часа происходит автоматическое подталкивание кормосмеси в зону досягаемости животным. Недостатки – при применении на крупных предприятиях необходимо использовать несколько устройств с монтажом в каждом коровнике, а также не качественное пододвигание кормов за счет прямолинейного движения рабочих органов, в результате чего происходит стягивание кормосмеси.

В качестве наиболее прогрессивного представителя можно отметить самоходный пододвигатель с шнековым рабочим органом, он выпускается компанией Jydeland Maskinfabrik A/S марки BOBMAN PRO (рис. 3) [3]. Пододвигатель представляет собой специальное самоходное энергетическое средство, к которому фронтально присоединен шнековый рабочий орган, работающий в горизонтальной плоскости параллельно с кормовым столом, вращающийся вокруг своей оси.

Преимущества данного пододвигателя – это компактность, возможность одновременного перемешивания кормосмеси, при замене рабочего органа на скрепер есть возможность исполь-

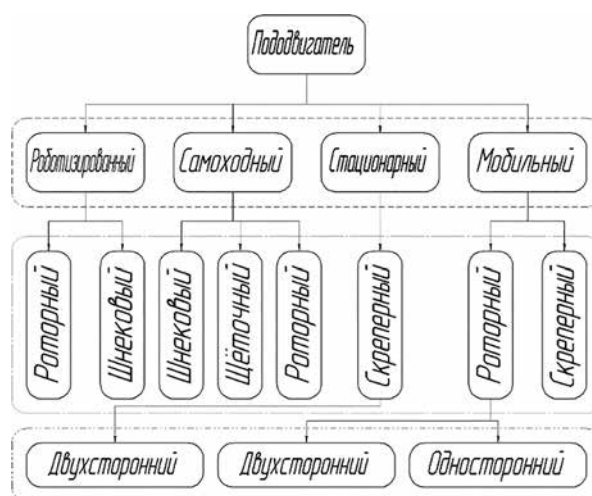


Рис. 1. Классификация пододвигателей кормов



Рис. 2. Стационарный пододвигатель со скреперным рабочим органом марки Dairymaster FEEDMAX:  
 1 – кормовой стол; 2 – кормовой проезд; 3 – скреперный пододвигатель; 4 – рейка

зывать машину для других технологических процессов. Недостатки – сложность конструкции, движение колес энергетического средства по кормовому столу, что способствует загрязнению корма, налипания кормов на шнек, нет вкусового стимулирования животных для повышения поедаемости пододвинутых кормов, а также стоимость.

Схожим по функциональным возможностям является самоходный пододвигатель со щеточным рабочим органом, он производится компанией Storti S.p.A (рис. 4) [4]. Данный пододвигатель представляет собой самоходное транспортное средство, где рабочий орган состоит из набора горизонтальных щеток, управляемых кривошипным механизмом.

Преимуществами является мобильность пододвигателя, возможность использования для подметания других территорий. Недостатки в том, что при интенсивной работе щеток в воздух поднимается пыль, а также сложность конструкции и отсутствие вкусового стимулирования животных для повышения поедаемости пододвинутых кормов.



Рис. 3. Самоходный пододвигатель с шнековым рабочим органом марки BOBMAN PRO:  
 1 – шнековый рабочий орган; 2 – специальное энергетическое средство; 3 – кормосмесь; 4 – кормовой стол



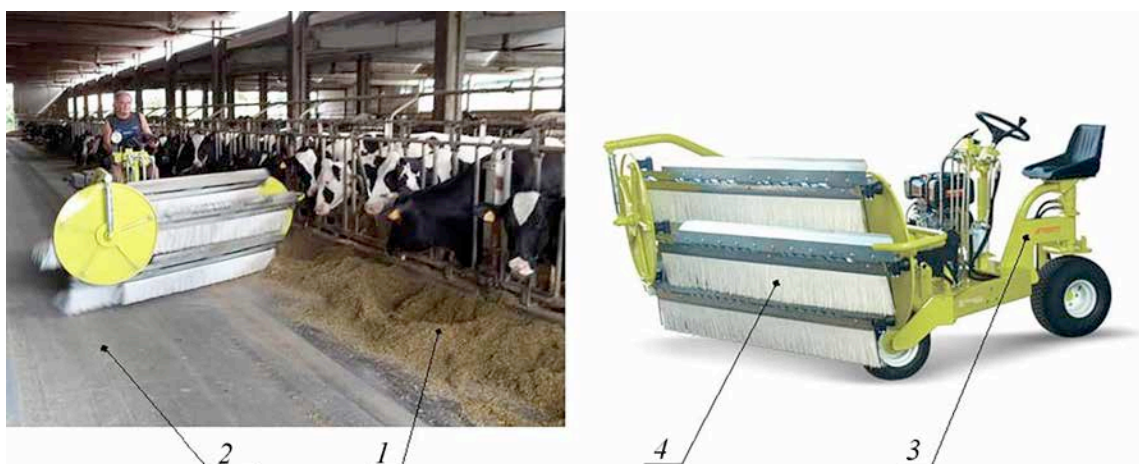


Рис. 4. Самоходный пододвигатель со щеточным рабочим органом марки MOTOBRUSH:  
 1 – кормовой стол; 2 – кормовой проезд; 3 – самоходное транспортное средство; 4 – щетка

Следующим представителем является самоходный пододвигатель с роторным рабочим органом, который производится компанией Tichel (рис. 5) [5]. Пододвигатель представляет собой самоходное энергетическое транспортное средство, с навесным роторным рабочим органом, выполненным в виде колеса, на котором по окружности закреплены щетки, работающие в горизонтальной плоскости.

Преимущества – мобильность пододвигателя, возможность использования для подметания других территорий, имеет сменные рабочие органы. В числе недостатков – сложность конструкции, движение колес энергетического средства по кормовому столу, что приводит к загрязнению корма, при интенсивной работе ротора в воздух поднимается пыль, нет вкусового стимулирования животных для повышения поедаемости пододвинутых кормов.

Также на рынке имеются навесные на трактор пододвигатели с одним или двумя роторными рабочими органами, производимые компанией HOLLARAS Hoopman Machines bv (рис. 6, а) [6]



Рис. 5. Самоходный пододвигатель с роторным рабочим органом марки Тгас MINI 3:  
 1 – энергетическое транспортное средство; 2 – роторный рабочий орган; 3 – кормовой стол



Рис. 6. Навесные пододвигатели с одним или двумя роторными рабочими органами:  
*a* – Holaras Hoopman Machines bv: 1 – рама; 2 – рабочее колесо; 3 – кормовой стол;  
 4 – энергетическое средство (трактор); *б* – Browns Agricultural: 1 – рама; 2 – покрывка колеса;  
 3 – прицепной модуль

и компанией Browns Agricultural (рис. 6, б) [7]. Пододвигатели представляют собой раму, на которой закреплены покрывки от колеса, с возможностью вращения в горизонтальной плоскости вокруг своей оси.

Преимуществами являются мобильность, простота конструкции, возможность использования как при помощи трехточечной навески, так и при помощи вил погрузчика. Недостатки – в силу геометрии протектора колеса невозможно полное пододвигание корма в зону досягаемости животного, а также нет возможности одновременно пододвигать кормосмеси с двух сторон.

В целом применение шин в качестве пододвигающего рабочего органа не целесообразно, так как ширина шины и ее масса вызывают относительно высокие тяговые сопротивления, а следовательно, и высокие удельные энергозатраты.

Прицепной пододвигатель со скреперным рабочим органом, производимый компанией RABAUD (рис. 7), представляет собой скрепер с резиновой вставкой, соприкасающейся с полом, отклоненной от линии движения на 35 градусов [8].



Рис. 7. Прицепной пододвигатель со скреперным рабочим органом марки FOURRAGENET: 1 – прицепное устройство; 2 – скрепер; 3 – кормовой стол; 4 – ковш с вилами; 5 – энергетическое средство (трактор)

Преимущества – мобильность, простота конструкции. Недостатки – невозможность использовать без специального ковша с вилами, движение колес энергетического средства по кормовому столу, что способствует загрязнению корма, не качественное пододвигание кормов за счет прямолинейного движения рабочих органов, в результате чего происходит стягивание кормосмеси, нет вкусового стимулирования животных для повышения поедаемости пододвинутых кормов.

Наиболее прогрессивными сегодня являются роботизированные пододвигатели кормов, выпускаемые такими производителями, как Valmetal, WASSERBAUER GmbH Fütterungssysteme, DeLaval, Rovibec Agrisolutions, Lely, АО «Слободской машиностроительный завод» и др. [9–14].

На рис. 8 представлен роботизированный пододвигатель с роторным рабочим органом марки Juno 100.



Рис. 8. Роботизированный пододвигатель с роторным рабочим органом марки Juno 100:  
1 – кормовой стол; 2 – роботизированный пододвигатель



Рис. 9. Роботизированный пододвигатель с шнековым рабочим органом марки BUTLER GOLD:  
1 – шнек; 2 – роботизированный подталкиватель;  
3 – бак для комбикорма

Преимущество данного типа пододвигателей в том, что каждые два часа происходит автоматическое подталкивание кормосмеси в зону досягаемости животным. Недостатком является сложность конструкции, невозможность использовать на крупных предприятиях, в связи с тем что требуются переезды между коровниками, нет вкусового стимулирования животных для повышения поедаемости пододвинутых кормов.

Пример роботизированного пододвигателя кормов с шнековым рабочим органом представлен на рис. 9. Пододвигатель представляет собой корпус, внутри которого в горизонтальной плоскости вокруг своей оси вращается шнек, соприкасаясь с кормовым столом.

Преимущества заключаются в том, что каждые два часа происходит автоматическое подталкивание кормосмеси в зону досягаемости животным, а также возможность использовать в коровниках с узкими кормовыми проездами. Недостатками, как и в предыдущем пододвигателе, является сложность конструкции, невозможность использовать на крупных предприятиях, в связи с тем, что, требуются переезды между коровниками. Кроме того, твердые концентрированные корма посыпаются сверху на пододвинутую кормосмесь, в результате чего поедается только этот вид корма, а оставшаяся кормосмесь остается непривлекательной по вкусовым критериям для животных. Следовательно, концентрированные корма используются недостаточно эффективно.

### Заключение

В результате анализа конструкций известных пододвигателей кормов установлено, что в целом мобильные пододвигатели кормов характеризуются следующими преимуществами:

- относительно небольшая стоимость пододвигателя;
- возможность агрегатирования практически с любым энергетическим транспортным средством среди имеющихся на предприятии;
- возможность использовать энергетическое транспортное средство на других операциях;
- простота конструкции.

Роботизированные пододвигатели кормов имеют ряд недостатков, в их числе относительно большая стоимость оборудования, сложная конструкция, а также то, что нельзя использовать одну машину для обслуживания большого поголовья из-за невозможности переезда между коровниками.

### Список использованных источников

1. Ганущенко, О. Ф. Организация рационального кормления коров с использованием современных методов контроля полноценности их питания / О. Ф. Ганущенко, Д. Т. Соболев. – Витебск: ВГАВМ, 2016. – 80 с.
2. Официальный сайт компании Dairymaster [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dairymaster.com>. – Дата доступа: 19.06.2024.

3. Официальный сайт компании BOBMAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jydeland.dk>. – Дата доступа: 19.06.2024.
4. Официальный сайт компании STORTI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://storti.com>. – Дата доступа: 19.06.2024.
5. Официальный сайт компании TUCHEL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tuchel.com>. – Дата доступа: 24.06.2024.
6. Официальный сайт компании HOLARAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.holaras.nl>. – Дата доступа: 25.06.2024.
7. Официальный сайт компании DROWNS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.brownsagricultural.co.uk>. – Дата доступа: 25.06.2024.
8. Официальный сайт компании RADAUD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rabaud.com>. – Дата доступа: 25.06.2024.
9. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rovibecagrisolutions.com>. – Дата доступа: 26.06.2024.
10. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lely.com>. – Дата доступа: 26.06.2024.
11. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.smsz.ru>. – Дата доступа: 26.06.2024.
12. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://valmetal.valmetal.com>. – Дата доступа: 10.07.2024.
13. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wasserbauer.at>. – Дата доступа: 10.07.2024.
14. Официальный Интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.delaval.com>. – Дата доступа: 10.07.2024.

**А. А. Романович, Е. Л. Жилич, С. А. Цалко**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **ЛЕГКОУСВОЯЕМЫЙ КОРМ ДЛЯ КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ**

*Аннотация.* В статье приведены исследования процесса переработки зернобобовых компонентов в легкоусвояемый корм, применяемый для кормления телят при помощи влаготепловой обработки. Влаготепловая обработка зернофуража посредством кавитации позволяет за кратковременный срок и при небольшой температуре получить легкоусвояемый корм с сохранением незаменимых аминокислот и витаминов.

*Ключевые слова:* заменитель цельного молока, легкоусвояемый корм, зернофураж, кавитация, гидродинамическая установка.

**A. A. Romanovich, E. L. Zhilich, S. A. Tsalko**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npc\_mol@mail.ru*

## **EASILY DIGESTIBLE FOOD FOR FEEDING CALVES**

*Abstract.* The article presents studies of the process of processing leguminous components into an easily digestible feed used for feeding calves using moisture and heat treatment. Moisture-thermal processing of grain forage by cavitation allows for a short period of time and at a low temperature to obtain easily digestible food with the preservation of essential amino acids and vitamins.

*Keywords:* whole milk substitute, easily digestible feed, grain storage, cavitation, hydrodynamic installation.

### **Введение**

В перспективе перед агропромышленным комплексом страны стоит задача выйти к 2025 году на уровень продуктивности дойного стада в среднем по республике не менее 7,0 т, на откорме крупного рогатого скота – не менее 1000 г в сутки. При решении данной задачи на первый план выходят проблемы организации рентабельного производства продукции животноводства, где определяющим фактором являются корма, которые в структуре себестоимости продукции составляют 55–70 % от общих затрат. Поэтому повышение продуктивности животных, снижение затрат на единицу продукции немислимо без эффективного использования кормов.

Молоко, производимое на молочно-товарных фермах, может быть конкурентоспособным на мировом рынке, только тогда, когда будет иметь высокое качество, относительно низкую стоимость и годовой удой от одной коровы не менее 7000 литров.

Согласно зоотехническим исследованиям, потенциал молочной продуктивности коровы закладывается уже на этапе выращивания телят и зависит более чем на 60 % от условий выращивания и кормления.

### **Основная часть**

Основным кормом телят молочного периода в хозяйствах Беларуси является цельное молоко. В настоящее время на выпойку одного теленка расходуют 250–400 литров цельного молока, а с учетом вторичных молочных продуктов (обрат, сыворотка и т. д.) в переводе на сухое вещество, телятам скармливают в нашей стране около 12–16 % валового производства молочных продуктов [1].

В последние годы в Беларуси начинают осваивать выпуск местных заменителей молока. Основой всех выпускаемых ЗЦМ является обезжиренное сухое молоко (СОМ), которое обогащается различными добавками с целью повышения его питательности. Так, заменитель ССК-2, производимый на АО «Экмол» содержит в своем составе 48 % сухого молока и около 17 % гидрогенизированного жира с добавками витаминов и микроэлементов [1].

Однако указанный заменитель не нашел широкого распространения из-за недостатка необходимого количества сухого обезжиренного молока и гидрогенизированных жиров.

Известно, что молоко коров образуется из кормовых компонентов, основу которых составляют зерновые культуры [2–4]. В зернах злаковых и бобовых культур содержится большое количество белков, жиров, углеводов, но перевариваемость их без углубленной переработки не высока [5].

Зерна злаковых культур наряду с белками содержат много крахмала, усвоение которого у животных происходит медленно. Как показывают исследования [6], усвояемость питательного потенциала крахмала в природной форме не превышает 20–25 % в зависимости от вида культур. Повышение температуры в зерне приводит к разрыву природных связей крахмала на клеточном уровне и переводу его в более простые соединения (декстрины и сахара), особенно при наличии воды, т. е. происходит желатинизация крахмала.

В мировой практике известно множество методов и технологий обработки зернового сырья с целью повышения его переваримости и усвояемости [5, 6], однако для телят молочного периода, у которых еще не сформировался рубец и желудочно-кишечный тракт, возможно использовать только влаготепловой способ, который способствует улучшению вкусовых качеств, повышению питательной ценности углеводного и протеинового комплекса, снижению затрат энергии молодого организма на переваривание и усвоение питательных веществ поедаемого корма.

Воздействие тепла и влаги на зернобобовую смесь вызывает в ней биохимические процессы, в результате которых происходит ферментативное расщепление, декстринизация, желатинизация крахмала и другие процессы. В процессе обработки крахмал зернобобовых гидролизует до мальтозы, кроме того, в качестве промежуточного продукта образуются полисахариды с разной молекулярной массой. В зависимости от степени гидролиза их молекулярная масса понижается, и они все больше приближаются к сахарам [7].

Исходя из вышеизложенного, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» разработали технологию приготовления жидких легкоусвояемых кормов на базе местных зерновых культур, таких как узколистный люпин, рапс, горох, овес, льносемя в сочетании с другими обогатительными добавками и витаминно-минеральным комплексом, для скармливания телятам после 30 дневного возраста [7].

В основу технологии приготовления жидких легкоусвояемых кормов положена идея влаготепловой обработки зернофуража на специальной гидродинамической установке, которая позволяет прямо из зерновых компонентов получить однородную гомогенную мелкодисперсную массу. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

Разработанная установка влаготепловой обработки кормовых компонентов с использованием гидродинамической установки, функционирующая на основе теории кавитации, позволяет решить ряд проблем в сложном процессе совершенствования технологии кормления телят.

В процессе обработки зерновой материал подвергается механическому и гидродинамическому (кавитационному) воздействию в результате его прохождения через рабочий аппарат под давлением, создаваемым насосом. При гидродинамической обработке зерна одновременно происходят три процесса: измельчение, смешивание и нагрев, что объясняется наличием кавитации.

Явление кавитации возникает в жидкости при понижении в ней давления до предела, при котором происходят разрывы потока. Наступление кавитации характеризуется появлением мельчайших парогазовых пузырьков, которые при соответствующем развитии кавитации образуют в потоке «факелы» кавитации.

Рабочими органами, создающими эффект кавитации в гидродиспергаторе, являются конический патрубок и решето (рис. 2).

Решето разделяет поток обрабатываемой смеси на множество мелких струй, что, в свою очередь, позволяет увеличить количество парогазовых пузырьков. Конический патрубок предназначен

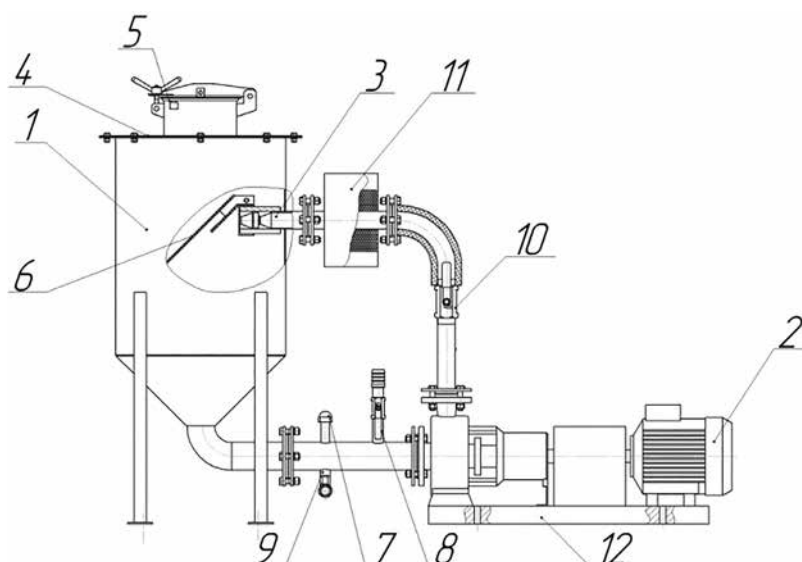


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – емкость; 2 – электронасос; 3 – патрубок; 4 – крышка; 5 – люк; 6 – решето; 7 – термодатчик; 8, 9 – патрубки; 10 – кран; 11 – устройство индукционного нагрева; 12 – рама

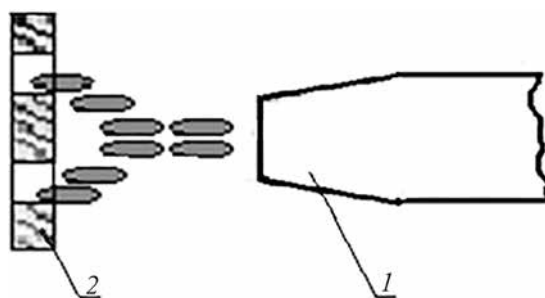


Рис. 2. Схема кавитатора: 1 – конический патрубок; 2 – решето

для увеличения давления жидкости до порогового значения, чтобы образованные ранее пузырьки переросли в пульсирующие каверны и при последующем резком сбросе давления начали захлопываться, создавая кратковременные импульсы давления, способные разрушить частицы зернофуража, находящегося рядом. Совместное применение этих рабочих органов приводит к возникновению синергетического эффекта снижения энергозатрат на приготовление зерновой пасты.

Как показали исследования, использование кавитации позволяет получать однородную (гомогенную) массу, которая не расслаивается на фракции на протяжении длительного периода времени. Более того, одновременное нагревание и перемешивание ингредиентов, содержащих в своем составе большое количество жиров, жироподобных веществ, жировые шарики которых в диаметре превышают шесть и более микрон, позволяет достичь мелкодисперсного однородного состава влажной смеси. Этому способствует процесс кавитации, а продукты, полученные при обработке белково-жирового сырья растительного происхождения на гидродинамической установке, дают возможность после смешивания их с водой получать высокопитательные влажные кормосмеси или заменители цельного молока, необходимые при выращивании телят.

Использование гидродинамической установки для умеренной влаготепловой обработки сухой кормовой смеси при температуре 75–80 °С, по сравнению с экструдированием, значительно снижает разрушение незаменимых аминокислот и витаминов (особенно К, С, В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>). Кроме того, обработка зерна и добавленных ингредиентов происходит в закрытом пространстве в водной среде с минимальным доступом кислорода, что предупреждает окисление жиров и, как следствие, жирорастворимых витаминов (А, Д и Е). Витаминный состав при приготовлении замени-

телей цельного молока подвержен наиболее широким колебаниям, поэтому сохранность витаминов в заменителе цельного молока является одним из факторов, обеспечивающих полноценность данного продукта (табл. 1).

Исследования показали нецелесообразность обработки их при температуре выше 80 °С.

С технологической точки зрения при разбавлении полученной массы водой достигается полное растворение витаминно-минеральных добавок и получается корм с содержанием необходимого количества сухого вещества. Благодаря кавитации и температуре происходят и некоторые качественные изменения в составе (табл. 2).

Таблица 1. Содержание витаминов в необработанном и обработанном зернофураже

Показатели, %	Температура нагрева, °С			
	20	70	80	90
Витамин А	100	95	92	90
Витамин В <sub>1</sub>	100	98	95	91
Витамин В <sub>2</sub>	100	98	96	93
Витамин В <sub>5</sub>	100	94	91	89

Таблица 2. Содержание питательных веществ и аминокислот в зерносмеси, г/кг

Показатель	Масса		
	Зерносмесь до обработки	Паста	%
Органическое вещество	969	968,6	99,9
Азот	43,6	42,2	96,7
Протеин	272	266	97,7
Сахар	49,2	75,1	152,6
Клетчатка	121,7	58,8	48,3
Жир	131,6	131,7	100
БЭВ	319,9	363,4	113,6
ЗОЛ	31,0	31,4	101,3
Лизин	14,8	20,8	140,5
Гистидин	9,2	12,4	134,7
Аргинин	25,1	32,2	128,3
Треонин	10,0	13,8	138,0
Аланин	8,3	10,6	127,7
Валин	10,5	14,8	140,9
Метионин	9,6	14,3	148,9
Изолейцин	9,9	13,6	137,3
Лейцин	16,9	21,3	126,0
Фенилаланин	12,1	16,8	138,8

Как видно из данных табл. 2, содержание питательных веществ в зерносмеси и после влаготепловой обработки в агрегате в основном осталось почти неизменным, за исключением сахара и клетчатки.

Вероятно, в результате воздействия температуры, влаги и времени на клетчатку и белки зерна произошел распад части белка на более простые составляющие. Уровень протеина в полученной пасте почти остался на прежнем уровне, но, как показали исследования, изменился его состав.

Кроме того, в результате влаготепловой обработки зерна происходит стерилизация сырья, инактивация ингибиторов, глюкозианатов, алколоидов, микрозины и патогенной микрофлоры, снижение антипитательных веществ, а также желатинизация крахмала с расщеплением части его до моносахаров, что достигается при достаточном количестве горячей воды.



## Заклучение

Использование кавитации при влаготепловой обработке зернофуража позволяет получать мелкодисперсную однородную массу, которая вполне может быть использована при кормлении телят после 30-дневного возраста вместо заменителя цельного молока.

Применение кавитации при влаготепловой обработке зернофуража не уменьшает количество питательных веществ в полученном продукте, количество сахара и свободных аминокислот даже несколько увеличивается, а клетчатки уменьшается.

Для сохранения количества витаминов целесообразно температурный режим переработки зернофуража ограничить величиной не более 80 °С.

## Список использованных источников

1. Галушко, В. М. Заменитель цельного молока из местных источников питательных веществ / И. И. Горячев, В. И. Передня // Сб. науч. трудов РУП «Институт животноводства Национальной академии наук Беларуси». – Жодино. – 2006. – Т. 41. – С. 159–164.
2. Передня, В. И. Технология и оборудование для доения коров и первичной обработки молока / В. И. Передня, В. А. Шаршунов, А. В. Китун. – Минск: Мисанта, 2016. – 975 с.
3. Заменители молока – эффективное решение. – М.: Ленинский проспект, 2009. – С. 137.
4. Приготовление ЗЦМ по новой технологии и их использование в кормлении телят / И. И. Горячев, В. И. Передня, С. Н. Пилюк, А. А. Кувшинов // Зоотехническая наука Беларуси. – 2008. – Т. 43, № 2. – С. 51–58.
5. Перспективная технология и оборудование для приготовления полнорационных легкоусвояемых кормов для молодняка КРС / Н. Г. Бакач, В. И. Передня, А. А. Кувшинов, А. А. Романович // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 2 (26). – С. 65–69.
6. Технология и оборудование для производства комбикормов: Пособие в двух частях / В. А. Шаршунов, Л. В. Рукшан, Ю. А. Пономаренко, А. В. Червяков. – Минск: Мисанта, 2014. – Часть 2. 815 с.
7. Азаренко, В. В. Технология приготовления заменителя цельного молока на основе зерновых компонентов / В. В. Азаренко, И. И. Горячев, В. И. Передня // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – № 2. – С. 96–100.

**П. П. Бегун**, канд. техн. наук, **В. В. Микульский**, канд. техн. наук, доцент  
**Н. Д. Лепешкин**, канд. техн. наук, доцент

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: mehposev@mail.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ С ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ВЫСЕВА**

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы посева зерновых и зернобобовых культур пневматическими и механическими сеялками. Приведены описания достоинств и недостатков высева семян данными сеялками. Установлено, что механические сеялки наиболее полно отвечают агротребованиям по неравномерности высева семян, и убеждают в необходимости разработки широкозахватной механической зерновой сеялки с централизованной системой высева семян.

*Ключевые слова:* пневматические сеялки, посев, механические сеялки, неравномерность высева, дозирование семян.

**P. P. Behun**, PhD in Engineering sciences, **V. V. Mikulski**, PhD in Engineering sciences, Prof.  
**N. D. Lepeshkin**, PhD in Engineering sciences, Prof.

*SUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: mehposev@mail.ru*

## **RATIONALE FOR THE DEVELOPMENT OF A WIDE-CUT MECHANICAL GRAIN SEEDER WITH A CENTRALIZED SEEDING SYSTEM**

*Abstract.* The article considers the issues of sowing grain and leguminous crops with pneumatic and mechanical seeders. A description of the advantages and disadvantages of seeding with these seeders is given. It has been established that mechanical seeders most fully meet agricultural requirements for uneven seeding, and convince of the need to develop a wide-grip mechanical grain seeder with a centralized seeding system.

*Keywords:* pneumatic seeders, sowing, mechanical seeders, uneven seeding, seed dosing.

### **Введение**

В объеме производства продукции растениеводства основное место занимают зернобобовые культуры. Причем уровень их производства растет, так как увеличение производства зерна с целью реализации излишков на внешнем рынке является одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Уже сейчас стоит цель нарастить производство до 15 млн т зерна. Все это требует освоения эффективных технологий производства сельскохозяйственной продукции, разработки и внедрения машин и орудий нового поколения [1,2].

Разрабатываемые сеялки нового поколения должны обеспечить выполнение требований качества и автоматизации технологического процесса, повышения производительности и надежности, снижения металлоемкости, энергоемкости и трудозатрат.

В этом направлении перспективными являются широкозахватные сеялки, имеющие единый централизованный бункер увеличенной вместимости, располагаемый в середине агрегата, и высевающей системы с централизованным дозированием технологического материала в сошники, позволяющие увеличить производительность посевного агрегата и снизить затраты труда [3].

### **Основная часть**

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур одной из важнейших операций является посев, от качества и своевременного выполнения которого в значительной степени зависит судьба урожая [4]. По данным НПЦ НАН Беларуси по земледелию оптимальным агротехническим сроком посева в условиях Республики Беларусь является период 10 дней. Для соблюдения

такого ограниченного срока зернопроизводящие предприятия должны иметь высокопроизводительные сеялки. Одним из главных показателей, характеризующих производительность сеялок, является их рабочая ширина захвата. Поэтому во всем мире конструкторами ведется работа над созданием сеялок с максимально возможной шириной захвата. Данный показатель обуславливает необходимость иметь в сеялке централизованную емкость большой вместимости как для семян, так и для стартовой дозы внесения минеральных удобрений. А это, в свою очередь, создает определенные трудности по доставке семян из бункера к сошникам.

В последние годы все большее применение в сельском хозяйстве находят пневматические централизованные высевальные системы (ПЦВС). Применение ПЦВС диктует возросшие требования к снижению металлоемкости агрегатов и повышению их производительности. И, как результат, в настоящее время мировой парк посевных машин составляют в основном пневматические сеялки.

Основным недостатком пневматических распределительных систем посевных комплексов является большая неравномерность подачи семян в сошники, значительно превышающая значения, регламентированные агротребованиями, и составляет в среднем 9,6–5,5 % для зерновых культур при допустимых 5 % [5].

Установлено, что при неравномерности высева между сошниками выше 10 % наблюдается устойчивое снижение урожайности на 1–2 ц/га [6, 7].

Для улучшения равномерности распределения семян конструкторы размещают в пневмопроводе конические турбулизаторы, конические кольца, устанавливают гофрированный участок на вертикальной части пневмопровода, используют различные конструкции направителей потока и т. д.

Несмотря на эти попытки улучшить конструкции распределителей, неравномерность распределения при работе на равнине остается на уровне – 4–8%. При работе на склонах до 15° неравномерность увеличивается до 12–18 % и более [5].

Следует отметить, что производители современных пневматических сеялок оборудуют технику всевозможными электронно-механическими устройствами, облегчающими управление и контроль над процессом высева семян и удобрений. Можно также отметить тенденцию построения широкозахватных пневматических сеялок по модульному принципу. Основным модулем является накопительная емкость для семян и удобрений, к которой присоединяются различные комбинации почвообрабатывающих и посевных модулей. Такой подход позволяет расширить функционал сеялок с целью удовлетворения нужд потребителей в зависимости от конкретных производственных условий.

Но несмотря на широкое использование пневматических сеялок можно выделить присутствующие им недостатки, которые справедливы для всех существующих пневматических сеялок:

- пневматическое транспортирование и распределение семян и туков, которое происходит на больших скоростях, приводящих к соударению семян и туков друг о друга, а также о стенки зерно- и тукопроводов, особенно при изменениях направления движения их потоков: сила ударов достигает такой величины, что в зернах возникают трещины вплоть до отбивания зародышей. По этой причине нормы высева семян в таких сеялках увеличивают на 5–15 %, так как всхожесть травмированных семян снижается;

- пневматические системы имеют существенные недостатки по устойчивости высева, неравномерности распределения посевного материала вдоль рядка и распределения по сошникам, и по этим показателям уступают сеялкам с механическими системами высева. Это связано с нестабильностью параметров потока транспортирующей среды с различными физико-механическими и аэродинамическими свойствами посевного материала, с конструктивным несовершенством устройств для ввода материала в транспортную зону с повышенным давлением и распределителей потока посевного материала;

- пневматическая система высева семян сложна по устройству и энергоемка, так как включает большое количество элементов: энергоемкий вентилятор, дозаторы, делительные головки, большое количество пневмопроводов.

Данных недостатков лишены механические сеялки. Механические варианты являются самыми традиционными сельскохозяйственными орудиями, эффективность которых проверена вре-



*а*



*б*



*в*



*г*



*д*



*е*

Механические сеялки отечественного и зарубежного производства: *а* – Lemken SAPHIR 7; *б* – сеялка зерновая механическая Mazur 6/1100 Duplo; *в* – сеялка зерновая механическая CZU-5,4–0,4 Harvest; *г* – C3TM-6; *д* – сеялка Premia 9000 TRC (KUNN); *е* – сеялка 3S-5000 (Great Plains)

менем. Они просты по устройству, а поэтому и имеют высокую надежность, и работоспособность, способны работать в условиях запыленности, и повышенной влажности, соблюдая при этом все заданные параметры по количеству и глубине размещения семян. Простота устройства делает механические сеялки прочными, не склонными к поломкам, но даже если такая неприятность случится, то множество вопросов можно решить силами механизатора непосредственно в поле, или в крайнем случае в сельскохозяйственной мастерской, что сокращает потери рабочего времени в условиях сжатых агротехнических сроков посева.

Существующие механические сеялки имеют скромную, по сравнению с пневматическими, ширину захвата. Ширина захвата в зависимости от производителя и модели может варьироваться в пределах от 3 до 6 м (рис. 1, *а–г*). Такие сеялки являются компактными и маневренными, что обеспечивает их максимальную эффективность в хозяйствах с небольшой площадью посевных участков.

При использовании сцепки можно составлять тракторный гидрофицированный широкозахватный агрегат до 15 м из двух или трех сеялок, который повышает производительность в 2–3 раза соответственно (рис. 1, *д–е*).

Принципиальная разница между пневматической и механической сеялкой заключается в способе доставки семян и удобрений к сошнику. Механическая сеялка предусматривает подачу

семенного материала самотеком из бункера в сошник через отдельный дозирующий модуль, а это значит, что ширина бункера такой сеялки всегда соответствует рабочей ширине захвата сеялки. Это, в свою очередь, создает определенные сложности при его заправке семенами или удобрениями, тем самым снижая эффективность использования сменного времени, негативно отражаясь на их производительности. Создание централизованной системы заправки бункера в механических сеялках значительно облегчило и ускорило бы процесс загрузки материала, уменьшило материал- и металлоемкость при увеличении ширины захвата, а значит, и создало бы предпосылки к увеличению производительности последних.

Но пока по-настоящему широкозахватных отечественных механических сеялок с централизованной подачей семян и удобрений не создано, и основной причиной тому является проблема изыскания механического распределяющего рабочего органа, обеспечивающего равномерную подачу семян к каждому сошнику широкозахватной сеялки, способной трансформироваться до допустимых размеров транспортной ширины для переездов по дорогам общего пользования. Поэтому проведение исследований по обоснованию параметров механического распределяющего рабочего органа, обеспечивающего равномерную подачу семян и удобрений, с целью создания отечественной механической широкозахватной зерновой сеялки с централизованной подачей высеваемого материала является весьма актуальным, что позволит приблизить решения стратегических задач, поставленных перед растениеводческой отраслью сельского хозяйства нашей страны до 2030 года.

### **Выводы**

Разработка широкозахватной механической зерновой сеялки с централизованной системой высева семян и удобрений, имеющая механические распределяющие рабочие органы, обеспечит равномерное распределение семян по сошникам зерновой сеялки, значительно повысит производительность, за счет увеличения коэффициента использования сменного времени и, соответственно, повысит урожайность зерновых культур.

### **Список использованных источников**

1. Перспективные способы посева зерновых культур / И. В. Якушкин [и др.] // Земледелие. – 1957. – № 12. – С. 74–78.
2. Maciaszek, H. Badania nad optymalizacja parametrow pneumatycznego ukladu / H. Maciaszek // Wysiewajacego siewnika zbowedo. – Poznan, 1975. – 34 s.
3. Зенков, Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. М. Ивашков, Л. Н. Колбов. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
4. Алдошин, Н. В. Анализ технологических процессов в растениеводстве / Н. В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 1. – С. 34–36
5. Шарафутдинов, А. В. Совершенствование распределительной системы зерновой пневматической сеялки с централизованным дозированием семян: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. В. Шарафутдинов. – Уфа, 2011. – 156 с.
6. Бахмутов, В. А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность / В. А. Бахмутов, В. А. Любич // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981. – № 5. – С. 9–11.
7. Неравномерность высева семян зерновыми сеялками / М. К. Кузнецов [и др.]; под общ. ред. М. К. Кузнецова // Тракторы и сельхозмашины. – 1980. – № 7. – С. 17–18.

**А. А. Жешко<sup>1</sup>, А. В. Ленский<sup>1</sup>, Б. Эрдэнэтуяа<sup>2</sup>, Б. Нямгэрэл<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: azeshko@gmail.com

<sup>2</sup>Монгольский Государственный Аграрный Университет,

Инженерно-технологический Институт

E-mail: erdenetuya@muls.edu.mn

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ МОНГОЛИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* В статье рассмотрены особенности расчета технологических операций при возделывании зерновых культур с учетом производственных условий Монголии и Республики Беларусь.

*Ключевые слова:* технологическая операция, методика расчета, комплектование агрегата, рабочий участок, способ движения агрегата.

**A. A. Zheshka<sup>1</sup>, A. V. Lenski<sup>1</sup>, B. Erdenetuya<sup>2</sup>, B. Nyamgeral<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization"

<sup>2</sup>Mongolian State Agrarian University,

Institute of Engineering and Technology

E-mail: erdenetuya@muls.edu.mn

## **FEATURES OF CALCULATION OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN THE CULTIVATION OF GRAIN CROPS, TAKING INTO ACCOUNT THE PRODUCTION CONDITIONS OF MONGOLIA AND THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Abstract.* The article discusses the features of calculating technological operations in the cultivation of grain crops, taking into account the production conditions of Mongolia and the Republic of Belarus.

*Keywords:* technological operation, calculation method, assembly of the unit, working area, method of movement of the unit.

### **Введение**

В статье рассмотрены особенности расчета технологических операций при возделывании зерновых культур с учетом производственных условий Монголии и Республики Беларусь. Расчеты выполняются с использованием данных современных картографических сервисов, а также программных инструментов для вычисления рациональной траектории движения агрегатов. Применительно к сельскохозяйственному производству под технологией понимают закономерность выполнения различных агротехнических операций, процессов и работ. При этом следует различать технологию производства сельскохозяйственной продукции и технологию выполнения операций при возделывании сельскохозяйственных культур [1].

В случае, если технология выполнения сельскохозяйственных операций базируется на новейших достижениях науки и техники, применении обоснованных и сбалансированных доз минеральных и органических удобрений, использовании высокопродуктивных и районированных сортов растений, оптимизации рабочих процессов и других достижений, внедренных в практику, то технологию, реализуемую на данных принципах, считают интенсивной.

Последовательное выполнение технологических операций, выполняемых комплексом сельскохозяйственных машин, представляет собой производственный процесс получения сельскохозяйственной продукции. Примером может служить производственный процесс возделывания

зерновых культур. Таким образом наименьшей единицей или частью производственного процесса является производственная операция.

К основным операциям при возделывании зерновых культур следует отнести вспашку, посев, внесение минеральных и органических удобрений и т. п. Вспомогательные операции направлены на повышение качества и облегчение выполнения основной операции – комплектование машинно-тракторного агрегата, контроль качества, разметка поля и др. В отдельную группу следует выделить транспортные операции, которые направлены на перемещение грузов сельскохозяйственного назначения. В совокупности основные, вспомогательные и транспортные операции формируют сельскохозяйственную работу.

### Основная часть

Для реализации производственного процесса сельскохозяйственные машины и орудия воздействуют на почву и материалы с целью изменения их состояния и свойств. Совокупность способов воздействия рабочих органов машин сельскохозяйственного назначения на обрабатываемый материал представляет собой технологический процесс. Для характеристики технологического процесса существуют экономические, энергетические и качественные показатели.

Операционная технология представляет собой совокупность агротехнических, организационных, технических и экономических рекомендаций, способствующих эффективному использованию машинно-тракторных агрегатов и высокое качество выполнения полевых механизированных работ. Таким образом, в операционных технологиях механизированных работ отражаются научно обоснованные приемы эксплуатации машинно-тракторных агрегатов.

К разработке операционных технологий следует подходить с учетом зональных особенностей, так как они будут отличаться для Республики Беларусь и Монголии. Основными разделами операционных технологий, оформленных в виде операционно-технологических карт, являются агротехнические требования к выполняемым операциям, условия работы, рациональное комплектование, подготовка поля, рекомендации по технике безопасности и охране труда, а также противопожарные мероприятия, что имеет особую значимость при возделывании зерновых культур ввиду высокой вероятности возгорания зерноуборочных комбайнов.

В операционно-технологических картах выполняют расчеты и приводят схемы движения машинно-тракторных агрегатов по участкам сложной конфигурации, подготовку рабочего участка к работе, проведение замеров при контроле качества. В случае одновременного выполнения на рабочем участке нескольких технологических операций, например, аэрирование торфонавозных компостов, их транспортировку и внесение, то для уточнения правильности расчетов составляется график цикличности выполнения механизированных работ.

*Построение операционно-технологических карт возделывания яровой пшеницы.* Для построения операционно-технологических карт необходимо выбрать исходные данные для расчета и определить направление движения агрегата, правильно скомплектовать машинно-тракторный агрегат, уточнить скоростной режим работы машинно-тракторных агрегатов, определить способ движения агрегата в зависимости от выполняемой технологической операции, предложить рекомендации к подготовке рабочего участка, выполнить расчет показателей технологического процесса и произвести расчет вспомогательных погрузочных или транспортных агрегатов.

*Выбор исходных данных для расчета операционных технологий.* Исходные данные при разработке операционных технологий применяются в соответствии с зональными особенностями сельскохозяйственных предприятий Монголии и Республики Беларусь.

80 % территории Монголии используются как пастбища. Пахотные земли расположены преимущественно вблизи населенных пунктов и сосредоточены в северной части страны.

Расчет операционно-технологических карт выполним на примере фермерского хозяйства, в котором возделывают яровые зерновые культуры. Сельскохозяйственное предприятие расположенного в 3 км от Сэргэлен, Монголия. Средний уклон полей составляет  $I = 3 \%$ . Для расчета выбираем участок правильной конфигурации. Длина гона  $L = 500$  м, ширина участка  $C = 250$  м (рис. 1) [2].

Для определения рационального направления движения по выбранному участку, а также для точного нахождения коэффициента рабочих ходов, соотношения рабочих и холостых ходов, а также других эксплуатационных показателей воспользуемся инструментом для оптимизации пользовательских полей портала Agronaut [3–5] (рис. 2).

После выделения контура рабочего участка (рис. 2, а) и указания рабочей ширины захвата агрегата, радиуса поворота и других эксплуатационных характеристик на контуре поля появляются линии, содержащие точки геолокационных координат (рис. 2, а), которые соответствуют оптимальному движению машинно-тракторного агрегата, когда критерием выступает максимальная производительность (рис. 2, б). После определения параметров рабочего участка осуществляется комплектование машинно-тракторного агрегата.

*Комплектование машинно-тракторного агрегата.* Для комплектования машинно-тракторного агрегата целесообразно использовать инструмент AgroAQ (рис. 3, а). Перед выполнением вычислений необходимо из выпадающих списков выбрать вид сельскохозяйственной машины и предполагаемую марку трактора для агрегатирования. Далее указать количество, угол атаки и глубину обработки для почвообрабатывающих дисковых рабочих органов (рис. 3, б) и параметры прикатывающих рабочих органов (рис. 3, в).

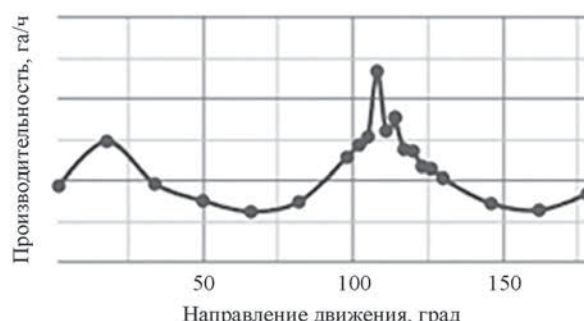
После завершения редактирования параметров машинно-тракторного агрегата, необходимо выполнить расчет, нажав на соответствующую кнопку приложения. В результате автоматически строится график, анализируя который можно оценить правильность комплектования агрегата (рис. 4).



Рис. 1. Рельеф местности и размеры рабочего участка (3 км от Сэргэлен, Монголия)



а



б

Рис. 2. Результаты построения траектории движения машинно-тракторного агрегата: а – оптимальная траектория движения; б – график изменения производительности



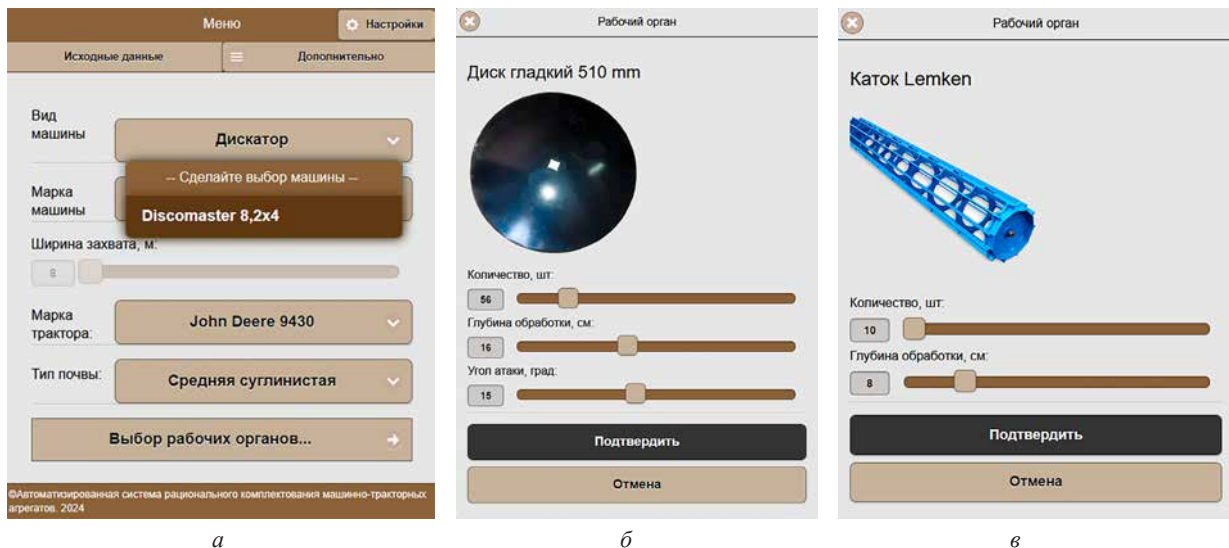


Рис. 3. Комплектование машинно-тракторного почвообрабатывающего агрегата с помощью приложения AgroAQ:  
*a* – окно выбора комплектуемых агрегатов; *б* – окно комплектования дисковыми рабочими органами;  
*в* – комплектование катками

В соответствии с рис. 4, в верхней части окна графической интерпретации потенциальной характеристики построена кривая зависимости крюковой мощности трактора от крюкового усилия, в средней части – кривая зависимости удельного расхода топлива трактора, в нижней части – кривая зависимости теоретической скорости движения трактора, также в нижней части располагается кривая тягового сопротивления комплектуемой машины.

Зона агротехнически допустимых скоростей ограничена минимальным и максимальным значениями скоростей  $V_{agr.min}$  и  $V_{agr.max}$ . Зона рациональной загрузки трактора находится в диапазоне от 0,6 до 0,95 от  $N_{кр}$  и ограничена вертикальными пунктирными линиями.

Кривая тягового сопротивления комплектуемой машины ограничена по оси ординат пунктирными прямыми, которые соответствуют значениям максимальной и минимальной агротехнически допустимой скорости, проекции точек пересечения ограничивающих линий с кривой тягового сопротивления соответствуют минимальному  $R_{min}$  и максимальному  $R_{max}$  значениям тягового сопротивления агрегата.



Рис. 4. Результаты комплектования агрегата

## Заключение

Таким образом, если кривая тягового сопротивления лежит внутри ограничивающих по мощности вертикальных пунктирных линий, как показано на рис. 4, то агрегат рационально скомплектован для агрегатирования с выбранным энергетическим средством. Если кривая тягового сопротивления выходит слева за указанный диапазон – для агрегатирования нужно выбрать менее мощный трактор, если правее – тягового усилия трактора будет недостаточно для агрегатирования с выбранной машиной для указанных производственных условий и необходимо выбрать более мощный трактор.

## Список использованных источников

1. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Учебное пособие. / А. П. Ляхов, А. В. Новиков, Ю. В. Будько [и др.]. – Минск, 1991. – 336 с.
2. Ленский, А. В. Анализ методов расчета оптимальных маршрутов движения машинно-тракторного агрегата по полювому участку произвольной конфигурации / А. В. Ленский, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – Вып. 51. – С. 212–220.
3. Ленский, А. В. Оптимизация маршрутов движения машинно-тракторных агрегатов по рабочим участкам простой конфигурации / А. В. Ленский, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2019. – Вып. 52. – С. 13–19.
4. Ленский, А. В. Разработка алгоритма оценки эксплуатационных показателей самоходных и стационарных технических средств / А. В. Ленский, А. А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 156–163.
5. Ленский, А. А. Точное формирование транспортных маршрутов для конкретных производственных условий / А. В. Ленский, А. А. Жешко // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международ. науч.-техн. конф. (Минск, 22–23 окт. 2020 г.), РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – С. 111–116.

**А. А. Жешко**, канд. техн. наук, доцент

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: azeshko@gmail.com*

## **СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Аннотация.* Предложены способы снижения потерь минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур.

*Ключевые слова:* коэффициент потерь удобрений, сельскохозяйственные культуры, равномерность распределения, коэффициент вариации.

**A. A. Zheshko**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: azeshko@gmail.com*

## **WAYS TO REDUCE THE LOSS OF MINERAL FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF CROPS**

*Abstract.* The methods of reducing the loss of mineral fertilizers in the cultivation of agricultural crops are proposed.

*Keywords:* the coefficient of loss of fertilizers, agricultural crops, uniformity of distribution, coefficient of variation.

### **Введение**

Система удобрения большинства зернобобовых культур, возделываемых в Республике Беларусь, состоит из основного внесения и внекорневой подкормки с использованием микроудобрений. Научно обоснованные дозы удобрений необходимо вносить с учетом выноса большого количества питательных веществ из почвы.

Потери минеральных удобрений, которые неизбежны при их транспортировании от завода до места внесения, а также потери, связанные с неравномерным распределением удобрений по площади поля являются актуальной задачей, решение которой позволит снизить экологическую нагрузку при возделывании сельскохозяйственных культур и повысить окупаемость от внесения минеральных удобрений.

Технические средства для внесения удобрений относятся к машинам общего назначения, которые используются для обработки всех сельскохозяйственных культур. К ним относятся комплексы машин для внесения твердых и жидких минеральных удобрений; твердых, жидких и полужидких органических удобрений, химических мелиорантов и пестицидов. Приоритет названных машин подтверждается тем, что доля их использования в технологиях возделывания всех без исключения сельскохозяйственных культур составляет 40 % и более, включая основное, припосевное, подкормочное внесение удобрений, операции по борьбе с вредителями, сорняками и болезнями при уходе за сельскохозяйственными культурами, а также технологические операции по известкованию почв.

Учитывая тот факт, что машины химизации используются с ранней весны до поздней осени, годовая загрузка их превышает аналогичный показатель для другой сельскохозяйственной техники, а работа машин, сопряженная с взаимодействием с агрессивными средами, возлагает соответствующие требования по обеспечению надежности машин химизации.

Существенным резервом повышения эффективности использования технических средств для внесения минеральных удобрений является поиск путей снижения потерь минеральных удобрений при их перемещении от завода до поля, а также уменьшение потерь удобрений от неравномерного их распределения [1–5].

### Основная часть

*Снижение потерь удобрений при транспортировании от завода до места внесения.* Транспортировка готовой продукции с заводов осуществляется железнодорожным и автомобильным транспортом. При перевозке потери минеральных удобрений могут возникать вследствие неисправности вагонов, образования щелей в элементах их конструкции, нарушения целостности тары, налипания удобрений на пол и стены, слеживания удобрений и их увлажнения атмосферными осадками. Для проверки герметичности вагонов и других закрытых емкостей целесообразно использовать ультразвуковые детекторы [2–4].

Для загрузки и выгрузки удобрений в пакетной таре необходимы широкие дверные проемы для исключения повреждения целостности упаковки. Не допускается загружать удобрения в вагоны и грузовой автотранспорт с неисправными запирающими устройствами, при наличии щелей или проломов в боковых и торцевых стенах, поврежденных элементах полов и крыши. В местах доставки принимать удобрения необходимо не только по их количеству, но также оценивать качество. В случае невыполнения данных требований потери удобрений могут составлять более 3 %, если удобрения доставляются в полувагонах, потери достигают 8 % [5–8].

В случае перевозки гранулированных удобрений насыпью необходимо использовать саморазгружающиеся специальные вагоны, либо оборудованные заградительными щитами вагоны общего назначения. Кузова грузового автотранспорта должны быть закрытыми или оборудованными непромокаемыми покрытиями [5–11].

Слабопыляющиеся удобрения перевозят в крытых и специализированных вагонах, двери которых должны быть уплотнены. Перевозка доломитовой муки и других пылящихся мелиорантов осуществляется в цистернах-цементовозах или специально приспособленных для этих целей вагонах, которые выгружаются в прирельсовые складские силосные емкости вместимостью 250–500 т. Существенным недостатком такого способа доставки доломитовой муки является невыгружаемый остаток, который составляет 10 %, а может достигать и 40 % [12]. Аналогичные недостатки присущи машинам-цистернам для внесения доломитовой муки, в которых невыгружаемый остаток достигает 12 % от грузоподъемности.

*Погрузочно-разгрузочные работы.* При разгрузке транспортных средств зачастую возникает распыл, просыпи, остатки в емкостях и на полах складов после выгрузки. По этим причинам может теряться до 0,5 % удобрений. Для снижения потерь необходимо разгружать вагоны без перегрузки непосредственно в склад или автотранспорт. Разгружать удобрения нужно в складские приемные устройства с соблюдением заложенных в типовые проекты технологий выполнения погрузочно-разгрузочных работ, не рекомендуется падение удобрений с большой высоты. Нельзя проводить погрузку и разгрузку во время сильного тумана или осадков. В случае увлажнения во время перегрузки части материала его нужно отделить и удалить от увлажненных удобрений [6–10].

Для сбора просыпавшихся удобрений при разгрузке вагонов общего назначения целесообразно расстилать пленку или брезент между вагоном и рампой и возле дверных проемов, а также производить очистку вагонов от остатков удобрений после разгрузки. Перегрузка на открытых площадках допустима только для удобрений, перевозимых в полиэтиленовой таре или размещенных в контейнерах.

При использовании фронтальных погрузчиков не рекомендуется удерживать ковш в горизонтальном положении во избежание смятия удобрений. Передвижение автопогрузчиков должно быть организовано так, чтобы исключить или свести к минимуму передвижение по удобрениям, что позволит снизить разрушение целостности гранул, образование мелких фракций и пыли.

Рассыпание удобрений при работе погрузчика должно быть минимальным, а также должен быть организован сбор просыпавшегося материала.

*Хранение в прирельсовых складах.* Разгрузка железнодорожного транспорта осуществляется на прирельсовых складах, где кратковременно хранят и в дальнейшем отгружают удобрения хозяйствам. В зависимости от объемов потребления минеральных удобрений сельскохозяйственными предприятиями, а также их количества и удаленности вместимость прирельсовых складов может варьироваться от 5 до 15 тыс. т. В крупные комплексы прирельсовой химической продукции могут входить отдельные склады для сухих и жидких удобрений. Поступившие в прирельсовые склады удобрения целесообразно незамедлительно оприходовать в присутствии представителя транспортной организации. В случае выявления недостачи или недоброкачественной продукции составляется рекламация. Каждому виду удобрений в прирельсовых складах отводится отдельное место. Удобрения в таре хранят в 3 яруса на поддонах. Ввиду повышенной огнеопасности аммиачной селитры ее следует хранить в 2 яруса в отдельных складах на стоячих поддонах. Выгрузка уложенных на поддоны минеральных удобрений производится с помощью электропогрузчика или ленточного конвейера. Жидкие минеральные удобрения, доставленные в прирельсовые склады, хранятся в резервуарах вместимостью от 50 до 300 м<sup>3</sup> [10–15].

Незатаренные удобрения рекомендуется хранить на чистом и сухом полу и накрывать пленкой, выступающей на 0,5 м за края насыпи. В случае контакта удобрений с деревянными стенами их нужно изолировать пластиком. Если в общей массе удобрений обнаруживаются комки, необходимо организовать их просеивание.

*Перевозка автотранспортом и хранение в глубинных складах.* Поступление минеральных удобрений в сельскохозяйственные предприятия может осуществляться со складов РО «Белагросервис» либо напрямую с химических заводов, а их хранение должно быть реализовано в специализированных глубинных складах. Для обеспечения экологической безопасности склады удобрений должны находиться на расстоянии не менее 200 м от общественных и жилых зданий.

Доставка удобрений в глубинные склады, как правило, осуществляется автотранспортом. При выгрузке из прирельсового склада вследствие просыпи и распыла удобрений также может теряться до 0,2 % удобрений. Для уменьшения потерь необходимо исключить использование неспециализированного транспорта. Незатаренные удобрения необходимо перевозить только в закрытом кузове. Кузова автотранспорта необходимо тщательно уплотнять и очищать после транспортировки удобрений.

Существенной причиной потерь удобрений является низкая обеспеченность сельскохозяйственных предприятий современными глубинными складами, которая составляет 60 %. Для хранения химических мелиорантов наличествует складских помещений на 272 тыс. т при потребности хранения 1 млн т [2, 3]. По этой причине средства химизации не достигают своего места назначения и попадают в водоемы и нецелевые почвы, что является существенной нагрузкой на экологию.

Вместимость глубинных складов в зависимости от годовой потребности в удобрениях может составлять 1,2–3,0 т. В отдельных складах хранятся твердые удобрения, аммиачная селитра и пестициды. Для каждого вида удобрений отводится отдельный пронумерованный отсек и изготавливается этикетка с массой и содержанием действующего вещества для каждого вида удобрений.

Средства химизации без тары хранят в глубинных складах навалом, при этом высота слоя не должна превышать 5 м для гранулированного суперфосфата и не более 3 м для других удобрений. Полы складов должны быть чистыми и сухими [16]. Не допускается хранение удобрений рядом с другими сельскохозяйственными материалами.

Удобрения в таре укладывают в штабеля. В комплекс глубинных складов должны также входить площадка для приема и погрузки удобрений, весовая и вспомогательные помещения. Хранить минеральные удобрения с другими сельскохозяйственными материалами не допускается. Территория вокруг склада должна быть ограждена и иметь сточные канавы. Не допускается движение складского транспорта по рассыпанным удобрениям.

Для сведения к минимуму потерь минеральных удобрений при их хранении на складе:

- должна быть обеспечена изоляция удобрений от талых, грунтовых вод и атмосферных осадков;
- приток влажного воздуха в сырую погоду необходимо исключить, проветривать склад необходимо только в сухую погоду;
- в центральной части склада должен быть проезд для эффективной реализации погрузочно-разгрузочных работ.

Общие потери удобрений при транспортировании с завода к месту внесения можно определить по формуле

$$\sum P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (1)$$

где  $P_1$  – потери при транспортировании удобрений с завода;  $P_2$  – потери при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, %;  $P_3$  – потери при перевозке автотранспортом и хранении в прирельсовых складах, %;  $P_4$  – потери в глубинных складах, %.

Потери удобрений, в соответствии с формулой (1) могут достигать 10–15 % [17–20] при несоблюдении требований к транспортировке, погрузке-выгрузке и хранению.

*Снижение потерь удобрений от неравномерного их распределения по полю.*

Для нахождения коэффициента относительных потерь удобрений  $\psi$  воспользуемся следующей зависимостью

$$\psi = \frac{y - \bar{y}}{y} = \frac{q(c_1 + c_2q) - \mu(c_1 + c_2V^2 + c_2)}{c_0 + q(c_1 + c_2q)}, \quad (2)$$

где  $y$  – урожайность сельскохозяйственных культур, при равномерном распределении удобрений, т. е. при коэффициенте вариации  $V = 0$ , что является идеальным случаем, кг/га;  $\bar{y}$  – средняя урожайность, кг/га;  $q$  – расчетная доза внесения, кг/га;  $c_0, c_1, c_2$  – коэффициенты уравнения зависимости урожайности от дозы вносимых удобрений;  $V$  – коэффициент вариации;  $\mu$  – средняя доза, кг/га.

На рис. 1 представлен график, отображающий потери урожая в зависимости от неравномерности внесения удобрений для средней дозы внесения  $\mu_0 = 250$  кг/га. График изменения относительных потерь удобрений в зависимости от коэффициента вариации для средней дозы внесения представлен на рис. 2.

Из рис. 1 видно, что с увеличением неравномерности распределения удобрений до  $V = 0,15$  теряется 1,34 %,  $V = 0,3$  – 5,4%,  $V = 0,45$  – 12 %,  $V = 0,6$  – 21,5 % урожая. Относительные потери

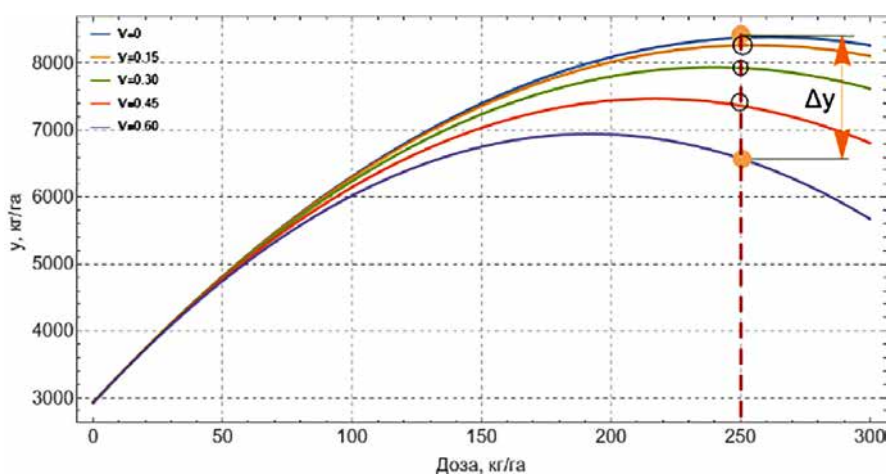


Рис. 1. Потери урожая в зависимости от неравномерности внесения удобрений для средней дозы внесения  $\mu_0 = 250$  кг/га

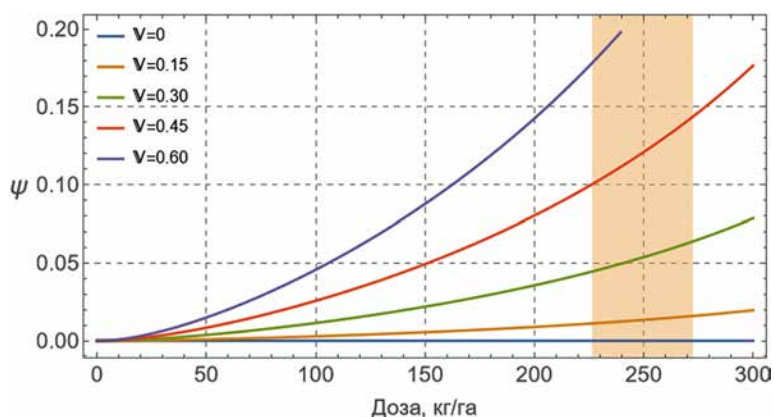


Рис. 2. График изменения относительных потерь удобрений в зависимости от коэффициента вариации для средней дозы внесения

удобрений от нерационального их использования по причине неравномерного внесения отображены на рис. 2, где представлена зависимость изменения относительных потерь удобрений от коэффициента вариации для средней дозы внесения  $\mu_0 = 250$  кг/га.

### Заключение

Таким образом, неравномерное внесение удобрений является наиболее существенным фактором, который приводит не только к потерям урожая сельскохозяйственных культур, но также является причиной нерационального использования удобрений, которые затем смываются грунтовыми водами, что в конечном итоге приводит к загрязнению почвы и окружающей среды.

Для снижения потерь удобрений от неравномерного их внесения можно предложить следующие способы:

- 1) использовать штанговые рабочие органы как альтернативу центробежным;
- 2) применять ветрозащитные устройства;
- 3) применять интеллектуальные устройства согласования поступательной скорости движения агрегата с дозой вносимых удобрений.

### Список использованных источников

1. Степук, Л. Я. Недобор и потери урожая как следствие наличия проблем в сфере технического обеспечения сельского хозяйства / Л. Я. Степук, В. Р. Петровец, И. В. Барановский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: сб. ст. – Горки, 2017. – № 2. – С. 132–136.
2. Лапа, В. В. Продуктивность сельскохозяйственных культур и применение минеральных удобрений в Республике Беларусь / В. В. Лапа, Е. Г. Мезенцева, О. Г. Кулеш // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1. – С. 7–14.
3. Лапа, В. В. Повышение плодородия почв и эффективности применения удобрений – основные приоритеты в развитии агрохимических исследований (на примере Республики Беларусь) / В. В. Лапа // Плодородие. – 2019. – № 3. – С. 3–6.
4. Мишура, О. И. Минеральные удобрения и их применение при современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: пособие / О. И. Мишура, И. Р. Вильдфлуш, В. В. Лапа. – Горки: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2011. – 176 с.
5. Белорусские фосфориты – новый вид фосфатного сырья / Н. И. Воробьев [и др.] // Труды БГТУ Химия и технология неорганических веществ. – 2000. – № 3. – С. 322–332.
6. Top 10 Phosphate Countries by Production [Electronic resource] // Investing News Network. – Mode of access: <https://investingnews.com>. – Date of access: 17.12.2023.
7. Куликов, М. А. Технология удобрений и солей: учеб.-метод пособие / М. А. Куликов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 76 с.
8. Санитарные нормы и правила «Требования к применению, условиям перевозки и хранения пестицидов (средств защиты растений), агрохимикатов и минеральных удобрений» [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 27.09.2012 г., № 149 // Минсельхозпрод РБ / Нормативные и правовые документы / Растениеводство и защита растений / Агрохимия и защита растений. – Минск, 2012.
9. Степук, Л. Я. Доказательства необходимости разработки и реализации государственной научно-технической программы приоритетного сельхозмашиностроения / Л. Я. Степук // Научно-технический прогресс в сель-

скохозйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 75-летию образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (Минск, 20–21 окт. 2022 г.). – Минск: Беларуская навука, 2022. – С. 27–33.

10. Hasler, K. Environmental impact of mineral fertilizers: possible improvements through the adoption of eco-innovations: PhD thesis / K. Hasler; Wageningen University. – Wageningen, the Netherlands, 2017. – 158 p.

11. Reactive Nitrogen [Electronic resource]. – Mode of access: <https://unece.org/ru/reactive-nitrogen>. – Date of access: 08.01.2024.

12. Экологические аспекты применения удобрений в современной земледелии / Ю. И. Гречишкина [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 3 (7). – С. 112–114.

13. Узаков, З. З. Экологические проблемы применения минеральных удобрений / З. З. Узаков, С. Халикова, А. Эгамбердиев // Символ науки. – 2018. – № 4. – С. 35–37.

14. Вильдфлуш, И. Р. Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество зерна сортов ячменя кормового назначения / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, Н. В. Барбасов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2019. – Т. 57, № 3. – С. 297–307.

15. Степук, Л. Я. Механизация, экологизация и экономика сферы химизации земледелия Беларуси: проблемы и пути решения / Л. Я. Степук, В. Р. Петровец // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 198–204.

16. Личман, Г. И. Оценка влияния качества внесения удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур / Г. И. Личман, А. А. Личман // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 5. – С. 16–21.

17. Каплан, И. Г. Качество внесения удобрений / И. Г. Каплан. – Миннеаполис, США, 2004.

18. Степук, Л. Я. Недобор и потери урожая как следствие наличия проблем в сфере технического обеспечения сельского хозяйства / Л. Я. Степук, В. Р. Петровец, И. В. Барановский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: сб. ст. – Горки, 2017. – № 2. – С. 132–136.

19. Kaplan, J. Unevenness of Fertilizer Distribution and determination of the Application Rate / J. Kaplan, J. Chaplin // Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Precision Agriculture. – St. Paul, MN, USA, 1998. – P. 943–952.

20. Стратегия механизации внесения удобрений / Л. Я. Степук, И. В. Румянцев, Н. М. Марченко, Г. И. Личман // Механизация, энергетика и автоматизация. Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 85–88.



**Э. В. Дыба**, канд. техн. наук, доцент, **Л. И. Трофимович**, ст. науч. сотрудник

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ЗАХВАТЫВАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ**

*Аннотация.* В статье представлена актуальность разработки погрузочно-транспортного средства с автоматизированным захватывающим устройством, а также выполнен обзор зарубежных подборщиков-транспортировщиков спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством.

*Ключевые слова:* уборка спрессованных кормов, подборщик-транспортировщик, платформа, захватывающее устройство, рулон, подбор, погрузка, транспортировка, разгрузка, автоматизированный подбор, рулон в полимерной упаковке, скирдование.

**E. V. Dyba**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **L. I. Trofimovich**, researcher

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru*

## **RELEVANCE OF DEVELOPING A LOADING AND VEHICLE WITH AN AUTOMATED GRABING DEVICE**

*Abstract.* The article presents the relevance of developing a loading vehicle with an automated gripping device, as well as a review of foreign pick-up-transporters of compressed feed with an automated gripping device.

*Keywords:* harvesting of compressed feed, pick-up-transporter, platform, gripping device, roll, selection, loading, transportation, unloading, automated selection, roll in polymer packaging, stacking.

### **Введение**

За последние годы в Республике Беларусь предприняты решительные шаги по внедрению в сельхозпроизводство прогрессивных идей. На это затрачены значительные средства, но результаты зачастую оказываются гораздо скромнее ожидаемых. Впрочем, в ряде хозяйств, где ставку сделали на инновации, достигнуты высокие показатели продуктивности животных при низких трудовых и энергетических затратах на производство молока. В связи с этим для обеспечения снижения затрат на производство продукции животноводства необходимо применять эффективные ресурсосберегающие технологии. Наиболее полно соответствует этому требованию технология заготовки травяных кормов (сенаж, сено, солома) прессованием в крупногабаритные тюки или рулоны. Данная технология позволяет механизировать все технологические операции, снизить потери кормов при их заготовке, а также повысить сохранность заготавливаемых кормов.

Однако, одним из узких мест, сдерживающих темпы и эффективность заготовки травяных кормов, являются транспортные и погрузочно-разгрузочные работы. В общих затратах труда на производство продукции животноводства транспортирование и погрузочно-разгрузочные работы составляют от 40 % до 45 %, а затраты топлива – до 50 % [1]. Нерешенным остается и вопрос погрузки, перевозки, скирдования рулонов сенажа, упакованных в полимерную пленку. Из-за несовершенства конструкций погрузочных устройств, а также транспортных платформ происходит повреждение упаковки [2].

Поэтому повышение эффективности транспортных и погрузочно-разгрузочных работ является одним из существенных резервов снижения себестоимости животноводческой продукции и роста рентабельности предприятий агропромышленного комплекса.

## Основная часть

Технологические схемы уборки спрессованных кормов с полей, применяемые в настоящее время в сельском хозяйстве, основаны на применении универсальных фронтальных погрузчиков и транспортных средств (прицепов, полуприцепов и т. п.) (рис. 1). Только погрузчики-транспортёрщики рулонов типа ТП-10 (рис. 2) (ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйск-агромаш») и ПТР-12С (ОАО «Вороновская сельхозтехника») самостоятельно производят погрузку и укладку рулонов на платформу, а также выгрузку на месте складирования. Однако общим недостатком этих машин является ограниченная область применения, а также сезонность использования. Они не пригодны для погрузки и перевозки рулонов сенажа, упакованных в полимерную пленку, а также для разбора скирд из рулонов и доставки их к фермам. Из-за несовершенства конструкции платформы транспортёрщика, а также погрузочного устройства происходит повреждение упаковки рулона.

Применение данного комплекса технических средств приводит к значительным затратам энергетических ресурсов на погрузку и транспортировку, что отражается на высокой себестоимости работ и снижает эффективность транспортно-производственного процесса заготовки кормов. Кроме того, увеличивается время уборки кормов с поля, что приводит к большей вероятности попадания под дождь и ухудшению качества заготавливаемого корма. Поле не освобождается от спрессованных кормов в требуемые сроки, что задерживает проведение последующих агротехнических мероприятий [3].

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создана самозагружающаяся телескопическая платформа с манипулятором ПМК-10, которая выпускается предприятием ООО «БиокомТехнология». Данная машина, в отличие от вышеописанного комплекса машин, обеспечивает подбор, транспортировку и скирдование тюков или рулонов, в том числе упакованных в полимерную пленку (рис. 3), а в зимнее время выполняет разбор скирд и доставку спрессованных кормов к месту назначения. Однако вышеперечисленные операции (подбора, погрузки, скирдования) осуществляются в ручном режиме, что определенно влияет на производительность.

Одним из решений повышения эффективности погрузочно-разгрузочных и транспортных работ является использование специализированных сборочно-транспортных средств с автоматизированным подбором и загрузкой спрессованных кормов, получивших широкое распространение за рубежом, но недостаточно адаптированных для условий Республики Беларусь. Применение данных средств механизации позволяет повысить производительность и снизить затраты на ТСМ, разгрузить механизатора и дать ему возможность лучше сконцентрироваться на окружающей его обстановке, сократить холостые пробеги по полю и исключить непроизводительные переезды, а также обеспечить наиболее полное использование грузоподъемности транспортных средств [4].

В результате проведенного патентного поиска было установлено, что фирмами «ANDERSON GROUPE» (Канада) и «SAMCO SYSTEM» (Ирландия) были разработаны подборщики-транспортёрщики спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством.



Рис. 1. Загрузка рулонов соломы на платформу для транспортировки кормов ПТК-10 специальным погрузчиком «Амкодор 527»



Рис. 2. Подбор рулонов сена погрузчиком-транспортёрщиком рулонов ТП-10



Рис. 3. Платформа с манипулятором ПМК-10 в работе

Подборщики-транспортёрщики фирмы «ANDERSON GROUPE» поставляются сельхозпроизводителям в двух модификациях – RBMPRO-1400 и RBMPRO-2000.

На рис. 4–7 показан технологический процесс подбора, загрузки, транспортировки и скирдования спрессованных кормов, упакованных в полимерную пленку, подборщиком-транспортёрщиком RBMPRO-1400 и RBMPRO-2000 фирмы «ANDERSON GROUPE» (Канада) [5].

Подбор и загрузка рулонов выполняется автоматизированным захватывающим устройством, которое с помощью гидрооборудования захватывает и поднимает рулоны на платформу. Специальная конструкция погрузочно-захватывающего устройства позволяет захвату при подборе рулона автоматически выполнять движение назад, перемещаясь по несущей балке захвата, что дает возможность за это время сжать и поднять погрузочным рычагом рулон с земли без волочения, пока трактор продолжает движение в направлении следующего рулона при максимальной скорости 3 км/ч.

Разгрузка производится методом сдвига рулонов передней стенкой, через задний гидравлически-открывающийся борт. Рулоны, в том числе упакованные в пленку, легко перемещаются по направляющим прорезиненным роликам, сохраняя форму и целостность пленки. При разгрузке платформа транспортёрщика имеет возможность наклоняться назад на 15 и 30 градусов при помощи гидроцилиндра. Подборщики-транспортёрщики RBMPRO перевозят до 20 рулонов.

На рис. 8 и 9 показан технологический процесс подбора, загрузки, транспортировки и скирдования спрессованных кормов, упакованных в полимерную пленку, подборщиком-транспортёрщиком СТС-1600 фирмы «SAMCO SYSTEM» (Ирландия) [6].



Рис. 4. Подбор рулона сенажа в полимерной упаковке (в вертикальном положении) подборщиком-транспортёрщиком RBMPRO-1400



Рис. 5. Подбор рулона сенажа в полимерной упаковке (в горизонтальном положении) подборщиком-транспортёрщиком RBMPRO-1400



Рис. 6. Загрузка рулона сенажа в полимерной упаковке на платформу на второй ярус подборщиком-транспортировщиком RBMPRO-1400



Рис. 7. Разгрузка в скирду рулонов сенажа в полимерной упаковке подборщиком-транспортировщиком RBMPRO-2000

Подбор и загрузка рулонов выполняется захватывающим устройством, которое с помощью гидрооборудования захватывает и поднимает рулоны на платформу. Также гидрооборудование подборщика-транспортировщика CTS-1600 осуществляет привод толкающей стенки, боковых и задних бортов, подъемника рулонов и самосвальной платформы.

Такой способ подбора и погрузки позволяет собирать рулоны как в сетке, так и упакованные в пленку, не повреждая их. Транспортировщик загружается автоматически, укладывая по два рулона в два яруса. Машина имеет самосвальную платформу, которая заполняется путем перемещения сформированного штабеля рулонов по напольным роликам платформы. Подборщик-транспортировщик CTS-1600 перевозит до 16 рулонов.

В настоящее время создание и освоение в производстве современных высокопроизводительных специализированных сборочно-транспортных средств с автоматизированным подбором и загрузкой спрессованных кормов является актуальной научно-технической задачей, решение которой невозможно без проведения предварительных научно-исследовательских работ по обоснованию параметров основных узлов и механизмов.

Одним из основных узлов сборочно-транспортных средств с автоматизированным подбором и загрузкой спрессованных кормов является захватывающее устройство. Обзор и анализ существующих грузозахватных устройств показывает, что они обладают рядом недостатков:

- затрудненное согласование захвата с рулоном в горизонтальной и вертикальной плоскостях при погрузке;
- повреждение упаковочного материала при погрузке;
- излишняя деформация рулонов;
- отсутствие унифицированности в работе с рулонами различных размеров, плотности, а также упакованных в полимерную упаковку;
- выполнение операций подбора и погрузки рулонов в ручном режиме.



Рис. 8. Подбор рулона сенажа в полимерной упаковке (в горизонтальном положении) подборщиком-транспортировщиком CTS-1600



Рис. 9. Разгрузка в скирду рулонов сенажа в полимерной упаковке подборщиком-транспортировщиком CTS-1600

В связи с этим для повышения эффективности погрузочно-разгрузочных и транспортных работ требуется разработать конструктивно-технологическую схему и алгоритм функционирования захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу, конструкция которого исключала бы недостатки, приведенные выше, и способствовала совершенствованию технологического процесса уборки спрессованных кормов с поля.

### Заключение

Анализ патентной информации наиболее развитых стран в отношении подборщиков-транспортировщиков спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством, позволил определить лучшие промышленно-освоенные объекты техники. В результате выполненного обзора было установлено, что фирмами «ANDERSON GROUPE» (Канада) и «SAMCO SYSTEM» (Ирландия) были разработаны и реализуются сельхозпроизводителям подборщики-транспортировщики спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством, предназначенные для подбора, самопогрузки и транспортировки рулонов сена, соломы и провяленной зеленой массы (в том числе упакованных в полимерную пленку), а также саморазгрузки в месте складирования.

Таким образом, учитывая достоинства рассмотренных зарубежных подборщиков-транспортировщиков спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством, становится абсолютно очевидной актуальность создания и освоения в производстве отечественного аналога, внедрение в сельхозпроизводство которого обеспечит повышение производительности уборочных машин, а также снижение энергетических и трудовых затрат.

### Список использованных источников

1. Измайлов, А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК [Текст] / А. Ю. Измайлов; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса». – М.: Росинформ-агротех, 2007.
2. Трофимович, Л. И. Средства механизации для уборки стебельчатых кормов, запрессованных в тюки или рулоны / Л. И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Минск, 18–20 октября 2017 г. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 59–68.
3. Техническое обеспечение кормоуборочных работ. Состояние и перспективы / И. М. Лабодский [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». В 2 томах. – Минск: 2013. – Вып. 47, т. 2. – С. 3–10.
4. Современные механизированные технологии заготовки кормов из трав и перспективы их развития / И. М. Лабодский [и др.] // Научно-технический прогресс в сельхоз. производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., в 2 т. Минск, 19–20 октября 2010 г. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. – Т. 2. – С. 8–13.
5. Самозагружающиеся транспортировщики рулонов [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «ANDERSON GROUPE». – Режим доступа: <https://grpanderson.com/en/trailers>. – Дата доступа: 05.06.2024.
6. Самозагружающийся транспортировщик рулонов CTS-1600 [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «SAMCO SYSTEM». – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/bale-trailer>. – Дата доступа: 05.06.2024.

**Э. В. Дыба**, канд. техн. наук, доцент, **Л. И. Трофимович**, ст. науч. сотрудник

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru*

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАХВАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА И ЗАГРУЗКИ СПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ НА ТРАНСПОРТНУЮ ПЛАТФОРМУ**

*Аннотация.* В статье представлена конструктивно-технологическая схема с алгоритмом функционирования захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу, а также описан технологический процесс работы подборщика-транспортного устройства с автоматизированным захватывающим устройством.

*Ключевые слова:* уборка спрессованных кормов, подборщик-транспортный, платформа, захватывающее устройство, рулон, подбор, погрузка, транспортировка, разгрузка, автоматизированный подбор, рулон в полимерной упаковке, скирдование.

**E. V. Dyba**, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof., **L. I. Trofimovich**, researcher

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru*

## **DEVELOPMENT OF A DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME AND FUNCTIONING ALGORITHM OF A GRIPPING DEVICE FOR AUTOMATED SELECTION AND LOADING OF PRESSED FEED ONTO A TRANSPORT PLATFORM**

*Abstract.* The article presents a design and technological scheme with an algorithm for the operation of a gripping device for automated picking and loading of compressed feed onto a transport platform, and also describes the technological process of operation of a pick-up-transporter with an automated gripping device.

*Keywords:* harvesting of compressed feed, pick-up-transporter, platform, gripping device, roll, picking, loading, transportation, unloading, automated picking, roll in polymer packaging, stacking.

### **Введение**

Одним из узких мест, сдерживающих темпы и эффективность заготовки травяных кормов, являются транспортные и погрузочно-разгрузочные работы. В общих затратах труда на производство продукции животноводства транспортирование и погрузочно-разгрузочные работы составляют от 40 % до 45 %, а затраты топлива – до 50 % [1–3]. В связи с этим повышение эффективности транспортных и погрузочно-разгрузочных работ является одним из существенных резервов снижения себестоимости животноводческой продукции и роста рентабельности предприятий агропромышленного комплекса.

Одним из решений существующей проблемы является использование специализированных сборочно-транспортных средств с автоматизированным подбором и загрузкой спрессованных кормов, получивших широкое распространение за рубежом, но недостаточно адаптированных для условий Республики Беларусь. Применение данных средств механизации позволяет повысить производительность и снизить затраты на ТСМ, разгрузить механизатора и дать ему возможность лучше сконцентрироваться на окружающей его обстановке, сократить холостые пробеги по полю и исключить непроизводительные переезды, а также обеспечить наиболее полное использование грузоподъемности транспортных средств [4].

## Основная часть

Анализ патентной информации наиболее развитых стран в отношении подборщиков-транспортных спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством позволил определить лучшие промышленно-освоенные объекты техники. В результате выполненного обзора было установлено, что фирмами «ANDERSON GROUPE» (Канада) и «SAMCO SYSTEM» (Ирландия) были разработаны и реализуются сельхозпроизводителям подборщики-транспортные спрессованных кормов с автоматизированным захватывающим устройством, предназначенные для подбора, самопогрузки и транспортировки рулонов сена, соломы и провяленной зеленой массы (в том числе упакованных в полимерную пленку), а также саморазгрузки в месте складирования [5, 6].

На основании проведенного обзора и анализа современных конструкций захватывающих устройств, применяемых для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу, лабораторией механизации заготовки кормов была разработана конструктивно-технологическая схема и алгоритм функционирования захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов.

Погрузочно-захватывающее устройство (рис. 1) предназначено для подбора и погрузки рулонов на транспортную платформу в автоматизированном или ручном режиме. Специальная конструкция погрузочно-захватывающего устройства позволяет захвату при подборе рулона автоматически выполнять движение назад, перемещаясь по несущей балке захвата, что дает возможность за это время сжать и поднять погрузочным рычагом рулон с земли без волочения, пока трактор продолжает движение в направлении к следующему рулону при максимальной скорости 3 км/ч.

В соответствии с рис. 1 погрузочно-захватывающее устройство состоит из основания 1, к которому крепится телескопический погрузочный рычаг 2 с гидроцилиндром 3, несущей балки 4 с гидроцилиндром 5 и гидромотором 6, по которой перемещается захватывающее устройство, состоящее из несущего корпуса 7 с гидроцилиндром 8, подъемно-поворотного блока 9 с гидроцилиндром 10, зажимной рамы 11, двух прижимных лап большой 12 и малой 13, гидроцилиндра 14, упора-датчика 15, двух обрешиненных прижимных вальцов 16 и 17, а также осей, втулок, крепежных деталей и других элементов гидрооборудования.

На рис. 2 представлена конструктивно-технологическая схема захвата рулона автоматизированным погрузочно-захватывающим устройством.

На рис. 3 представлены функции работы подборщика-транспортного с автоматизированным захватывающим устройством.

Описание функций работы подборщика-транспортного с автоматизированным захватывающим устройством (рис. 3):

1. Открытие и закрытие захвата.
2. Подъем-опускание блока захвата.
3. Подъем-опускание погрузочного рычага.
4. Продольное перемещение захватывающего устройства (назад-вперед).
5. Выдвижение и втягивание погрузочного рычага.
6. Перемещение толкающей стенки (назад-вперед).
7. Поворот несущей балки.
8. Поворот блока захвата.
9. Подъем-опускание задних бортов.
10. Наклон платформы.

Технологический процесс захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу осуществляется следующим образом. Перед началом процесса подбора и загрузки спрессованных кормов тракторист-машинист с помощью пульта управ-

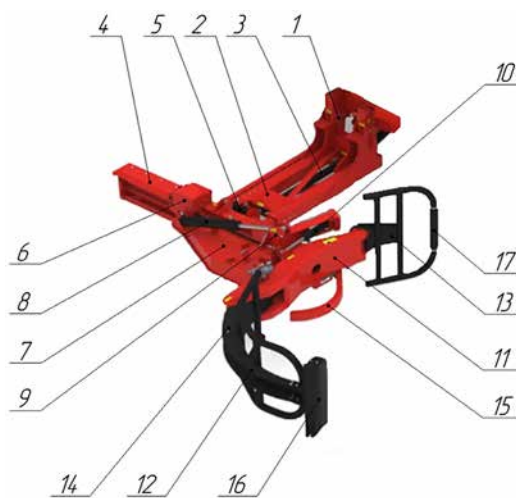


Рис. 1. Погрузочно-захватывающее устройство

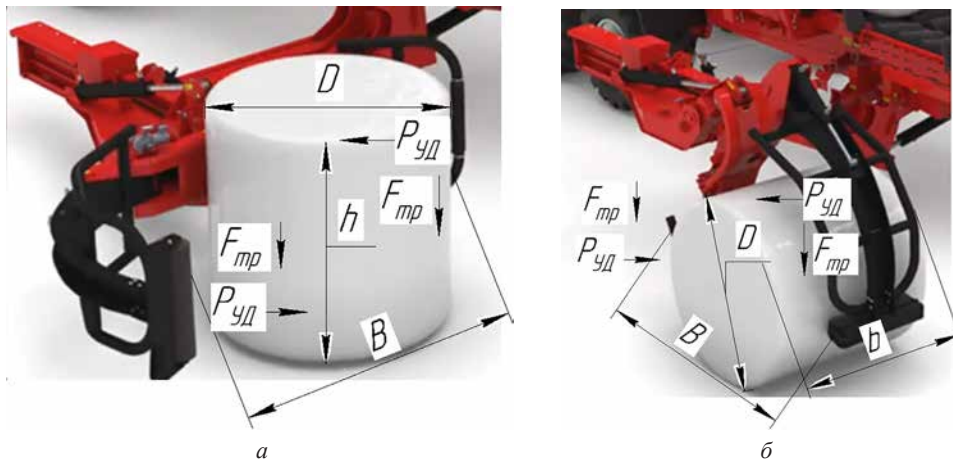


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема захвата рулона автоматизированным погрузочно-захватывающим устройством: *а* – захват рулона, расположенного на торцевой поверхности (вертикально); *б* – захват рулона, расположенного на боковой поверхности (горизонтально)

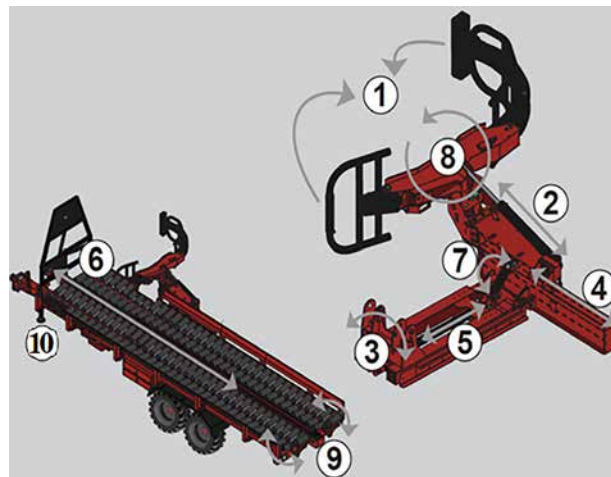


Рис. 3. Функции работы подборщика-транспортировщика рулонов с автоматизированным захватывающим устройством

ления выбирает режим работы захватывающего устройства (автоматический или ручной), а также выбирает размеры (1,2 м; 1,5 м и 1,8 м) и ориентацию захвата (вертикальная, горизонтальная) загружаемых рулонов. Также при необходимости регулируется давление захвата для рулонов разной плотности прессования. Согласно технологическому процессу, подбор и загрузка рулонов происходит в движении (без остановки подборщика-транспортировщика), следовательно, в момент захвата и подъема рулона он не должен двигаться по почве (стерне), чтобы не повреждать полимерную упаковку и не загрязняться. Чтобы выполнялось это условие, конструкция погрузочно-захватывающего устройства имеет несущую балку, по которой при помощи гидромотора перемещается несущий корпус захвата со скоростью  $v_{гм}$ , равной или большей рабочей скорости подборщика-транспортировщика  $v_{птр} = 3$  км/ч. Таким образом, при движении подборщика-транспортировщика и выполнении операций захвата (сжатия) рулона и начала его подъема, захватывающее устройство со стоящим на месте рулоном перемещается назад по несущей балке (около 1 м или 1,2–2,0 сек) до момента подъема рулона и опрокидывания его в вертикальном положении на 90 градусов с помощью подъемно-поворотного блока. Далее, после того как рулон поднят с земли и опрокинут в вертикальном положении на 90 градусов, захватывающее устройство вместе с рулоном перемещается в исходное переднее положение для последующей его загрузки на платформу погрузочным рычагом. Телескопическая конструкция погрузочно-захватывающего устройства позволяет загружать рулоны в два яруса.



На рис. 4–7 представлена технологическая схема подбора и загрузки рулонов в вертикальном положении.

На рис. 8–11 представлена технологическая схема подбора и загрузки рулонов в горизонтальном положении.

На рис. 12 и 13 представлены технологические схемы выгрузки рулонов с платформы в вертикальное и горизонтальное положение. Выгрузка рулонов осуществляется путем наклона платформы назад под определенным углом при помощи гидроцилиндра, а также с помощью толкающей стенки, которая последовательно перемещает рулоны до полной выгрузки. В результате поступательного движения трактора рулоны последовательно укладываются в вертикальное (рис. 12) или горизонтальное (рис. 13) положение, в два или три ряда. Чтобы выгрузить рулоны



Рис. 4. Этап захвата рулона в вертикальном положении автоматизированным захватывающим устройством



Рис. 5. Этап подъема рулона и опрокидывания его в вертикальном положении на 90 градусов автоматизированным захватывающим устройством



Рис. 6. Этап загрузки рулона на платформу погрузочным рычагом



Рис. 7. Этап перемещения рулонов по платформе толкающей стенкой



Рис. 8. Этап захвата рулона в горизонтальном положении автоматизированным захватывающим устройством



Рис. 9. Этап подъема рулона и опрокидывания его в горизонтальном положении на 135 градусов автоматизированным захватывающим устройством



Рис. 10. Этап поворота рулона в горизонтальном положении на 90 градусов



Рис. 11. Этап загрузки рулона на платформу погрузочным рычагом

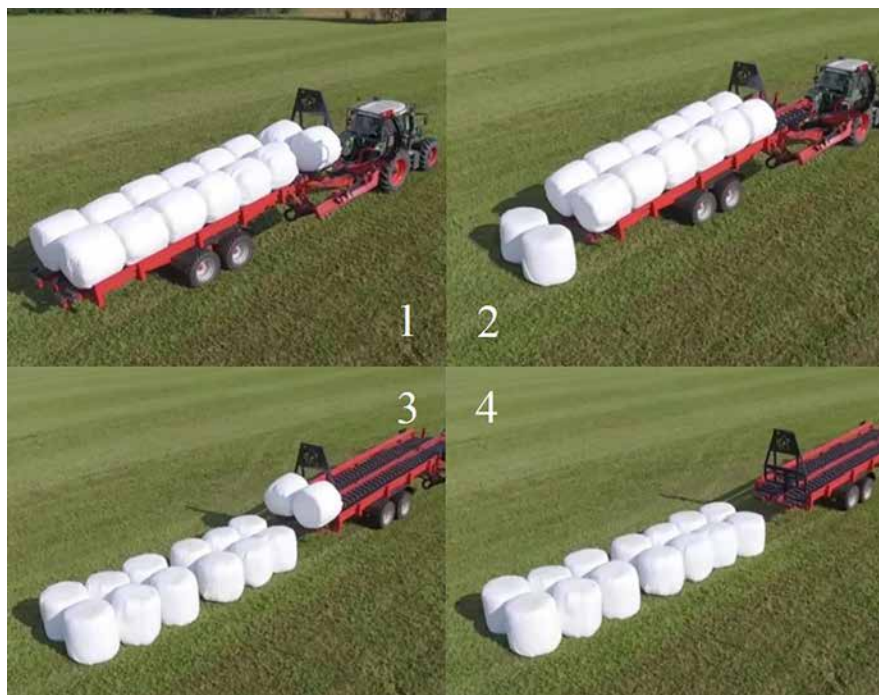


Рис. 12. Технологическая схема выгрузки рулонов с платформы в вертикальное положение

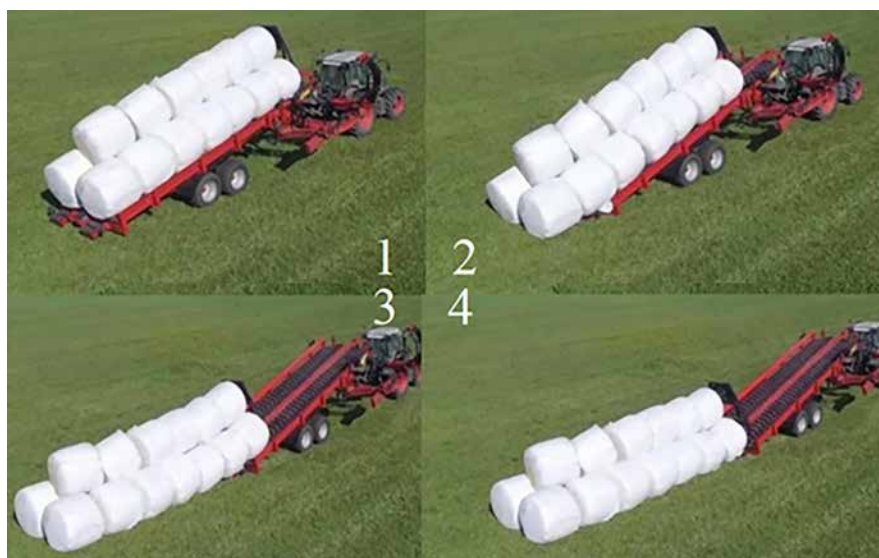


Рис. 13. Технологическая схема выгрузки рулонов с платформы в горизонтальное положение

в вертикальное положение, необходимо поднять платформу наполовину (на 15 градусов). При таком угле выгрузки в результате поступательного движения трактора рулоны последовательно укладываются (съезжают с задних роликовых бортов платформы) на землю в два ряда. Для того чтобы выгрузить рулоны в горизонтальное положение, необходимо поднять платформу до упора (на 30 градусов). При таком угле выгрузки в результате поступательного движения трактора рулоны последовательно съезжают с задних роликовых бортов платформы на землю в два или три ряда. Для контроля процесса выгрузки рулонов подборщик-транспортёрщик оборудован задней видеокамерой.

### Заключение

Разработанная конструктивно-технологическая схема с алгоритмом функционирования автоматизированного захватывающего устройства в результате выполнения научно-исследовательской работы позволит обосновать конструктивные и кинематические параметры захватывающего устройства, разработать конструкторскую документацию, изготовить макетный образец и провести экспериментальные исследования по уточнению и проверке достоверности полученных теоретических положений, а также определению оптимальных конструктивных и кинематических параметров захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу.

На основании проведенных экспериментальных исследований будут разработаны технические требования на конструкцию автоматизированного захватывающего устройства.

### Список использованных источников

1. Измайлов, А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК [Текст] / А. Ю. Измайлов; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса». – М.: Росинформ-агротех, 2007.
2. Трофимович, Л. И. Средства механизации для уборки стебельчатых кормов, запрессованных в тюки или рулоны / Л. И. Трофимович // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Минск, 18–20 октября 2017 г. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 59–68.
3. Техническое обеспечение кормоуборочных работ. Состояние и перспективы / И. М. Лабоцкий [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». В 2 томах. – Минск: 2013. – Вып. 47, т. 2. – С. 3–10.
4. Современные механизированные технологии заготовки кормов из трав и перспективы их развития / И. М. Лабоцкий [и др.] // Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., в 2 т. Минск, 19–20 окт. 2010 г. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. – Т. 2. – С. 8–13.
5. Самозагружающиеся транспортёрщики рулонов [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «ANDERSON GROUPE». – Режим доступа: <https://grpanderson.com/en/trailers>. – Дата доступа: 05.06.2024.
6. Самозагружающийся транспортёрщик рулонов CTS-1600 [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «SAMCO SYSTEM». – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/bale-trailer>. – Дата доступа: 05.06.2024.

**И. С. Пылило, А. И. Тарима, С. П. Колешко, А. Н. Перепечаев**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: vozd\_ub\_len@tut.by*

## **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В БЕЛАРУСИ**

*Аннотация.* В статье изложены основные моменты технологии возделывания льна-долгунца. Описаны машины, которые применяют в Беларуси для выполнения основных операций при возделывании и уборке льна.

*Ключевые слова:* лен-долгунец, посевные работы, подготовка почвы, полеглий лен, уход за посевами, заготовка тресты, способы уборки, льноуборочный комбайн, льнотеребилка, пресс-подборщик.

**I. S. Pylilo, A. I. Tarima, S. P. Koleshko, A. N. Perepechaev**

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: vozd\_ub\_len@tut.by*

## **CULTIVATION OF FLAX IN BELARUS**

*Abstract.* The article outlines the main points of the technology of cultivation of flax. The machines that are used in Belarus to perform basic operations in the cultivation and harvesting of flax are described.

*Keywords:* flax, sowing, soil preparation, light flax, crop care, harvesting trusts, harvesting methods, flax harvester, flax mill, baler.

### **Введение**

По объемам производства льна-долгунца Беларусь входит в тройку мировых лидеров и является одной из крупнейших стран-производителей льна.

Лен – одна из важнейших культур, выращиваемая для производства волокна. Это очень капризное растение. Для его возделывания необходим тщательный подбор полей и соблюдение севооборота. Поле, на котором рос лен, можно снова засеять им только через семь лет. При возделывании с одной стороны важно, чтобы лен не перестоял, а с другой также нужно выждать определенное время для вылежки в тресту вытеребленных и высланных на поле стеблей. В льноводстве, как ни в какой другой отрасли, любая мелочь влияет на результат.

Процесс возделывания льна можно разделить на основные этапы:

- предпосевная подготовка почвы;
- посевные работы;
- уход за посевами;
- уборка.

### **Основная часть**

#### ***Предпосевная подготовка почвы***

Весеннюю культивацию необходимо начинать при наступлении физической спелости почвы [1]. Для ее проведения используют культиваторы типа КПС-6, КПМ-8, КП-9. Глубина весенней культивации составляет 8–10 см. Для предпосевной обработки почвы на легких супесчаных и легкосуглинистых почвах используют агрегаты типа АКШ-6-02, АКШ-7,2, АКШ-9, а на легко- и среднесуглинистых – типа АКП-4, АКП-6 с активными рабочими органами. Все операции

должны выполняться в одном направлении, совпадающем с направлением движения уборочных машин. Почва к посеву должна быть подготовлена так, чтобы семена были высеяны на уплотненный водоносный капиллярный слой и покрыты рыхлым комковатым слоем, соответствующим глубине посева льна.

### *Посевные работы*

Сев льна-долгунца обычно проводят в начале мая в предварительно подготовленную и удобренную почву.

Для посева используют кондиционные семена льна-долгунца, которые должны соответствовать требованиям СТБ 1123–98. Подготовку семян начинают в осенне-зимний период. Проводят очистку от примесей сорных растений, доводят до посевного стандарта по всхожести и чистоте. Не позднее, чем за одну-две недели до посева проводят инкрустацию семян химическими или биологическими препаратами и защитно-стимулирующими составами, содержащими микроэлементы, регуляторы роста и другие компоненты.

Для семеноводческих посевов используют семена не ниже II репродукции, для товарных посевов – не ниже III репродукции.

Посев льна выполняют пневматическими сеялками универсальными типа СПУ-6, агрегатами комбинированными почвообрабатывающе-посевными. На почвах рыхло-супесчаных подстилавных суглинками применяют машины с пассивными рабочими органами, а на легко и среднесуглинистых почвах – с активными рабочими органами. Предпочтительно использование для посева льна посевных агрегатов с механической системой высева типа ВМРЗ+Лемкен-300 и АПЛ-4.

При посеве участков, предназначенных под комбайновую уборку, необходимо между загонами оставлять полосы шириной 6 м и краевые поворотные полосы шириной 12 м.

### *Уход за посевами*

На среднесуглинистых почвах в случае образования плотной почвенной корки в период прорастания семян при необходимости проводят боронование в один след перпендикулярно направлению рядков [2]. Используют бороны типа АБ-6, АБ-9.

Внекорневые подкормки льна проводят: первую – в фазы всходы – начало «елочка», но не позднее образования 5–6 листочков; вторую – через 7–10 дней после первой. Для внекорневых подкормок используют микроудобрения, жидкие комплексные удобрения.

Защиту от сорной растительности проводят поэтапно. Необходимость проведения химической обработки определяется на каждом конкретном поле.

При численности вредителей выше экономического порога вредоносности (ЭПВ) проводят обработки посевов инсектицидами, разрешенными к применению на территории Республики Беларусь.

Для ускорения созревания семян, уничтожения появившихся во второй половине вегетации всходов сорных растений, снижения зараженности болезнями и повышения производительности льнокомбайнов и сушильных установок целесообразно проводить десикацию посевов льна. Десикация льна-долгунца проводится в начале стадии ранней желтой спелости.

### *Уборка*

Уборка льна на товарные цели осуществляется в стадии ранней желтой спелости [3]. Оптимальная продолжительность уборки 8–10 дней. На семена уборку начинают в стадии желтой спелости. Оптимальная продолжительность уборки составляет 6–8 дней. При несоблюдении сроков уборки снижается урожайность семян льна и волокна.

Уборку полеглих, сильно засоренных, пораженных болезнями посевов льна-долгунца начинают в стадии зеленой спелости. Очес коробочек не проводится. При высоте растений менее 50 см допускается уборка посевов льна на семенные цели зерноуборочными комбайнами.

Применяется два способа уборки льна-долгунца. На товарных посевах применяют отдельный (двухфазный) способ, а при уборке семенных посевов - комбайновый однофазный способ.

При отдельном способе уборки проводят тербление и расстил льносоломой без очеса семенных коробочек, используя самоходные двухпоточные тербилки ТСЛ-2,4, ЛТС-2 или прицепные комбайны типа Двина-4А, ЛК-4А и самоходные КЛС-3,5 с отключенными очесывающими аппаратами. Для обмолачивания семенных коробочек в поле при отдельном способе уборки используют подборщики-очесыватели «Nesahu», СООЛ-5.

Очес семенных коробочек для получения технических семян проводят на технологических линиях Van Dommee engineering, Depoortere и других, которые оборудованы очесывающей машиной.

При комбайновой уборке льна-долгунца используют самоходные комбайны КЛС-3,5 и прицепные льнокомбайны типа Двина-4А, ЛК-4А в агрегате с прицепами 2-ПТС-4.

Убирают лен загонным способом. Движение льнокомбайнов осуществляется прямолинейно вдоль загонов, холостые повороты выполняются на специально отведенных поворотных полосах в конце загона.

При работе комбайна стебли должны быть уложены ровной лентой одинаковой толщины без перепутывания для равномерной и качественной вылежки тресты, а также для обеспечения последующей работы впусивателей, оборачивателей и прессподборщиков.

Льноворох после очеса коробочек обмолачивают зерноуборочным комбайном. После этого семена досушивают. Окончательную очистку семян проводят в льносеющих хозяйствах или на льносеменных станциях.

Для ускорения вылежки льносоломой, обеспечения однотипности волокна по цвету и повышения качества льнотресты в зависимости от урожайности проводят одно или двукратное оборачивание лент льна. Используют однопоточные оборачиватели лент льна ОЛЛ-1, ОСЛ-1 и двухпоточные GE 240 или аналоги. Оборачивание является обязательным приемом за один день перед началом подъема тресты.

При длительном выпадении осадков для просушивания льнотресты, при урожайности льнотресты до 2,5 т/га, а также непосредственно перед прессованием ее в рулоны необходимо проводить впусивание лент. Впусивание проводится впусивателями ВЛК-3, ВЛН-4,5, ВВЛ-3 или аналогами.

Уборку лент льнотресты проводят прицепными пресс-подборщиками ПРЛ – 150, ПРЛ -150А, ППЛ-1 [4] и самоходными ПРС-1 (Dehondt) [5], ПЛС-1,5 (Depoortere) [6] или аналогами. Направление движения пресс-подборщика должно обеспечивать расположение комлей в рулоне в одну сторону. Льнотресту номером 1,0 и выше заготавливают с внутренней прокладкой шпагата. Для обвязки рулонов используют льняной, джутовый или сизалевый шпагат.

Погрузку и разгрузку рулонов проводят фронтальным погрузчиком МТЗ-82 + ПФС–6,4; ПРМ-0,4, Амкодор-527, «Manitou», «Massey-Ferguson».

Лен является многооперационной культурой, при возделывании которой используется большое число специализированных технических средств и технологических операций, от соблюдения которых во многом зависят качественные и количественные показатели.

### **Заключение**

Возделывание и уборка льна – это сложный процесс, при котором необходимо строго соблюдать технологический регламент и выполнять все предусмотренные им операции.

При возделывании льна-долгунца в среднем по республике на операции по уборке приходится 70–80 % трудозатрат. Особое внимание необходимо уделять при проведении уборочных работ в тяжелых погодных условиях, когда настройки и регулировки машин имеют большое значение для уменьшения потерь и повышения качества продукции.

Выполнение рекомендуемых настроек и регулировок машин на различных операциях при уборке полеглого и короткостебельного льна позволит провести работы с минимальными затратами и потерями продукции.

Для уборки выращенного урожая с минимальными потерями в максимально короткие сроки необходимо иметь заранее разработанный план уборки. На основании этого плана определяется последовательность проведения уборочных работ. Исходя из площади полей, производительности уборочных агрегатов определяется оптимальное их количество и сроки проведения отдельных операций.

#### **Список использованных источников**

1. Лепёшкин, Н. Д. Об использовании машин для вертикальной обработки почвы в условиях Республики Беларусь / Н. Д. Лепёшкин, В. В. Мижурин, А. А. Зенов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47.
2. Казакевич, П. П. Льноводство и льнопереработка в Беларуси: проблемы развития / П. П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 7 (99).
3. Хайлис, Г. А. Теория льноуборочных машин / Г. А. Хайлис. – М.: Росинформагротех, 2011. – 322 с.
4. Пресс-подборщик льна рулонный ПРЛ-150. Руководство по эксплуатации ПРЛ 00.00.000 РЭ, ОАО «Бобруйск-агромаш».
5. Пресс-подборщик самоходный 1-рядный DEHONDT. Инструкция по использованию. DEHONDT Technologies-France.
6. Пресс-подборщик лент льна самоходный ПЛС-1,5. Руководство по эксплуатации ПЛС 00.00.000 РЭ, ДП «Щучинский ремонтный завод» Гродненского унитарного предприятия «Облсельхозтехника».

**А. Б. Иванников<sup>1,2</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **Г. М. Крохта<sup>2</sup>**,  
д. техн. наук, проф., **Н. В. Кононенко<sup>1</sup>**, асп.

<sup>1</sup>ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

г. Новосибирск, Российская Федерация

E-mail: ivannikovab@sfsc.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ В МАШИННО-ТРАКТОРНОМ АГРЕГАТЕ

*Аннотация.* Эффективность использования машинно-тракторного парка (МТП) в агропромышленном комплексе (АПК) во многом зависит от условий его эксплуатации. Известно, что чем жестче условия эксплуатации (основными являются климатические), тем больше количество отказов, что, в свою очередь, приводит к уменьшению долговечности и снижению эффективности использования МТП. В статье изложены основные результаты исследования по разработке технологической схемы применения бросовой теплоты двигателя в виде теплоты отработавших газов (ОГ) для поддержания оптимальной температуры в основных узлах машинно-тракторного агрегата (МТА).

*Ключевые слова:* двигатель, прогрев, система, бросовая теплота, отработавшие газы.

**A. B. Ivannikov<sup>1,2</sup>**, Ph.D. (Eng), associate prof., **G. M. Krochta<sup>2</sup>**, Dr.Sc.(Eng), prof.,  
**N. V. Kononenko<sup>1</sup>**, graduate student

<sup>1</sup>FSBIS “Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences”

<sup>2</sup>FSSFEI HE “Novosibirsk State Agricultural University”

Novosibirsk, Russian Federation

E-mail: ivannikovab@sfsc.ru

## THE USE OF EXHAUST GAS HEAT IN A TRACTOR UNIT

*Abstract.* The efficiency of machine and tractor fleet utilization in the agro-industrial complex largely depends on the conditions of its operation. It is known that the harsher the operating conditions (the main ones are climatic), the greater the number of failures, which, in turn, leads to a decrease in durability and lower efficiency of machine and tractor fleet utilization. The article presents the main results of the research on the development of the technological scheme for the use of waste heat of the internal combustion engine in the form of exhaust gas heat to maintain the optimal temperature in the main units of the machine and tractor unit.

*Keywords:* engine, heating, system, waste heat, exhaust gases.

### Введение

Эксплуатация МТП АПК в подавляющем большинстве случаев осуществляется в условиях негативного воздействия климатических факторов и погодных явлений. Наибольшее воздействие, приводящее к снижению эффективности применения МТП, оказывают низкие температуры окружающей среды (ОС). Это связано с проявлением ряда отрицательных факторов, воздействующих на рабочие процессы дизеля, узлы и агрегаты МТА. Пуск двигателя в условиях низких температур и последующий прогрев моторно-трансмиссионной установки (МТУ) сопровождается неполнотой сгорания топлива и большими потерями мощности в коробке передач (КП), раздаточной коробке (РК) и ведущих мостах (ВМ) в силу значительного повышения вязкости трансмиссионного масла [1, 2].

При этом из теплового баланса ДВС известно, что в полезную работу преобразуется до 45 % теплоты, выделяющейся от сгорания топлива в двигателе, а остальная теплота безвозвратно рассеивается в атмосферу. Основная часть рассеиваемой теплоты приходится на отработавшие газы (30–40%) [3].



Очевидно, что такое большое количество теплоты, безвозвратно рассеиваемое в атмосферу с одной стороны, и, одновременно, наличие значительных внутренних потерь на трение, с другой стороны, заставляют задуматься о возможности полезного использования бросовой теплоты ДВС для обеспечения оптимального теплового режима в узлах и агрегатах трансмиссии самоходной машины [4,5]. Кроме того, можно рассмотреть варианты использования бросовой теплоты ДВС для поддержания оптимальной температуры рабочей жидкости в гидросистеме навесного устройства (ГНУ), подачи теплоты (при необходимости) в прицепной агрегат (ПА) и кабину водителя в условиях зимней эксплуатации [6,7].

Цель исследования – разработать технологическую схему использования теплоты ОГ ДВС для обеспечения оптимальных температурных режимов в основных узлах МТА.

### Основная часть

*Материалы и методы исследования.* Исследование осуществлялось на экспериментальной установке, которая была смонтирована таким образом, что часть приборов и оборудования находились внутри лаборатории (теплое помещение), а часть – на открытой уличной площадке снаружи (рис. 1).

В помещении был установлен обкаточно-тормозной стенд КИ-2118А, соединенный с дизельным двигателем СМД-62 посредством двухшарнирного карданного вала через технологическое отверстие в стене лаборатории. На двигателе были установлены рекуператор теплоты ОГ, жидкостно-жидкостный теплообменник, циркуляционный насос, емкость с моторным маслом М-8Г<sub>2</sub>, насосный узел и трубная обвязка. Это оборудование позволяло имитировать любую систему смазки МТУ трактора. Циркуляционный насос осуществлял прокачку нагретого в рекуператоре теплоты ОГ теплоносителя через жидкостно-жидкостный теплообменник. В качестве теплоносителя использовалась низкотемпературная охлаждающая жидкость (ОЖ) марки ОЖ-40.

В общем виде на экспериментальной установке было смонтировано два тепловых контура: утилизационный контур (УК) и теплотребляющий контур (ТК). УК предназначен для аккумулирования рекуперированной теплоты ОГ и последующей ее подачи в ТК. ТК предназначен для непосредственной подачи теплоты в необходимый узел или агрегат.

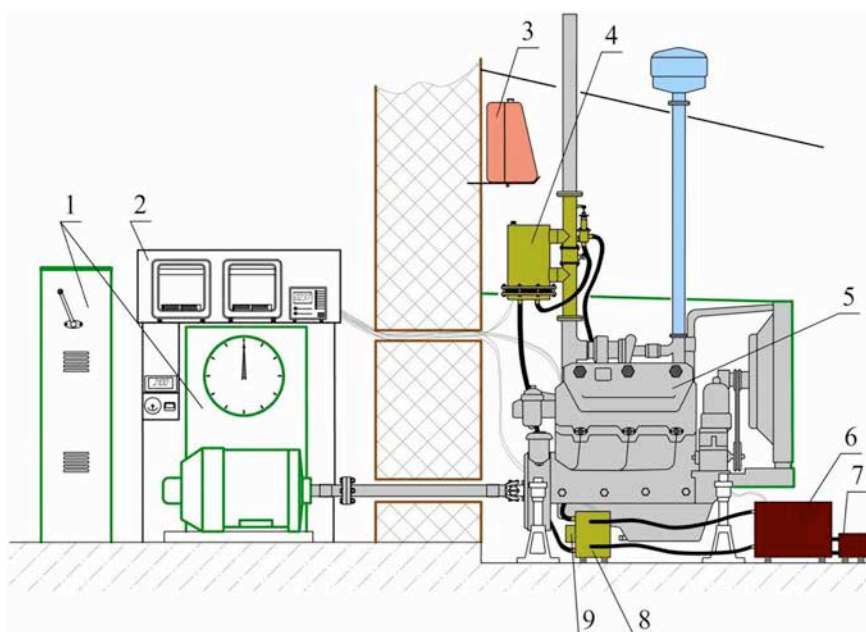


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – обкаточно-тормозной стенд КИ-2118А; 2 – контрольно-измерительные приборы; 3 – топливный бак; 4 – рекуператор теплоты ОГ; 5 – двигатель; 6 – емкость с моторным маслом; 7 – насосный узел; 8 – жидкостно-жидкостный теплообменник; 9 – циркуляционный насос

По данным ряда исследований известно, что двигатель трактора при выполнении сельскохозяйственных операций имеет три массива загрузок: малые, средние и близкие к полным. Основная доля сменного времени приходится на средние и близкие к полным [8, 9]. Для тракторов третьего тягового класса, к которому относится Т-150К с двигателем СМД-62, – это диапазон от 60 до 81 % от номинальной мощности или от 72,8 до 98,2 кВт, что и было учтено при проведении эксперимента. Испытания осуществлялись при температуре ОС от плюс 25 °С до минус 25 °С. В настоящей статье представлены некоторые результаты, полученные при температуре ОС минус 25 °С.

Методы исследования, используемые в работе, базируются на применении анализа и синтеза, индукции и дедукции, сравнения и измерения, эксперимента.

*Результаты исследования.* Экспериментальные исследования показали, что тепловой поток ОГ в начале прогрева двигателя после холодного пуска при температуре ОС минус 25 °С достигает значения 161,2 МДж/ч, что соответствует мощности 44,8 кВт. При этом стабилизация температуры ОГ происходит на уровне 160 °С (рис. 2).

Измерение температуры ОГ осуществлялось перед рекуператором и непосредственно перед выбросом в атмосферу. Расчет количества теплоты, которую возможно утилизировать из потока ОГ, внушает оптимизм в вопросе полезного использования бросовой теплоты ДВС.

С увеличением степени загрузки двигателя пропорционально растет количество сгораемого топлива и воздуха, поступающего в двигатель, что, соответственно, вызывает значительное повышение температуры и массового расхода ОГ. Например, при загрузке двигателя 81 % от номинальной мощности тепловой поток ОГ достигает значения 321,1 МДж/ч на установившемся режиме, что соответствует мощности 89,2 кВт, а температура ОГ стабилизируется на уровне плюс 329 °С (рис. 2).

Обработка экспериментальных данных позволила рассчитать динамику процесса утилизации теплоты потока ОГ на разных режимах работы двигателя экспериментальной установки (рис. 3). К примеру, при загрузке двигателя 60 % тепловой поток, утилизируемый рекуператором, достигал значения 54,7 МДж/ч с последующим снижением до 7,1 МДж/ч по мере прогрева рекуператора и нагрева теплоносителя УК до рабочих параметров. При повышении степени загрузки двигателя происходит соответствующее увеличение потока утилизируемой теплоты.

Анализ кривых, отображающих динамику процесса утилизации теплоты ОГ (рис. 3), свидетельствует об идентичности процессов при работе двигателя под нагрузкой (кривые 2 и 3), тогда как при работе на холостом ходу динамика процесса утилизации выглядит иначе (кривая 1). Это объясняется тем, что на режиме послепускового прогрева практически всё тепло, выделяющееся от сгорания топлива, идёт на разогрев двигателя в следствии чего температура ОГ недостаточно высока, а массовый расход ОГ находится на минимальном уровне. При этом часть утилизиру-

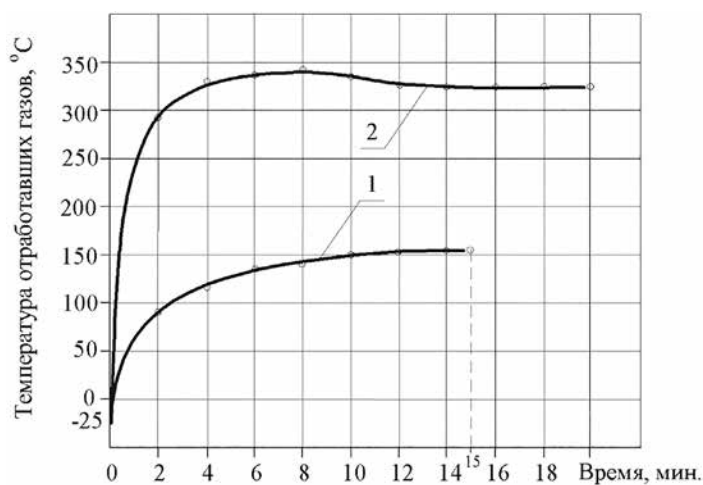


Рис. 2. Динамика изменения температуры ОГ при температуре ОС минус 25 °С на режимах: 1 – холостой ход; 2 – загрузка двигателя 81 % (98,2 кВт)

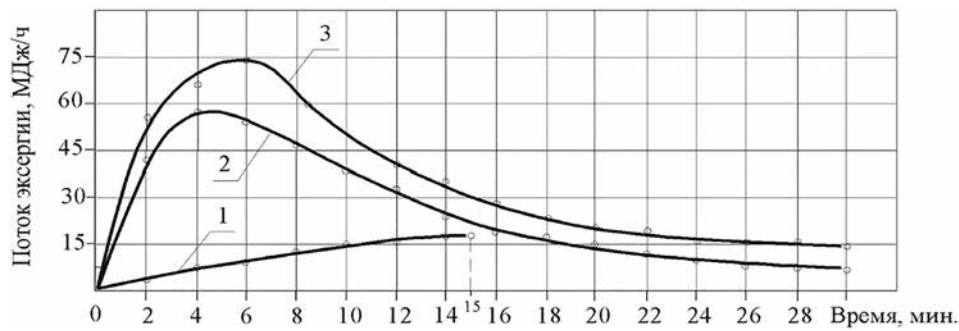


Рис. 3. Динамика теплового потока, передаваемого в УК при температуре ОС минус 25 °С на режимах: 1 – холостой ход; 2 – загрузка двигателя 60 % (72,8 кВт); 3 – загрузка двигателя 81 % (98,2 кВт)

емой теплоты используется для разогрева самого рекуператора. По мере выхода рекуператора на рабочий режим в УК передается то количество теплоты, которое необходимо для поддержания оптимальной температуры в теплопотребителях.

Обработка результатов эксперимента позволила учесть все слабые места в конструкции ранних систем утилизации теплоты ОГ, а также разработать оптимальный алгоритм управления работой данной системы. В результате была разработана новая система, представленная на рис. 4 [10].

В основу алгоритма работы системы заложен принцип приоритета подачи теплоты тому или иному теплопотребителю. В системе предусмотрен автоматический режим работы (базовый, по умолчанию) и ручной, когда оператор принудительно включает нужный контур теплопотребления.

Работа в автоматическом режиме предусматривает поддержание заданного температурного режима в ДВС, КП, ВМ машины. Принцип работы рассмотрим на примере ДВС. После пуска холодного ДВС (температура ОЖ менее 40 °С) включаются электромагнитные клапаны 3 и 4 теплопотребляющего контура ДВС II, в следствие чего теплоноситель УК (греющий теплоноситель) начинает циркулировать через жидкостно-жидкостный теплообменник 5. В данном случае максимальное количество бросовой теплоты, утилизируемой рекуператором из ОГ, используется для разогрева двигателя. При достижении температуры ОЖ ДВС равной или более 70 °С клапаны 3 и 4 отключаются, и подача теплоносителя УК в теплообменник 5 прекращается. Дальнейший

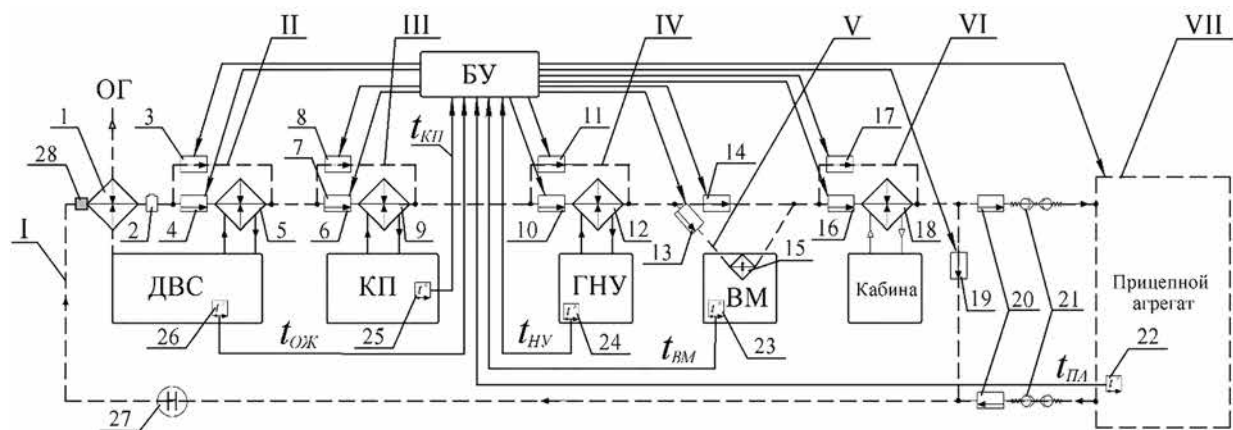


Рис. 4. Система поддержания заданного температурного режима в основных узлах и прицепном агрегате самоходной машины: I – утилизационный контур; II, III, IV, V, VI, VII – теплопотребляющие контуры; 1 – рекуператор теплоты ОГ с газовой заслонкой; 2 – расширительный бак УК; 3, 8, 11, 14, 17 – нормально открытые перепускные электромагнитные клапаны ТК; 4, 6, 10, 13, 16 – нормально закрытые перепускные электромагнитные клапаны ТК; 5, 9, 12, 15, 18 – теплообменники ТК; 19 – перепускной электромагнитный клапан; 20 – запорные электромагнитные клапаны ТК ПА; 21 – быстроразъемные гидравлические соединения ТК ПА; 22 – датчик температуры в ПА; 23 – датчик температуры масла в ВМ; 24 – датчик температуры масла в ГНУ; 25 – датчик температуры масла в КП; 26 – датчик температуры ОЖ в двигателе; 27 – циркуляционный насос УК; 28 – исполнительный механизм привода газовой заслонки

разогрев ДВС до рабочей температуры осуществляется в штатном режиме. Дальнейшая работа системы заключается в последовательном разогреве масла в КП и ВМ. При достижении заданных температур в ДВС, КП и ВМ система переходит в режим поддержания температуры в автоматическом режиме без вмешательства оператора или водителя.

Принцип работы системы в ручном режиме отличается только способом подключения (активации) ТК. Сам процесс подвода теплоты к узлу или агрегату аналогичен описанному выше. К теплопотребителям, которые включаются в работу только принудительно, отнесены ГНУ, контур дополнительного обогрева кабины и ПА в составе МТА.

При монтаже системы на машину или МТА осуществляется программирование блока управления и задаются оптимальные температурные диапазоны для каждого узла на основании рекомендаций завода-изготовителя, а при их отсутствии – с учетом опубликованных рекомендаций в этой области.

*Дискуссия.* Проведенное исследование подтверждает большой потенциал использования бросовой теплоты ДВС для обеспечения нормальной работы МТП в условиях пониженных температур ОС. На основе опыта, полученного при проведении экспериментальной части, с учетом исследований в этой области была разработана технологическая схема применения бросовой теплоты ДВС, рассеиваемой в ОС с ОГ, представленная в виде системы поддержания заданного температурного режима в основных узлах и прицепном агрегате самоходной машины. По мнению авторов, результаты исследования имеют высокую теоретическую и практическую значимость, так как с одной стороны, представляют теоретическое обоснование для разработки систем утилизации теплоты ДВС, а с другой – позволяют обеспечить экономию средств, затрачиваемых на приобретение ГСМ, проведение технического обслуживания и ремонта в ходе рядовой эксплуатации МТП, за счет уменьшения потерь мощности в МТУ, повышения надежности и долговечности основных узлов машин и тракторов путем обеспечения в них оптимального температурного режима не зависимо от температуры ОС. Научная новизна исследования подтверждена правом интеллектуальной собственности на представленную технологическую схему [10].

## Заключение

Результаты экспериментальных исследований подтверждают наличие в ОГ двигателя довольно существенной по величине тепловой энергии, которую можно использовать вторично, что позволит максимально повысить коэффициент полезного использования теплоты, выделившейся от сгорания топлива в ДВС.

Применение представленной технологической схемы использования теплоты ОГ ДВС даст возможность сократить время готовности двигателя к принятию нагрузки, повысить экономичность, тяговую мощность, надежность и, как следствие, эффективность функционирования МТА в условиях пониженных температур ОС.

## Список использованных источников

1. Разяпов, М. М. Повышение надежности агрегатов трансмиссии автотракторной техники при эксплуатации в условиях низких температур / М. М. Разяпов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 2 (26). – С. 77–86. – EDN JLVMR.
2. Долгушин, А. А. Статистический анализ отказов тракторов «Кировец» в условиях Новосибирской области / А. А. Долгушин, Р. В. Чернухин, Т. И. Кидло // Технический сервис машин. – 2021. – № 4 (145). – С. 103–109. – DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-4-103-109.
3. Кукис, В. С. Оценка энергии отработавших газов ДВС как возможного источника её утилизации / В. С. Кукис, О. В. Щербакова // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1, № 5. – С. 67–70. – EDN YTASVR.
4. Повышение эффективности работы моторно-трансмиссионных установок мобильных машин за счет использования бросовой теплоты выхлопных газов / Н. М. Иванов, А. Б. Иванников, Г. М. Крохта // Наука в центральной России. – 2022. – № 1 (55). – С. 92–101. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-1-92-101.
5. К вопросу вторичного использования эксергии выпускных газов в автотракторных силовых установках / Г. М. Крохта, Е. Н. Хомченко, Н. А. Усатых, А. Б. Иванников // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – № 89 (3). – С. 197–205. – DOI 10.17816/0321-4443-106855.

6. Исследование сепарирующей системы с использованием теплоты отработавших газов двигателя свеклоуборочного комбайна / А. С. Дорохов, А. Г. Аксенов, А. В. Сибирев [и др.] // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 19–26. – DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-1-19-26.
7. Разработка системы утилизации тепла для вакуумной машины / В. В. Конев, Д. М. Бородин, В. В. Проботюк, А. В. Гордиевских // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2–1. – С. 65–69. – EDN VLDDVZ.
8. Дьяков, И. Я. Об использовании сельскохозяйственных тракторов на работах различного вида / И. Я. Дьяков, Л. С. Приходько [и др.] // *Тракторы и сельхозмашины*. – 1979. – № 7. – С. 7–9.
9. Сазонов, С. Н. Особенности использования техники и формирования парка машин в фермерских хозяйствах / С. Н. Сазонов, Д. Д. Сазонова // *Наука в центральной России*. – 2016. – № 3 (21). – С. 32–40. – EDN TUXNZP.
10. Система поддержания заданного температурного режима в основных узлах и прицепном агрегате самоходной машины: пат. № 2788019, Российская Федерация, С1, МПК В62D 63/02, В62D 107/00, В60Н 1/00 / А. Б. Иванников, Н. М. Иванов, Г. М. Крохта, А. И. Дусантаев; заявитель и патентообладатель ФГБУН СФНЦА РАН. – № 2022123384: заявл. 31.08.2022. – Оpubл. 16.01.23, Бюл. № 2. – 7 с.

**Н. Ф. Капустин**, канд. техн. наук

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: npcter@yandex.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДСТИЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ СЕПАРИРОВАННЫХ ОТХОДОВ КРС**

*Аннотация.* В статье рассматриваются результаты исследований температуры, теплопроводности, влажности и влагопоглощающей способности твердого сепарированного навоза КРС, предназначенного для использования в качестве подстилочного материала для животных.

*Ключевые слова:* твердый сепарированный навоз КРС, температура, теплопроводность, влажность, влагопоглощающая способность, подстилочный материал.

**N. F. Kapustin**, PhD in Engineering sciences

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: npcter@yandex.ru*

## **INVESTIGATION OF THERMAL AND MOISTURE CHARACTERISTICS OF BEDDING MATERIAL BASED ON SOLID SEPARATED CATTLE WASTE**

*Abstract.* The article discusses the results of studies of temperature, thermal conductivity, humidity and moisture absorption ability of solid separated cattle manure intended for use as a bedding material for animals.

*Keywords:* solid separated cattle manure, temperature, thermal conductivity, humidity, moisture absorption capacity, bedding material.

### **Введение**

Одним из направлений получения вторичных продуктов из твердой фракции животноводческих отходов может стать изготовление подстилки для животных с помощью биоферментационных установок. Твердые сепарированные отходы, например, крупного рогатого скота (КРС), содержат большое количество непереваренных растительных волокон, которые после соответствующей обработки могут быть использованы в качестве материала для подстилки [1].

Технология производства и применения подстилки из твердых сепарированных отходов крупного рогатого скота впервые была апробирована в 1970-х годах в хозяйствах западных районов США [2]. В последние 20 лет данная технология постепенно получает все большее распространение в Европе [3].

Подстилка предназначена для создания животным сухого и мягкого ложа, поглощения влаги. Предпочтение отдают таким подстилочным материалам, которые обладают высокими влагопоглощательными свойствами, большой гигроскопичностью, теплоемкостью и малой теплопроводностью.

Однако в литературных источниках нет данных по исследованиям тепловлажностных характеристик твердых сепарированных отходов КРС. Отсутствие таких исследований не позволяет оптимизировать режимные параметры технологии приготовления подсушенного подстилочного материала на основе твердых сепарированных животноводческих отходов и разработать технические требования к комплекту оборудования для ее осуществления.

## Основная часть

Температура твердого сепарированного навоза КРС, подаваемого на досушивание путем самосогревания, соответствует, как правило, температуре окружающей среды либо превышает ее (на 3–7 °С) за счет дополнительного подогрева в процессе его сепарирования.

Влажность сырья может лежать в пределах 60–80 %, в зависимости от эффективности его сепарирования.

Влагопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду. В исследованиях оно характеризуется количеством воды, поглощаемой сухим материалом, полностью погруженным в воду, и выражается в процентах от массы.

Теплопроводность – способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путем хаотического движения частиц. Такой теплообмен может происходить в любых телах с неоднородным распределением температур, но механизм переноса теплоты будет зависеть от агрегатного состояния вещества.

Различают стационарный и нестационарный процессы теплопроводности в твердом теле. Стационарный процесс характеризуется неизменными во времени параметрами процесса, такой процесс устанавливается при длительном поддержании температур теплообменивающихся сред на одном и том же уровне. Нестационарный процесс представляет собой неустановившийся тепловой процесс в телах и средах, характеризуемый изменением температуры в пространстве и во времени. Количественно способность вещества проводить тепло характеризуется коэффициентом теплопроводности. Эта характеристика равна количеству теплоты, проходящему через однородный образец материала единичной длины и единичной площади за единицу времени при единичной разнице температур (1 К). В Международной системе единиц (СИ) единицей измерения коэффициента теплопроводности является Вт/(м·К).

В процессе исследований в качестве твердых сепарированных животноводческих отходов использовали навоз крупного рогатого скота. Исследования проводили в соответствии с предварительно разработанной программой-методикой.

На рис. 1 представлен образец твердого сепарированного навоза КРС, сформированный из трех проб, отобранных в различных точках массы гомогенизированного навоза КРС.

На рис. 2 представлен процесс измерения температуры твердого навоза КРС с помощью хромель-копелевой термопары и регистрирующего потенциометрического прибора КСП-2.

На рис. 3 представлен процесс и приборное обеспечение для измерения влажности исследуемого образца.

Начальная масса исследуемого образца до его помещения в сушильный шкаф составляла  $m_n = 12,03$  г. После досушивания в сушильном шкафу конечная масса образца составила  $m_k = 4,22$  г.

Таким образом, влажность исследуемого твердого сепарированного навоза КРС составила:

$$W_{\text{вл}} = \frac{m_n - m_k}{m_n} \cdot 100\% = \frac{12,03 - 4,22}{12,03} \cdot 100\% = 64,9\%.$$



Рис. 1. Образец твердого сепарированного навоза КРС

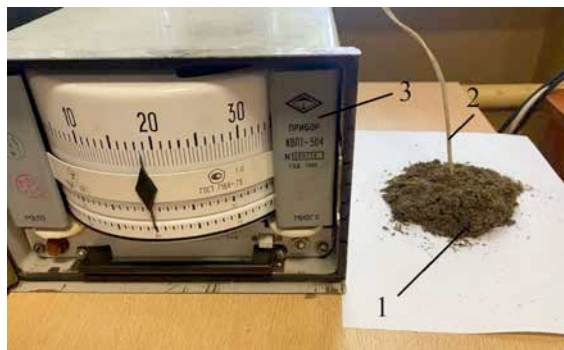


Рис. 2. Измерение температуры твердого сепарированного навоза КРС до его досушивания: 1 – исследуемый образец; 2 – термопара; 3 – потенциометр КСП-2



Рис. 3. Процесс определения влажности твердого сепарированного навоза КРС:  
*а* – взвешивание тигля с образцом до высушивания с помощью лабораторных весов «Acculab ATL»;  
*б* – высушивание образца в сушильном шкафу Memmert basic

На рис. 4, 5 представлен процесс определения влагопоглощающей способности твердого сепарированного навоза КРС.

Масса образца в сухом состоянии составила  $m_1 = 105,25$  г, а его масса в насыщенном водой состоянии  $m_2 = 259,02$  г.



Рис. 4. Сито для материала, исследуемого на влагопоглощение: *а* – без материала; *б* – с материалом

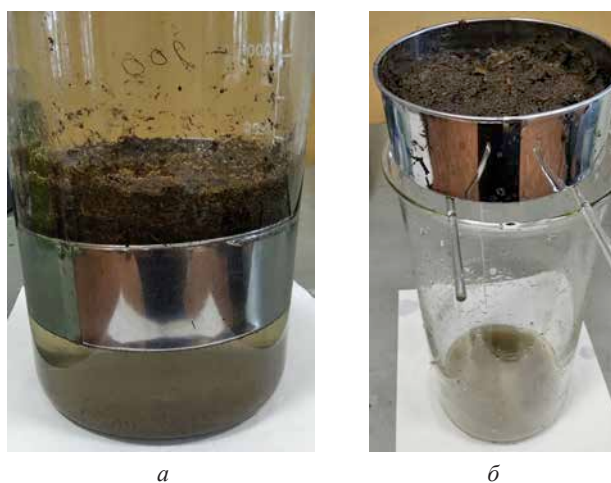


Рис. 5. Процесс определения влагопоглощающей способности твердого сепарированного навоза КРС:  
*а* – процесс насыщения влагой (образец погружен в воду); *б* – процесс высвобождения влаги за счет ее естественного гравитационного стекания с материала



Таким образом, влагопоглощающая способность твердых сепарированных отходов КРС до их сушки за счет самосогревания составила:

$$V_{\text{вдпгл}} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\% = \frac{259,02 - 105,25}{105,25} \cdot 100\% = 146\%.$$

Теплопроводность исследуемого образца определяли согласно СТБ 1618–2006 с помощью прибора ПИТ-2,1 (рис. 6).

Исследуемый материал помещали в рамку размером 220×220×30 мм, объемом 1452 см<sup>3</sup> (рис. 7).

Теплопроводность исследуемого материала определяли для двух его плотностей: насыпной (естественной плотности), при массе материала 0,378 кг она была равна  $\rho = 260 \text{ кг/м}^3$  и увеличенной в 1,5 раза плотности, которая составляла  $\rho = 390 \text{ кг/м}^3$  при массе 0,574 кг в том же объеме.

Теплопроводность твердых сепарированных отходов КРС для первого случая составила 0,146 Вт/м·К, а для второго случая – 0,173 Вт/м·К.



Рис. 6. Определение теплопроводности твердого сепарированного навоза КРС с помощью прибора ПИТ-2,1

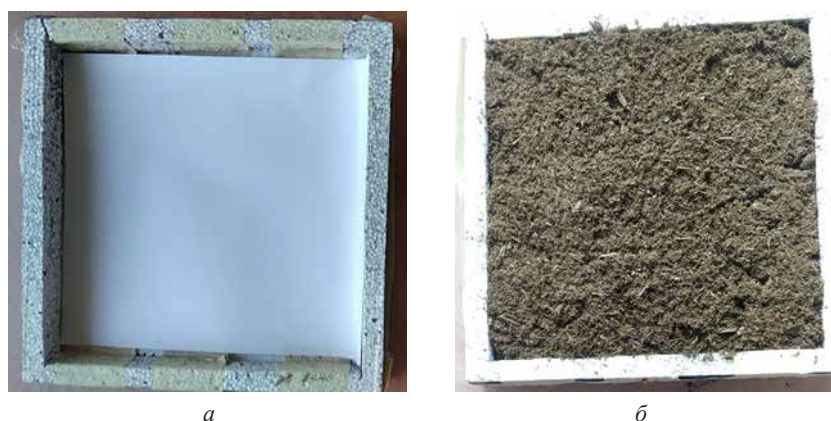


Рис. 7. Рамка для размещения материала при измерении его теплопроводности: а – незаполненная материалом; б – заполненная материалом

### Заключение

Твердые сепарированные отходы, например, крупного рогатого скота, содержат большое количество непереваренных растительных волокон, которые после соответствующей обработки могут быть использованы в качестве материала для подстилки.

К основным тепловлажностным характеристикам органического сырья, используемого в качестве подстилочного материала, относятся его температура, влажность, влагопоглощающая способность и теплопроводность.

Температуру исследуемого материала определяли потенциометрическим методом с использованием хромель-копелевой термопары. В процессе исследований она соответствовала температуре окружающей среды и составляла 18,5 °С.

Влажность материала определяли в соответствии с ГОСТ 26713–85. Ее величина для твердого сепарированного навоза КРС составляла 64,9 %.

Теплопроводность исследуемого материала определяли для двух его плотностей: 260 кг/м<sup>3</sup> (естественная насыпная плотность) и 390 кг/м<sup>3</sup> (искусственное уплотнение с увеличением массы материала до 0,574 кг в том же объеме). В первом случае теплопроводность составила 0,146 Вт/м·К, а во втором – 0,173 Вт/м·К, т. е. произошло ее увеличение в 1,18 раза.

Таким образом, можно сделать вывод, что увеличение теплопроводности исследуемого материала не носит прямо пропорционального характера и значительно меньше увеличения его плотности. То есть уплотнение животными твердого подсушенного навоза КРС при его использовании в качестве подстилки не ведет к существенному увеличению ее теплопроводности.

#### **Список использованных источников**

1. Menear, J. R. Dairy-cattce manure liquid – solid separation with a screw press / J. R. Menear, L. W. Swith // *Journal of animal Science*. – 1973. – Vol. 36. – P. 788–791.
2. Keys, J. E. Response of dairy cattle giren a frae choice of free stall location and 3 bedding materials / J. E. Keys, L. W. Smith, B. T. Weinland // *Journal of Dairy Science*. – 1976. – Vol. 59. – P. 1157–1162.
3. Feiken, M. Recycled manure solids as biobedding in cubicles for dairy cattle. Considerations and tips for practice [Electronic resource] / M. Feiken, W. van Laarhoven. – Mode of access: [http:// www.keydollar.eu/wp-content/uploads/2014/09/Biobedding-Englishversion.pdf](http://www.keydollar.eu/wp-content/uploads/2014/09/Biobedding-Englishversion.pdf). – Date of access: 31.07.2016.

**Н. Д. Лепёшкин, В. В. Микульский, В. В. Мижурин, А. В. Пётух**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: mehposev@mail.ru*

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ, РАЗРАБОТКА  
И ИСПЫТАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА  
НАВЕСНОГО ОБОРОТНОГО 4-КОРПУСНОГО ПЛУГА  
С ИЗМЕНЯЕМЫМ ЦЕНТРОМ МАСС К ТРАКТОРАМ «БЕЛАРУС-1221»**

*Аннотация.* В статье предложена конструктивная схема перспективного навесного оборотного плуга с изменяемым центром масс и представлены результаты испытаний 4-корпусного плуга, выполненного по этой схеме. Установлено, что новый плуг безопасно агрегируется с трактором «Беларус-1221» и обеспечивает требуемые ТНПА показатели качества выполнения технологического процесса.

*Ключевые слова:* конструктивная схема, оборотный навесной плуг, центр масс, показатели качества.

**N. D. Lepeshkin, V. V. Mikulsky, V. V. Mizhurin, A. V. Piotukh**

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: mehposev@mail.ru*

**JUSTIFICATION OF THE DESIGN SCHEME, DEVELOPMENT AND TESTING  
OF THE EXPERIMENTAL PROTOTYPE OF THE MOUNTED REVERSIBLE 4-BODY PLOUGH  
WITH VARIABLE CENTRE OF MASS FOR TRACTORS «BELARUS 1221»**

*Abstract.* The article proposes a design scheme of a promising mounted reversible plough with a variable centre of mass, and presents the results of tests of a 4-body plough made according to this scheme. It is established that the new plough is safely coupled with the tractor “Belarus-1221” and provides the required TNPA indicators of the quality of the technological process.

*Keywords:* design scheme, reversible mounted plough, center of mass, quality indicators.

### **Введение**

Многочисленные агрономические исследования, проведенные в Беларуси, России, Прибалтийских республиках и странах Западной Европы, говорят о том, что вспашка дерново-подзолистых почв была и в ближайшее время останется одним из основных приемов обработки почвы.

Для повышения культуры земледелия большое значение имеет гладкая вспашка без развалных борозд и свальных гребней. Они выполняются челночным способом и в основном оборотными плугами. По сравнению с загонной вспашкой гладкая вспашка улучшает выравниваемость полей и условия качественного выполнения последующих операций (предпосевная обработка, посев и уборка), способствует повышению производительности пахотных агрегатов на 8–10 % и урожайности возделываемых культур на 7 % [1 – 3]. Учитывая это обстоятельство в Республике Беларусь, в том числе и с участием РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» были разработаны и освоены в производстве на ряде заводов оборотные плуги ко всем классам тракторов. Поскольку оборотные плуги из-за наличия у них поочередно работающих лево – и правооборачивающихся корпусов имеют большую по сравнению с загонными плугами материалоемкость, то с учетом особенностей отечественных тракторов все они, за исключением 3-корпусных плугов, были созданы в полунавесном варианте [4, 5]. Однако практика использования полунавесных плугов показала, что для их работы требуется разворотные полосы большой ширины, а качественная обработка этих полос затруднена. Кроме этого, затруднена, а иногда и невозможна вспашка мелкоконтурных полей и полей со сложной конфигурацией.

Одним из путей решения этой проблемы является расширение номенклатуры навесных плугов и в первую очередь – создание 4-корпусного оборотного плуга к широко применяемому в республике трактору «Беларус-1221». Новый плуг по сравнению с 3-корпусным плугом мог бы более производительно обрабатывать мелкоконтурные поля и поворотные полосы, оставленные при работе многокорпусных плугов.

Цель исследования – обосновать конструктивную схему, разработать и испытать навесной оборотный плуг к отечественным тракторам (на примере 4-корпусного навесного оборотного плуга к трактору «Беларус-1221»).

### Основная часть

Основным недостатком существующих конструкций навесных оборотных плугов, ввиду их большой массы по сравнению с загонными, является то, что при их агрегатировании с тракторами «Беларус» в транспортном положении возникает опрокидывающий момент и нагрузка на управляемые колеса трактора составляет менее 20 % от его эксплуатационной массы. Поэтому для обеспечения требования по управляемости трактора производится его балластировка, путем установки в передней части трактора балластных грузов или используются трактора, имеющие большую нагрузку на управляемые колеса, т. е. трактора большего тягового класса. Однако обеспечить требуемую нагрузку на управляемые колеса с помощью балластных грузов не всегда представляется возможным, ввиду ограниченности их допустимой массы, а использование трактора с большей нагрузкой на управляемые колеса не полностью реализует его тяговое усилие.

Анализ конструкций навесных оборотных плугов, производимых ведущими зарубежными фирмами показывает, что для снижения (исключения) опрокидывающего момента при переездах некоторые фирмы, например, фирма Ovlac (Испания) (рис. 1) на своих 4-корпусных оборотных плугах LVB-4 для опоры задней части плуга использует колесо, которое позволяет при переездах транспортировать плуг «на весу», и при этом опираться «на колесо».

Здесь в качестве такого колеса используется опорное бороздое колесо, которое при работе плуга служит для регулирования глубины заднего хода корпуса, а в транспорте – опорой задней части плуга. Однако такая схема хоть и исключает опрокидывающий момент, но снижает маневренность плуга.

Одним из перспективных направлений при создании навесных оборотных плугов, уменьшающих опрокидывающий момент при его обороте и транспортировании, является приближение центра масс плуга к оси его подвеса за счет применения складной рамы. Такое техническое решение позволяет создавать плуги, которые при практически одинаковой массе, как у навесных плугов с цельной рамой, за счет укорачивания рамы при ее складывании и перемещении центра тяжести плуга к оси его подвески, обеспечивают уменьшение опрокидывающего момента, возникающего в транспортном положении, а следовательно безопасное агрегатирование плуга с трактором.

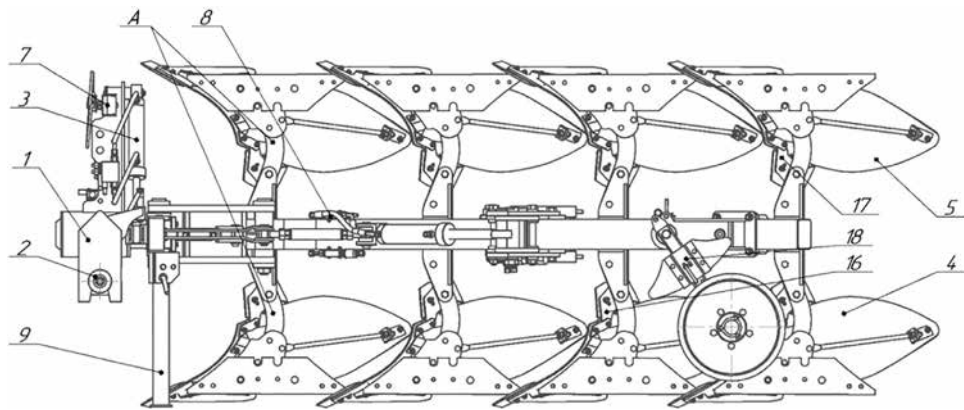
С использованием данной схемы, например фирмой Maschio Gaspardo предлагается 4-корпусный навесной плуг Pietro.

С учетом сказанного РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ОАО «МЗШ» был разработан и испытан экспериментальный образец навесного 4-корпусного оборотного плуга ПОНС-4-40, конструктивная схема которого предусматривала складную раму (рис. 2).

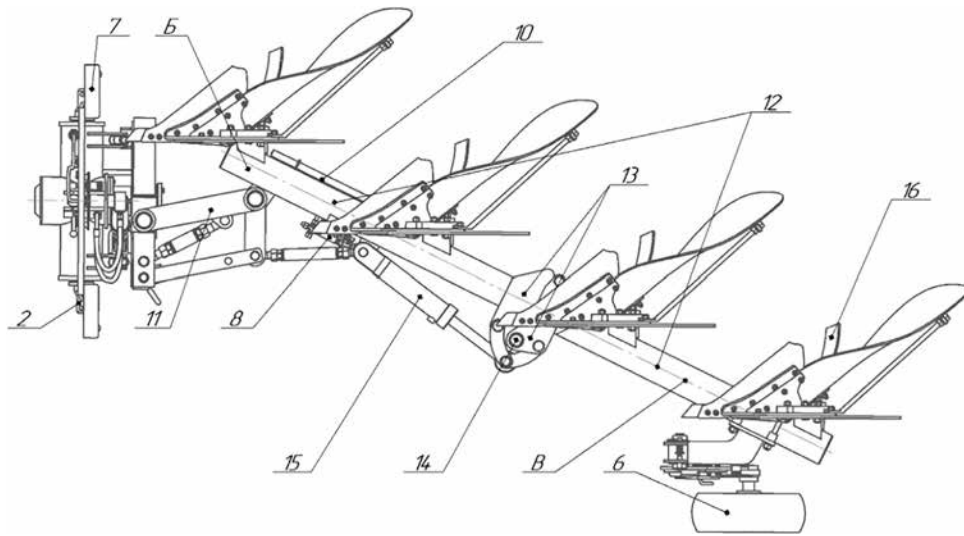
Плуг состоит из навесного устройства 1 (рис. 2), с помощью которого он навешивается на ось автосцепки 2 и затем агрегируется с трактором.



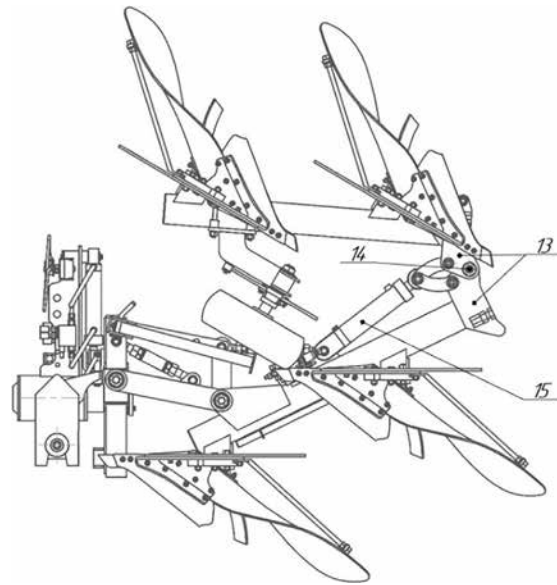
Рис. 1. Плуг LVB-4 фирмы Ovlac



a



б



в

Рис. 2. Плуг навесной оборотный: а – вид сбоку; б – вид сверху; в – плуг в транспортном положении; 1 – навесное устройство; 2 – автоцепка; 3 – механизм оборота; 4 – правооборачивающиеся корпуса; 5 – левооборачивающиеся корпуса; 6 – колесо опорное; 7 – электрооборудование; 8 – гидросистема; 9 – опора; 10 – чистик; 11 – параллелограммный механизм корректировки ширины захвата; 12 – рама; 13 – кронштейн; 14 – ось; 15 – гидроцилиндр складывания-раскладывания; 16, 17 – углосним; 18 – механизм регулировки

Механизм оборота 3 рамы 12 служит для перевода правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17 в рабочее положение, в зависимости от направления движения трактора с плугом по полю.

Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 предназначено для установки и поддержания глубины вспашки плуга. Электрооборудование 7 предназначено для обозначения габаритов, указания поворотов и стоп-сигнала при транспортировании плуга по дорогам. Гидросистема 8 служит для перевода плуга из транспортного положения в рабочее и наоборот. Опора 9 предназначена для обеспечения устойчивого положения плуга при хранении. Чистик 10 предназначен для очистки правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17 в случае налипания на них почвы. Параллелограммный механизм корректировки ширины захвата 11 первого корпуса А предназначен для изменения его положения в поперечной плоскости, в зависимости от колеи колес трактора, для обеспечения слитности пахоты при переменной работе правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17. При этом рама 12 плуга состоит из передней В и задней В части, которые шарнирно соединены между собой с помощью кронштейнов 13 и оси 14. Гидроцилиндр складывания-раскладывания 15 также соединяет переднюю В и заднюю В части рамы 12 и служит для перевода задней В части из транспортного положения в рабочее. Таким образом, при переводе задней В части рамы 12 плуга в рабочее положение образуется единая несущая конструкция рамы 12 плуга.

Плуг работает следующим образом. При помощи навесного устройства 1 и оси автосцепки 2 плуг агрегируют с трактором. Далее гидросистема 8 плуга подсоединяется к гидросистеме трактора. Электрооборудование 7 плуга соединяется с розеткой электрооборудования трактора. Затем на ровной площадке производят корректировку ширины захвата плуга с помощью параллелограммного механизма корректировки ширины 11 захвата первого корпуса А. После этого при помощи колеса опорного 6 с механизмом регулировки 18 устанавливают требуемую глубину вспашки.

Далее плуг транспортируется на поле. По прибытии на место работы плуг из транспортного положения переводят в рабочее. Для этого с помощью механизма оборота 3 рамы 12 производят оборот рамы 12 в правое или левое положение, соответственно будут задействованы в работе правооборачивающие корпуса 4 с углоснимами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углоснимами 17. Затем с помощью гидроцилиндра складывания-раскладывания 15 задней В части рамы 12 осуществляют ее перевод в рабочее положение.

При начале движения трактора с плугом, правооборачивающие корпуса 4 с углоснимами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углоснимами 17 плуга заглубляются, отделяют пласт почвы от массива и оборачивают его. Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 обеспечивает заданную глубину обработки. В конце гона плуг переводится в транспортное положение, осуществляется разворот и оборот рамы 12 плуга механизмом оборота 3 рамы 12 в другое положение.

Исследовательские испытания плуга проводились на полях испытательного полигона РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» пос. Ждановичи Минского района и РСДУП «Экспериментальная база «Зазерье» Пуховичского района Минской области во время осенних полевых работ 2023 года (рис. 3).

В результате испытания установлено, что при складывании длина плуга уменьшается с 4150 мм до 2550 мм, при этом погрузка на управляемые колеса трактора «Беларус-1221» при массе плуга 1280 кг составила 1060 кг или 20 % от его эксплуатационной массы, что соответствует требованиям ГОСТ 12.2.111–2020 «Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности».

Кроме этого, было установлено, что плуг удовлетворительно выполняет технологический процесс обработки почвы. Так, при средней глубине обработки почвы 24,7 см отклонение средней глубины обработки почвы от заданной составило 1,42 см, что соответствует требованиям технических нормативно-правовых актов (ТНПА) (16–27 см и  $\pm 2$  см соответственно). Глубина заделки растительных остатков составила 14,0 см, что соответствует ТНПА (12–15 см), степень заделки растительных и пожнивных остатков составила 99 % (по ТНПА – не менее 98 %). Крошение



а



б

Рис. 3. Плуг ПОНС-4-40: а – в транспортном положении; б – в работе

почвы (массовая доля фракций до 5 см) составило 73 % (по ТНПА – не менее 70 %). При этом производительность плуга за час основного времени составила 1,48 га.

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что конструктивная схема 4-корпусного плуга, предусматривающая изменение положения центра масс, при переводе его в транспортное положение позволяет безопасно агрегатировать данный плуг с трактором «Беларус-1221» и дает возможность более производительно обрабатывать мелкоконтурные поля и поворотные полосы, которые практически невозможно обрабатывать многокорпусными полунавесными плугами. При этом показатели качества технологического процесса, выполняемого новым плугом, находятся в пределах значений, требуемых ТНПА.

### Список использованных источников

1. Основные направления развития механизации обработки почвы и посева в Республике Беларусь до 2030 года / Н. Д. Лепешкин, А. А. Точицкий, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – Вып. 51. – С. 10–16.
2. Точицкий, А. А. Плуги оборотные или загонные. Что эффективнее? / А. А. Точицкий, Н. Д. Лепешкин // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 16–19.
3. Лепешкин, Н. Д. Почвообрабатывающие машины для основной обработки почвы и перспективы их развития (для условий Республики Беларусь) / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. – Минск: Беларуская навука, 2023. – Вып. 56. – С. 45–51.
4. Десять корпусов для гладкой вспашки / Н. Д. Лепешкин, П. П. Костюков, Г. И. Павловский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 9 (137). – С. 107–108.
5. Перспективный плуг ПО-(8+4)-40 для тракторов мощностью 450 л. с. / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц [и др.] // Вестник БГСХА. – 2021. – № 1. – С. 167–171.

**А. А. Жешко**, канд. техн. наук, доцент

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: azeshko@gmail.com*

## **КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ КАК ОБЪЕКТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МАШИН ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

*Аннотация.* Представлена краткая характеристика почвы как объекта взаимодействия с рабочими органами машин для внутрипочвенного внесения удобрений.

*Ключевые слова:* метод дискретных элементов, внутрипочвенное внесение удобрений, имитационное моделирование, коэффициент трения, влажность, гранулометрический состав.

**A. A. Zheshka, PhD in Engineering sciences, Assoc. Prof.**

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: azeshko@gmail.com*

## **A BRIEF DESCRIPTION OF THE SOIL AS AN OBJECT OF INTERACTION WITH THE WORKING BODIES OF MACHINES FOR INTRA-SOIL FERTILIZATION**

*Abstract.* A brief description of the soil as an object of interaction with the working bodies of machines for intra-soil fertilization is presented.

*Keywords:* discrete element method, subsurface fertilization, simulation modeling, coefficient of friction, humidity, granulometric composition.

### **Введение**

Рассмотрены особенности внутрипочвенного внесения удобрений, приведены некоторые физико-механические свойства почвы, влияющие на процесс взаимодействия с рабочими органами машин для внутрипочвенного внесения удобрений, выполнен анализ параметров существующих моделей, построенных методом дискретных элементов.

В настоящее время для обоснования основных конструктивных параметров рабочих органов сельскохозяйственных машин широко применяется метод дискретных элементов, который относится к группе численных методов, направленных на расчет и анализ движения большого количества частиц [1, с. 348–360; 2, с. 249–259; 3, с. 82–101; 4, с. 36–41; 5, с. 641–654]. Применительно к машинам для внесения твердых минеральных удобрений метод дискретных элементов подходит для обоснования параметров бункеров, подающих устройств, механизмов выравнивания, распределяющих рабочих органов, устройств ветрозащиты и других узлов, где приходится учитывать взаимодействие между отдельными частицами удобрений и конструктивными элементами машин [6, с. 151–163; 7, с. 235–250; 8, с. 1–16; 9, с. 32–39]. Кроме того, рабочие органы машин для внутрипочвенного внесения взаимодействуют с почвой, которая также состоит из множества дискретных частиц.

В настоящей работе предполагается рассмотреть особенности внутрипочвенного внесения удобрений, выделить физико-механические свойства почвы, которые влияют на процесс взаимодействия с рабочими органами машин для внутрипочвенного внесения удобрений, а также проанализировать параметры существующих моделей, построенных методом дискретных элементов [10, с. 1–19; 11].



## Основная часть

Внутрипочвенное внесение жидких и твердых минеральных удобрений является одним из наиболее эффективных приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Неравномерность распределения удобрений при этом не превышает 10 % [12, 13], а в почве образуются концентрированные зоны питательных элементов, что создает благоприятные условия для питания и развития культурных растений.

В отличие от разбросного способа внесения, после которого требуется осуществлять дальнейшую заделку, внутрипочвенное внесение позволяет размещать удобрения непосредственно в зоне питания растений, что сводит к минимуму неконтролируемое перемешивание удобрений с почвой и предотвращает переход фосфора в труднодоступное для растений состояние. За счет заделки удобрений на оптимальную глубину при внутрипочвенном внесении сокращаются потери газообразного азота, а процесс обменного поглощения почвой как азота, так и калия не замедляется.

Эффективность внутрипочвенного внесения минеральных удобрений зависит от механического состава почв, влагообеспеченности, плодородия, вида форм и доз вносимых удобрений, вариантов размещения их в почве и целого ряда дополнительных факторов.

Почва, как и твердые минеральные удобрения, представляет собой трехфазную дисперсную среду, которая объединяет в себе твердую, жидкую и газообразную составляющие. Кроме того, в почве присутствуют живые организмы и имеются растительные остатки, что оказывает влияние на вариабельность физико-механических свойств.

Твердая составляющая почвы содержит включения в виде мелкозема, размерные характеристики которого не превышают 1 мм, а также каменистые включения размером более 1 мм, которые называют «скелетом» почвы.

Отношение массы каменистых включений к массе мелкозема в процентном выражении является характеристикой каменистости почвы. Содержание камней в не каменистых почвах составляет менее 0,5 %. К сильнокаменистым почвам относят содержащие более 10 % камней [14].

Физико-механические свойства характеризуют строение и состояние почвы, в то время как в процессе силового взаимодействия с рабочими органами для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений проявляются технологические свойства почвы.

Технологическими свойствами можно характеризовать липкость, связанность, упругость, твердость, пластичность, абразивные и фрикционные свойства, а также гигроскопичность. Плотность, влажность, однородность и размерные показатели относятся к физико-механическим свойствам почв.

Жидкой составляющей почвы является вода, а также растворы различных веществ. Газообразная составляющая представлена воздухом, метаном или аммиаком и может находиться в свободном состоянии в пустотах [14].

Путем анализа мелкозема определяется гранулометрический состав почвы, при этом в зависимости от размера частицы делят на физический песок (размер частиц более  $10^{-2}$  мм) и глину (размер от  $10^{-2}$  до  $10^{-4}$  мм), а также коллоидные частицы, размер которых составляет менее  $10^{-4}$  мм. Почвы делятся на глинистые (содержанием более 50 % физической глины), суглинистые (50–20 %), супесчаные (20–10 %), песчаные (менее 10 % глины) [14].

При взаимодействии рабочих органов машин для внутрипочвенного внесения удобрений с почвой возникает препятствующая перемещению сила внешнего трения, вектор которой противоположен направлению перемещения рабочего органа относительно почвы, а модуль численно изменяется в пределах от 0 до максимального значения  $F_{\text{pch}}^{\text{max}}$ . Величина максимального значения силы трения  $F_{\text{pch}}^{\text{max}}$  обусловлена рядом факторов, в числе которых фракционный состав, влажность почвы и другие параметры.

На рис. 1 представлена зависимость коэффициента трения почвы о сталь от абсолютной влажности [14, с. 26–27]. Из рис. 1 видно, что с ростом содержания физической глины наблюдается увеличение коэффициента трения почвы о сталь, что можно объяснить присутствием трения качения в почвах с повышенным содержанием песчинок, в то время как в глинистых почвах присутствует преимущественно трение скольжения.

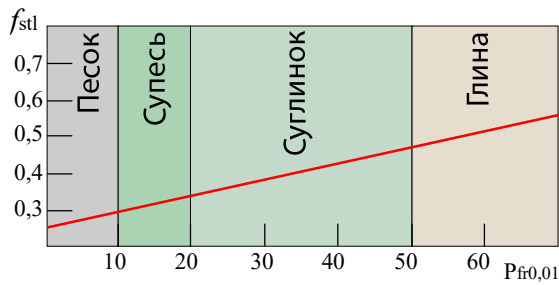


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения почвы о сталь от абсолютной влажности

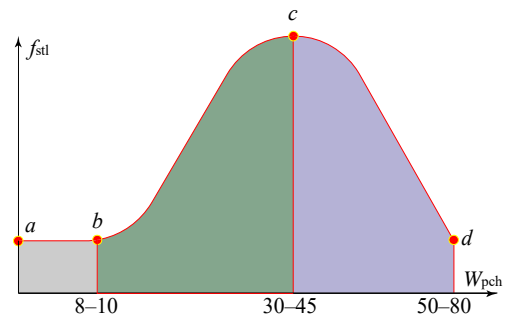


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения почвы о сталь от абсолютной влажности

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента трения почвы о сталь от абсолютной влажности [14, с. 26].

В диапазоне 0–10 % (отрезок *ab*) сопротивление силы трения практически не зависит от влажности почвы, что можно объяснить незначительным влиянием почвенной влаги на прилипание частиц к металлу. По причине возникновения сил молекулярного взаимодействия на отрезке *bc* коэффициент трения возрастает, что соответствует диапазону влажности почвы от 0–10 до 30–45 %. Дальнейшее увеличение влажности почвы способствует уменьшению коэффициента трения на отрезке *cd* по причине смазывания трущихся поверхностей избыточной влагой почвы. На рисунке 3 представлены зависимости коэффициентов трения почвы от давления и влажности [14, с. 27].

Из рис. 3 видно, что коэффициент внутреннего трения превышает значение коэффициента внешнего трения о сталь в близких диапазонах давления на почвенный слой и аналогичных значениях влажности.

В таблице приведены значения некоторых параметров моделирования методом дискретных элементов [15, с. 1–19]. Для изучения контактного взаимодействия использовалась модель Герца–Миндлина (Hertz-Mindlin).

Допущениями данной модели являются:

- взаимодействие между частицами приводит к возникновению касательной силы по причине сжатия;
- отсутствует скольжение между частицами по поверхности их контакта.

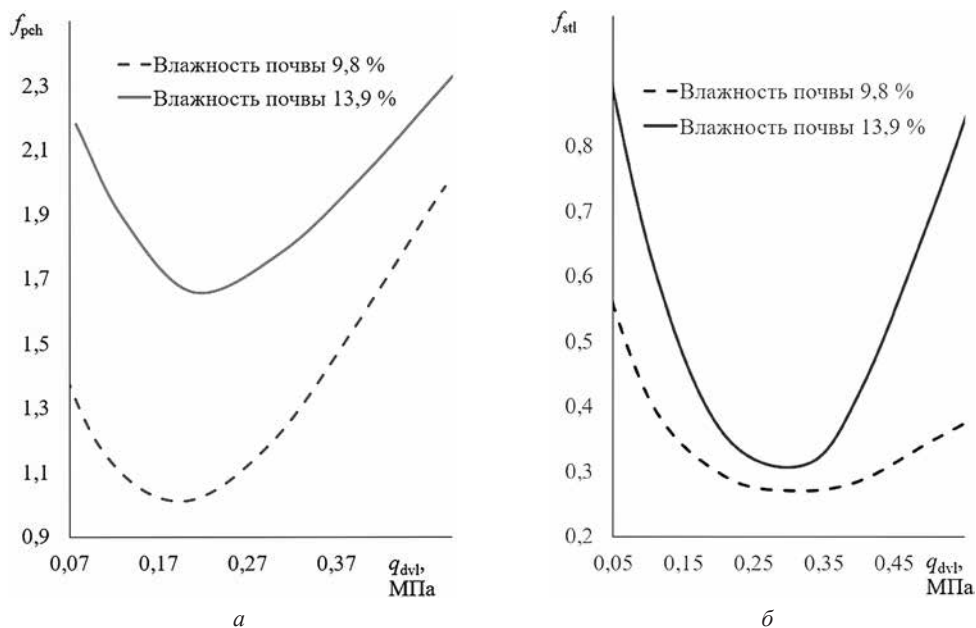


Рис. 3. Зависимости коэффициентов трения почвы от давления и влажности: *a* – трение о почву; *б* – трение о сталь

### Значения некоторых параметров моделирования методом дискретных элементов [15, с. 1–19]

Показатель	Материал	Значение показателя
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Удобрения	1575
	Почва	2500
	Сталь	7865
	ABS пластик	1200
Модуль сдвига, Па	Удобрения	$1,25 \times 10^8$
	Почва	$1,00 \times 10^8$
	Сталь	$7,90 \times 10^{10}$
	ABS пластик	$1,0 \times 10^9$
Коэффициент Пуассона	Удобрения	0,25
	Почва	0,30
	Сталь	0,37
	ABS пластик	0,40
Коэффициент восстановления	Удобрения–удобрения	0,09
	Удобрения–сталь	0,50
	Удобрения–ABS пластик	0,40
	Удобрения–почва	0,02
	Почва–почва	0,50
	Почва–сталь	0,30
Статический коэффициент трения	Удобрения–удобрения	0,30
	Удобрения–сталь	0,40
	Удобрения–ABS пластик	0,20
	Удобрения–почва	0,02
	Почва–почва	0,50
	Почва–сталь	0,30
Динамический коэффициент трения	Удобрения–удобрения	0,25
	Удобрения–сталь	0,02
	Удобрения–ABS пластик	0,09
	Удобрения–почва	1,25
	Почва–почва	0,15
	Почва–сталь	0,05

Из таблицы видно, что для моделирования сложных технических систем необходимо владеть информацией о физико-механических свойствах сыпучих материалов, в особенности такими показателями, как статический и динамический коэффициенты трения, коэффициенты восстановления, Пуассона и модуль сдвига.

### Заключение

Перспективным направлением для исследования и обоснования параметров рабочих органов машин для внесения удобрений является метод дискретных элементов. Применение данного метода требует учитывать внутреннее взаимодействие частиц удобрений, а также внешнее их взаимодействие с поверхностями рабочих органов. В случае имитационного моделирования машин для внутрипочвенного внесения удобрений требуется дополнительно указывать параметры и коэффициенты, указывающие на взаимодействие между частицами почвы и удобрений.

### Список использованных источников

1. DEM simulations of the particle flow on a centrifugal fertilizer spreader / P. V. Liedekerke, E. Tijssens, E. Dintwa [et al.] / Powder Technology. – 2009. – Vol. 190. – P. 348–360.
2. Yinyana, S. Numerical simulation of spreading performance and distribution pattern of centrifugal variable-rate fertilizer applicator based on DEM software / Shi Yinyana, Chen Manb, Wang Xiaochana // Computers and Electronics in Agriculture. – 2018. – Vol. 144. – P. 249–259.

3. Arturo, M. R. Model and Software for the Parameters Calculation in Centrifugal Disk of Fertilizer Spreaders / M. R. Arturo, M. V. Gómez-Águila, M. S. Escobar // *Ciencias Técnicas Agropecuarias*. – 2021. – Vol. 30, № 1. – P. 82–101.
4. Ismail, Z. E. Agitator Unit in Auger Metering Device for Fertilizer Applicator / Z. E. Ismail, M. M. Ibrahim, M. A. El-Saadany // *Agricultural mechanization in Asia, Africa, and Latin America*. – 2011. – Vol. 42. – P. 36–41.
5. The engineering parameters affecting the auger-type metering devices for fertilizing distribution / M. M. Ibrahim, Z. E. Ismail, M. A. El-Saadany, O. A. Fouda // *Farm Machinery and Power*. – *Misr J. Ag. Eng.* – Vol. 25, № 3. – P. 641–654.
6. Angel, P. Auger-type granular fertilizer distributor: mathematical model and dynamic simulation / P. Angel, N. Garcia // *Eng. Agríc., Jaboticabal*. – 2012. – Vol. 32, № 1. – P. 151–163.
7. A Semi-Automated DEM Parameter Calibration Technique of Powders Based on Different Bulk Responses Extracted from Auger Dosing Experiments / B. E. Kassem, N. Salloum, T. Brinz [et al.] // *KONA Powder and Particle Journal*. – 2021. – № 38. – P. 235–250.
8. Simulation analysis of fertilizer discharge process using the Discrete Element Method (DEM) / Kemoh Bangura, H. Gong, R. Deng [et al.] // *Plos One*. – 2020. – P. 1–16.
9. Discrete element modelling (DEM) of fertilizer dual-banding with adjustable rates / S. Dinga, L. Baia, Y. Yaoa [et al.] // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2018. – № 152. – P. 32–39.
10. Calibration Strategy to Determine the Interaction Properties of Fertilizer Particles Using Two Laboratory Tests and DEM / A. Sugirbay, Z. Jian, S. Nukeshev [et al.] // *Agriculture*. – 2021. – № 11. – P. 1–19.
11. Ucgul, M. Three-dimensional discrete element modelling (DEM) of tillage: Accounting for soil cohesion and adhesion / M. Ucgul, J. Fielke, C. Saunders // *Biosystems Engineering*, 2014.
12. Барановский, И. В. Повышение эффективности применения минеральных удобрений на основе механизации внутрипочвенного их внесения: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / И. В. Барановский; РУП «Белорусский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства». – Минск, 2001.
13. Подшиваленко, И. Л. Повышение равномерности внесения жидких органических удобрений обоснованием параметров штанговой распределяющей системы: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / И. Л. Подшиваленко; УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – Минск, 2006.
14. Ковалев, Н. Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Н. Г. Ковалев, Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев // *Аграрная наука*. – М.: ИК «Родник», 1998. – 208 с.
15. Weiwei, W. Development and Numerical Simulation of a Precision Strip-Hole Layered Fertilization Subsoiler While Sowing Maize / W. Weiwei, S. Jiale, Z. Guoan [et al.] // *Agriculture*. – 2022. – Vol. 12, № 938. – P. 1–19.

**А. С. Воробей<sup>1</sup>, В. В. Голдыбан<sup>1</sup>, Ю. Н. Бабак<sup>2</sup>,  
М. И. Курилович<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: alexander-vorobei@rambler.ru

<sup>2</sup>ГУ «Белорусская машиноиспытательная станция»

Минск, Республика Беларусь

E-mail: yuribabak@tut.ru

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАКУУММЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСАЖИВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

*Аннотация.* В статье определено значение влияния вакуумметрического давления на режимы работы пневматической высаживающей системы.

*Ключевые слова:* вакуумметрическое давление, режимы работы, пневматическая высаживающая система, точная посадка, клубни картофеля.

**A. S. Vorobei<sup>1</sup>, V. V. Goldyban<sup>1</sup>, U. N. Babak<sup>2</sup>, M. I. Kurilovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: alexander-vorobei@rambler.ru

<sup>2</sup>SU "Belarusian MTS"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: yuribabak@tut.ru

## **DEMANDED MEANING INFLUENCE VACUUM PRESSER FOR MODES WORKS PNEUMATIC PLANTER SYSTEM**

*Abstract.* In article was demanded meaning influence vacuum presser for modes works pneumatic planter system.

*Keywords:* vacuum presser, modes works, precise planter, potatoes tubers.

### **Введение**

Повысить равномерность распределения клубней в поле, снизить количество двойников и пропусков можно за счет улучшения конструкции картофелесажалки.

Несмотря на достаточно высокую производительность высаживающих аппаратов ложечного типа, данная конструкция не обеспечивает равномерного распределения клубней в гнезде. Это связано в первую очередь с естественными вариациями формы и размера клубней, плохой их текучестью в бункере и инерционностью клубней в момент схода с ложки и поступления в борозду. Первые два фактора обуславливают захват ложечкой двух клубней, либо их отсутствие, в результате чего в поле могут встретиться гнезда с числом клубней от 0 до 4. Инерционность клубней также влияет на равномерность распределения клубней в борозде. Для распределения клубней картофеля в борозде с заданным шагом необходимо, чтобы клубни сбрасывались на дно борозды ложечкой с горизонтальной абсолютной скоростью, равной нулю. На практике клубни выбрасываются из ложечки центростремительной силой, происходит их раскатывание в гнездах, что в свою очередь изменяет равномерность размещения гнезд вдоль рядков. Из-за особенности подачи клубней ложечкой в борозду равномерность распределения клубней в поле картофелепосадочными машинами с ленточно-ложечковыми высаживающими не превышает 65–80 %.

## Основная часть

В работе было исследовано влияние режимов работы пневматической высаживающей системы на качественные показатели процесса посадки картофеля.

Основные параметры, которые оказывают наибольшее влияние на качество посадки, нами были определены в предыдущих исследованиях. К ним относятся: частота вращения высаживающего колеса от  $n$  = от 10 до 30 об/мин; высота заполнения бункера клубнями картофеля  $h$  = от 15 до 25 см; вакуумное давление  $p$  = от 8 до 12 кПа (табл. 1).

В качестве измеряемых (выходных) факторов мы выбираем: равномерность распределения клубней в рядке, доля пропусков и доля двойников.

Равномерность распределения клубней по полю рассчитываем по формуле:

$$R = \frac{i}{n} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $i$  – число высаженных клубней, фактическое расстояние между которыми составляет от 0,8 до 1,2 установочного расстояния между клубнями в ряду;  $n$  – общее число клубней, высаженных на измерительном участке с установочным расстоянием между клубнями в ряду.

Долю пропусков ( $M$ ) в процентах определяют по формуле:

$$M = \frac{j}{n} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $j$  – число пропусков.

Долю двойников ( $D$ ) в процентах определяют по формуле:

$$D = \frac{k}{n} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $k$  – число двойников.

Полученные значения приведены в таблице.

### Результаты экспериментальных исследований

№ опыта	Частота вращения высаживающего колеса $X_1$ , об/мин	Высота заполнения $X_2$ , см	Вакуумное давление $X_3$ , кПа	Номер уровня	Доля пропусков, %	Доля двойников, %	Равномерность раскладки, %
1	10	25	8	-1	4,9	1,3	85,8
2	10	20	10	0	9,8	0,4	82,8
3	10	15	12	+1	14,1	0,1	78,8
4	20	25	10	+1	1,1	0,8	92,1
5	20	20	12	-1	9,8	1,5	81,7
6	20	15	8	0	0,9	6,5	85,6
7	30	25	12	+1	6,1	6,6	80,3
8	30	20	8	+1	0,2	10,9	81,9
9	30	15	10	+1	0,7	10,5	81,8

Экспериментальными исследованиями определено минимальное давление присасывания клубней для стационарных условий эксплуатации картофелесажалки. Для клубней средней фракции (30–55 мм) оно составило 4,5–5,3 кПа, для клубней крупной фракции (55–80 мм) – 6,7–7,5 кПа. При работе сажалки в полевых условиях из-за рельефа местности давление, удерживающее клубни, увеличивается для средней фракции – 8,0 кПа, для крупной – 9,7 кПа.

Установлено, что при увеличении частоты вращения высаживающего колеса свыше 20 об/мин приводит к большей силе инерции клубня, сокращающей время прохождения вакуумного захвата через ворох клубней в питающем бункере, сокращает время контакта между вакуумным

захватом и клубнем, что приводит к ухудшению условий захвата и увеличению доли пропусков. Рост всасывающего давления свыше 10 кПа обеспечивает надежный захват клубней картофеля, а при достижении 12 кПа способствует захвату нескольких клубней сразу.

### **Заключение**

В результате экспериментальных исследований установлено, что наилучшее качество посадки картофеля вакуумным высаживающим аппаратом обеспечивается при следующих параметрах: высоте материала в питающем бункере – 20 см, частоте вращения высаживающего колеса – 30 об/мин, вакуумном давлении – 8 кПа, где доля пропусков составляет – 0,1 %, доля двойников – 0,2 %, равномерность раскладки клубней картофеля в рядке – 92,1 %. Согласно агротехническим требованиям для посадки картофеля, равномерность и распределение клубней в ряду должны быть не менее 80 %; количественная доля пропусков – не более 3 %; количественная доля двойников – не более 5 %.

**А. И. Филиппов<sup>1</sup>, Н. Д. Лепёшкин<sup>2</sup>, О. В. Иванович<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

E-mail: ggau@ggau.by

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕПОСЕВНОГО ПРИКАТЫВАНИЯ ПРИ ПОСЕВЕ ОВСА СЕЯЛКОЙ СПУ-6**

*Аннотация.* В статье дано описание результатов исследований посева овса сеялкой СПУ-6 с послепо-  
севной обработкой катком КЗК-6 на супесчаных почвах. Приводится методика исследования посредством  
закладки полевого опыта с использованием лабораторно-аналитических методов и дисперсионного анализа.

*Ключевые слова:* сеялка, сошники, семена, высевательный аппарат.

**A. I. Filippov<sup>1</sup>, N. D. Lepeshkin<sup>2</sup>, O. V. Ivanovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Educational institution "Grodno State Agrarian University"

Grodno, Republic of Belarus

E-mail: ggau@ggau.by

<sup>2</sup>RUE "NPC of the National Academy of Sciences of Belarus on agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc\_mol@mail.ru

## **EFFICIENCY OF POST-SOWING ROLLING WHEN SOWING OATS WITH A SPU-6 SEEDER**

*Abstract.* The article describes the results of research on sowing oats with a SPU-6 seeder with a post-sowing  
treatment with a KZK-6 roller on sandy loam. The research methodology is presented by laying down field  
experience using laboratory analytical methods and analysis of variance.

*Keywords:* seeder, coulters, seeds, seeding machine.

### **Введение**

Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от качества по-  
сева, т. е. процесса сева, является важнейшим звеном в технологии возделывания зерновых.

Одним из условий получения ровных и дружных всходов необходимой густоты является соз-  
дание плотного ложа, которое зависит, прежде всего, от рабочих органов, укладываемых семена  
в почву, обеспечивающего постоянный капиллярный приток влаги к высеянными семенам, что спо-  
собствует их быстрому набуханию и дружному прорастанию. Кроме того, необходимо равно-  
мерно заделать семена по глубине, что обеспечивает им одинаковый водный, тепловой и пище-  
вой режимы, требующиеся для обеспечения прорастания равномерных всходов и формирования  
мощного узла кушения, вторичных корней. Именно в этот период закладываются основы буду-  
щей высокой урожайности, устойчивость к полеганию, стрессовым факторам [1–3].

Каждая культура требует определенной глубины заделки семян. Большое значение эти пара-  
метры имеют при посеве зерновых культур, в том числе при посеве овса.

Оптимальная глубина заделки овса обеспечивает быстрые и дружные всходы, а также от глу-  
бины зависит глубина закладки кушения, жизнедеятельность которого влияет на жизнедеятель-  
ность всего растения. Если заделка слишком глубокая, то проростки погибнут либо выйдут  
на поверхность слишком ослабленными. При мелкой заделке семян узел кушения закладывается



позже и слишком мелко, что отрицательно влияет на развитие вторичных корней и ведет к существенному снижению урожая.

При посеве овса необходимо и очень важно добиться равномерной заделки семян, поэтому предпосевную обработку и посев необходимо сопровождать выравниванием и прикатыванием почвы сеялкой СПУ-6 и катком КЗК-6 [4–6].

При послепосевном прикатывании верхний слой почвы должен быть уплотнен, что способствует поднятию влаги к семенам, обеспечивая лучшие условия прорастания.

Цель работы – сравнительная оценка качества посева и урожайности овса сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 и без нее.

Материалы и методика исследований: для проведения исследований использовались сеялка СПУ-6 с трактором «Беларус-1221» (рис. 1) и кольчато-зубчатый каток КЗК-6 с трактором «Беларус-82.1» (рис. 2).

Сеялка СПУ-6 настраивалась на одинаковую норму высева, как с послепосевной обработкой КЗК-6, так и без него. Перед выездом в поле оценивалась точность настройки сеялки СПУ-6 [6–8].

В течение двух лет (2023 и 2024 гг.) исследования проводились на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» вблизи населенного пункта Зарица.

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что средняя урожайность зерна овса в 2023 г. на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6, составила 35,7 ц/га, а средняя урожайность зерна овса на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 – 43,1 ц/га, т. е. на 7,4 ц/га или на 17,2 % больше. В 2024 г. были получены аналогич-



Рис. 1. Общий вид сеялки СПУ-6 с трактором «Беларус-1221»



Рис. 2. Общий вид кольчато-зубчатого катка КЗК-6 с трактором «Беларус-82.1»

ные результаты. Так, средняя урожайность овса в 2024 г. на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6, составила 41,2 ц/га, а средняя урожайность зерна овса на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 – 47,7 ц/га, т. е. на 6,5 ц/га или на 13,6 % больше [9, 10, 11].

Таблица 1. Результаты определения урожайности овса

Год посева	Марка сеялки	Урожайность овса, ц/га				Средняя урожайность, ц/га	Отклонение	
		Повторность					ц/га	%
		1	2	3	4			
2023	СПУ-6	34,8	36,2	36,1	35,6	35,7	7,4	17,2
	СПУ-6 +КЗК-6	42,5	43,6	42,8	43,6			
НСР <sub>0,05</sub> 0,89								
2024	СПУ-6	40,8	41,2	42,2	40,5	41,2	6,5	13,6
	СПУ-6 +КЗК-6	46,1	48,2	49,3	47,3			
НСР <sub>0,05</sub> 1,34								

Таким образом, в годы исследований четко прослеживается зависимость увеличения урожайности овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 в сравнении с сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6. Это можно объяснить более лучшим контактом семян с почвой и задержкой влаги в верхнем слое почвы в сравнении с сеялкой СПУ-6.

### Заключение

Результаты экономической оценки посевных агрегатов показали, что при применении послепосевной обработки КЗК-6, в сравнении с сеялкой СПУ-6 чистый доход увеличился с 1018,11 руб./га до 1455,47 руб./га, а уровень рентабельности с 37,5 % до 45,4 %, т. е. экономически выгоднее производить посев овса сеялкой СПУ-6 с применением послепосевной обработки КЗК-6 [12, 13, 14, 15].

С учетом положительных результатов исследований по эффективности послепосевного прикатывания исследования послепосевное прикатывания будут продолжены на посеве других зерновых культур.

Таблица 2. Результаты экономической оценки посевных агрегатов

Показатель	СПУ-6	СПУ-6 +КЗК-6
Урожайность с 1 га, ц	38,5	45,4
Прибавка урожая, ц	–	6,9
Стоимость продукции, руб.	2718,1	3205,24
Производственные затраты на 1 га, руб.	1699,99	1749,77
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	44,15	38,54
Затраты труда, чел.-ч.:	16,81	10,26
– на 1 га		
– на 1 ц	0,44	0,23
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	1018,11	1455,47
Уровень рентабельности, %	37,5	45,4

### Список использованных источников

1. Филиппов, А. И. Ресурсосбережение – основа развития сельского хозяйства Республики Беларусь / А. И. Филиппов, А. С. Добышев, К. Л. Пузевич // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры с/х машин агроинженерного факультета Воронежского госуд. аграрного университета имени императора Петра I, Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 / Воронежский гос. аграрный ун-т. – Воронеж, 2016. – Ч. 1. – С. 226–231.

2. Филиппов, А. И. К исследованиям работы почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-3А и сеялки СПУ-4Д с дисковыми и килевидными сошниками при посеве овса и люпина / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 249–251.
3. Филиппов, А. И. Результаты агротехнической оценки почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-3А и сеялки СПУ-4Д с дисковыми и килевидными сошниками при посеве овса и люпина / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 251–254.
4. Прямой посев сельскохозяйственных культур в условиях Республики Беларусь – ближайшая реальность / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 38. – С. 245–251
5. Копач, А. Э. Оценка урожайности и качества посева люпина почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП-3А и сеялкой СПУ-4Д / А. Э. Копач, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XX Международной студенческой конференции. Агрономия. 28 марта 2019 г. – Гродно, 2019. – С. 21–22.
6. Копач, А. Э. Оценка урожайности и качества посева люпина сеялкой СПУ-4Д с килевидными и дисковыми сошниками / А. Э. Копач, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XX Международной студенческой конференции. Агрономия. 28 марта 2019 г. – Гродно, 2019. – С. 19–21.
7. Филиппов, А. И., Исследование килевидных и дисковых сошников с сеялкой СПУ-4Д при возделывании люпина / А. И. Филиппов, А. Э. Копач // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 174–180
8. Анализ устройств, обеспечивающих надежность технологического процесса высева посевного материала / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 181–192.
9. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат для высокопроизводительного посева зерновых и других культур / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц [и др.] // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад., 2021. – № 3. – С. 181–186.
10. Лукашевич, С. М. Оценка густоты всходов и глубины заделки семян килевидными и дисковыми сошниками почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-3А при возделывании люпина узколистного / С. М. Лукашевич, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. 22 марта 2022 г. – Гродно, 2022 г. – С. 26–28.
11. Лукашевич, С. М. Сравнительная оценка урожайности люпина узколистного при посеве килевидными и дисковыми сошниками агрегата АПП-3А / С. М. Лукашевич, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. 22 марта 2022 г. – Гродно, 2022. – С. 29–30.
12. Филиппов, А. И. Анализ методов упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин / А. И. Филиппов, Ю. К. Калугин, С. Д. Лещик // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка. Том 12, № 1. – Гродно, 2022 г. – С. 6–14.
13. Филиппов, А. И. Экономическое и энергетическое обоснование результатов исследований при возделывании люпина узколистного агрегатом АПП-3А с килевидными и дисковыми сошниками / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, С. М. Лукашевич // Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 октября 2022 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич (главный редактор), П. В. Божкова. – Минск: Беларуская навука, 2022. – С. 266–275.
14. Филиппов, А. И. Сравнение урожайности и качества посева люпина почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП-3А с килевидными и дисковыми сошниками / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, С. М. Лукашевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 3 т. / Гродненский гос. аграрный ун-т; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2022. – Т. 3. – С. 119–127 (ВАК РБ).
15. Лепешкин, Н. Д. Анализ конструкций и технологических возможностей почвообрабатывающих катков / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 4. – С. 144–149.

**А. Н. Юрин<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **А. В. Захаров<sup>2</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент, **В. В. Викторovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: anton-jurin@rambler.ru , lab\_plodoyagoda@mail.ru

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: tvaktov\_80@gmail.ru

## ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОДБОРА И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ТЕПЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Аннотация.* В статье представлен краткий обзор обеспечения населения плодоовощной продукцией, поднята проблема утилизации растительных отходов тепличного производства, рассмотрены существующие методы утилизации растительных отходов в сельском хозяйстве и промышленности, предложено решение проблемы подбора и измельчения органических отходов тепличного производства и приведено обоснование конструктивно-технологической схемы машины для измельчения органических отходов тепличного производства.

*Ключевые слова:* тепличные комбинаты, органические отходы, тепличное производство, методы утилизации, технические средства, измельчитель.

**A. N. Yurin<sup>1</sup>**, Ph. D. Associate Professor,  
**A. V. Zakharov<sup>2</sup>**, Ph.D., Associate Professor, **V. V. Viktorovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization",

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: anton-jurin@rambler.ru , lab\_plodoyagoda@mail.ru

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: tvaktov\_80@gmail.ru

## JUSTIFICATION OF THE METHOD FOR SELECTING AND GRINDING ORGANIC WASTE FROM GREENHOUSE PRODUCTION

*Abstract.* The article presents a brief overview of providing the population with fruit and vegetable products, raises the problem of recycling plant waste from greenhouse production, examines existing methods of recycling plant waste in agriculture and industry, proposes a solution to the problem of selecting and grinding organic waste from greenhouse production, and provides a rationale for the design and technological scheme of a machine for grinding organic waste from greenhouse production.

*Keywords:* greenhouse complexes, organic waste, greenhouse production, recycling methods, technical means, grinder.

### Введение

В Республике Беларусь площадь теплиц составляет более 260 га. По данным Национального статистического комитета, валовый сбор овощей защищенного грунта в стране в 2021 году составил 113,7 тысяч тонн, в том числе 41 тысяч т. огурцов, 67 тыс. т. томатов и 2 тыс. т. прочих культур [1]. Наибольшие объемы выращивают в Минской, Витебской, Гомельской, Брестской областях. Основное производство сконцентрировано в крупнейших тепличных комбинатах, на долю которых приходится более 97 процентов всего объема. В их числе – ОАО «ДорОрс», УП «Агрокомбинат «Ждановичи», «Рудаково», КУП «Минская овощная фабрика», УП «Минский парниково-тепличный комбинат», ОАО «ТК «Берестье», РУАП «Гродненская овощная фабрика».



Рис. 1. Отходы тепличного производства ОАО «ТК «Берестье»

В процессе эксплуатации теплиц образуется большое количество органических отходов, большую часть из которых представляют стебли и листья растений (рис. 1).

Так, в соответствии с НТП 10–95 «Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады» выход растительных остатков с 1 га теплиц при возделывании огурца составляет – 60–70 т, томата – 90–120 т, что в рамках Республики составляет 19,5–25,0 тыс. т отходов ежегодно [2].

В настоящее время в большинстве тепличных хозяйств республики производится захоронение получаемых органических отходов. Однако такой метод утилизации отходов не отвечает современным мировым стандартам, является экологически нецелесообразным и экономически невыгодным, поскольку в процессе разложения влажных растительных остатков в смеси с другими отходами на полигоне происходит обильное выделение фильтрата и образование биогаза.

Вместе с тем известно, что растительные и другие органические отходы тепличных хозяйств имеют в своем составе большое количество минеральных компонентов, которые можно использовать для выращивания многих сельскохозяйственных культур в качестве удобрений после соответствующей переработки.

Все технологии переработки органических отходов теплиц предусматривают их измельчение.

За рубежом выпуск таких машин осуществляется фирмами Weterings Machinery (Нидерланды), Bio Bull (США), Krause (Германия) и др.

Работа таких машин обеспечивает осуществление операций подбора органических отходов, частичное прессование и измельчение.

На рис. 2 представлен подборщик-измельчитель Bio Chopper compact Tier 4 Final motor (TFC03) фирмы Weterings Machinery (Нидерланды) [3].

Bio Chopper Compact подходит для измельчения различных культур, включая помидоры, перец, огурцы, баклажаны или клубнику. Объем отходов уменьшается на 80 % от первоначального объема. Машина работает с транспортировочными матами, на которые помещаются растения. Транспортировочный мат движется и таким образом растения перемещаются к машине, а затем загружаются и измельчаются. Измельченные растения выгружаются в контейнер с помощью желоба, который можно опорожнить вилочным погрузчиком.

Биоизмельчитель растительной массы Compact 140 фирмы Bio Bull (США) (рис. 3) устанавливается на дорожке в теплице, в междурядьях на полсекции раскладывается полотно для складирования срезаемых растений [4]. Затем полотно подтягивается через вал к бункеру для погрузки растительных остатков. Растительная масса в измельченном виде занимает лишь 20 % от изначального объема не переработанной растительной массы, поэтому ее транспортировка становится быстрее и дешевле. Производительность такой машины достигает 2500–5000 м<sup>2</sup>/ч.

Однако такие машины имеют высокую стоимость (500 тыс. рублей и более) вследствие наличия собственного дизельного двигателя высокой мощности (50 кВт и более), гидропривода



Рис. 2. Подборщик-измельчитель Bio Chopper compact Tier 4 Final motor (TFC03) фирмы Weterings Machinery



Рис. 3. Биоизмельчитель растительной массы Compact 140 фирмы BioBull

рабочих органов и гусеничного хода, обеспечивающего перемещение машины по проходу теплицы. Кроме того, использование таких машин вызывает сильное загрязнение измельченными отходами внутреннего пространства теплиц, вследствие чего требуется последующая уборка помещений.

### Основная часть

Исходя из приведенного определения способа и анализа конструкций технических средств определим общий подход к решению проблемы подготовки растительных остатков тепличного производства к последующей утилизации, для чего разложим технологический процесс подготовки растительных остатков к переработке для последующей утилизации на простейшие операции.

В общем виде технологический процесс подготовки растительных остатков к переработке состоит из следующих операций:

- отделение растительных остатков овощных культур от шпалер;
- размещение отделенных растительных остатков в междурядьях теплицы;
- перемещение растительных остатков из междурядий в центральный проход теплицы;
- подбор растительных остатков;

- измельчение растительных остатков;
- погрузка полученного сырья в транспортное средство;
- транспортировка сырья к месту утилизации;
- выгрузка сырья;
- закладка сырья на переработку.

Так как полученный в результате переработки растительного сырья компост и биошлам используются в качестве удобрения почвы в тепличном хозяйстве, а биогаз – для отопления теплиц и выработки электроэнергии, то подготовленные для измельчения растительные остатки овощных культур не должны содержать неорганические примеси, которыми в первую очередь являются остатки шпагата.

Отделение растительных остатков от шпагала возможно двумя способами:

- обрезка растительных остатков вместе со шпагатом;
- обрезка растительных остатков отдельно от шпагата.

Наличие шпагата в растительных остатках объясняется особенностями технологии первого способа. Во втором способе наличие шпагата в растительных остатках объясняется человеческим фактором (неаккуратностью персонала теплиц).

В первом способе обрезку растительных остатков достаточно легко механизировать, но перед измельчением необходимо дополнительно отделить шпагат от растительных остатков, что технически очень сложно реализовать.

Исключить операцию отделения шпагата от растительных остатков можно использованием биоразлагаемого шпагата вместо синтетического [5, 6].

Биошпагат из органического сырья является безопасной альтернативой не разлагаемому синтетическому шпагату, обладает высокой прочностью и высоким уровнем защиты от ультрафиолетовых лучей. Использование биоразлагаемого шпагата существенно сокращает количество технологических операций, а после вывоза растительных остатков на площадку утилизации он разлагается в течение 6–8 недель и становится составной частью органических удобрений. В зависимости от культуры шпагат выпускается с прочностью разрыва от 18 до 60 кгс, или 1000–300 м/кг в разном цветовом исполнении.

В настоящий момент операция отделения шпагата от растительных остатков выполняется вручную, поскольку предлагаемый зарубежными компаниями биоразлагаемый шпагат имеет недостаточную прочность разрыва при высокой стоимости. Кроме того, имеются существенные сложности с его приобретением.

Из вышеизложенного следует, что наиболее предпочтительным является способ обрезки растительных остатков отдельно от шпагата, который на данном этапе возможно реализовать только с использованием ручного труда.

Также из анализа вышеприведенного технологического процесса подготовки растительных остатков к переработке очевидно, что операцию измельчения растительных остатков можно осуществить непосредственно по месту утилизации с использованием измельчителя органических отходов тепличного производства (далее – измельчитель), представленного на рис. 4.

Измельчитель представляет собой механизм, обеспечивающий прием и измельчение органических отходов 3 и выгрузку полученной измельченной органической массы 5, имеет бункер 1, цепочно-планчатый транспортер 2 и измельчительный барабан 4.

Операцию подбора растительных остатков можно осуществить с использованием подборщика органических отходов тепличного производства (далее – подборщик), представленного на рис. 5.

Подборщик представляет собой трактор 1 с прицепом 2, обеспечивающий сбор и транспортировку органических отходов, имеет барабан 3, цепочно-планчатый транспортер 4 и транспортировочное полотно 5 для сбора органических отходов 6.

С учетом предложенных технических средств технологический процесс подготовки растительных остатков к переработке можно представить в следующем виде:

- установка подборщика органических отходов тепличного производства на входе в теплицу;
- раскладка транспортировочного полотна подборщика на центральной дорожке теплицы;

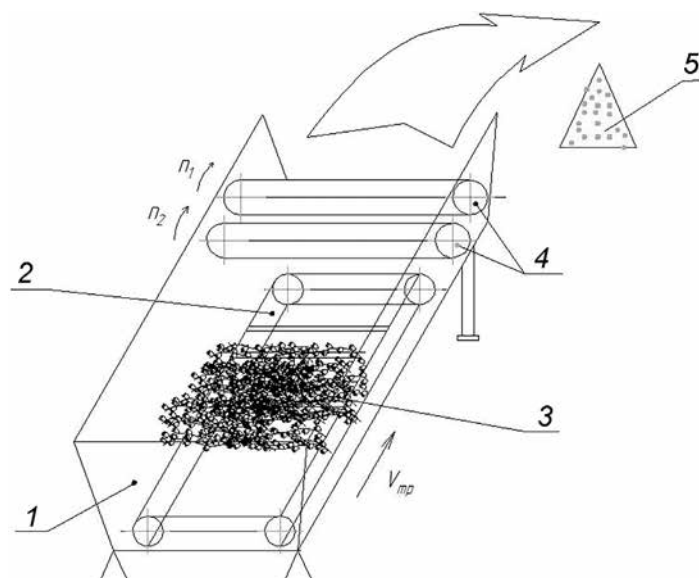


Рис. 4. Измельчитель органических отходов теплиц:  
 1 – бункер; 2 – цепочно-планчатый транспортер; 3 – органические отходы;  
 4 – измельчительный барабан; 5 – измельченная органическая масса

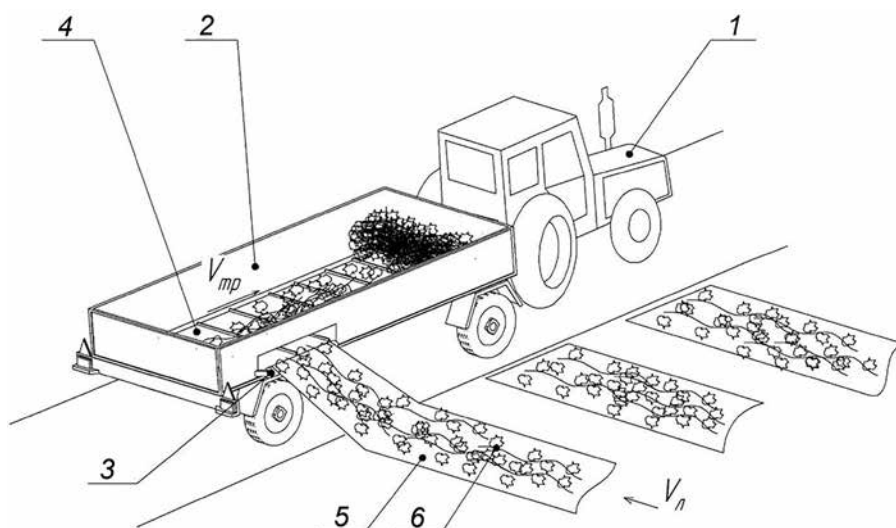


Рис. 5. Подборщик органических отходов тепличного производства:  
 1 – трактор; 2 – прицеп; 3 – барабан; 4 – цепочно-планчатый транспортер;  
 5 – транспортировочное полотно; 6 – органические отходы

- подрезание корней растений и обрезка растений сверху отдельно от шпагата с использованием ручного труда;
- расположение срезанных растительных остатков в междурядьях теплицы с использованием ручного труда;
- перемещение срезанных растительных остатков из междурядий на транспортировочное полотно подборщика с использованием ручного труда;
- погрузка срезанных растительных остатков на подборщик;
- транспортировка срезанных растительных остатков к месту утилизации;
- загрузка срезанными растительными остатками измельчителя;
- измельчение растительных остатков;
- выгрузка измельченной органической массы из измельчителя.



## Выводы

1. В Республике Беларусь очевиден недостаток (около 10 кг/чел.) производства тепличных овощей на душу населения, который компенсируется импортом. Причем около 30 % белорусских овощей из защищенного грунта идут на экспорт.

2. Модернизация имеющегося в наличии тепличного комплекса и дополнительной постройки новых теплиц в сельскохозяйственных предприятиях всех форм собственности повышает ежегодный объем отходов.

3. Соответственно модернизации и постройке новых теплиц в геометрической прогрессии будут расти и объемы растительных остатков, которые необходимо удалить по завершении процесса выращивания в кратчайшие сроки (для Беларуси выход растительных остатков с 270 га теплиц при возделывании огурца партенокарпических гибридов и томата при продленной или переходной культуре составляет 24,3–27,0 тыс. т ежегодно).

4. Утилизация растительных отходов в сельском хозяйстве требует использование специальных технических средств для обрезки растений, отделения растительных остатков тепличного производства от остатков шпалер, сбора получившихся органических отходов, измельчения отходов до требуемых отдельными методами размеров и транспортировки их к месту утилизации.

5. Технологический процесс удаления растительных остатков осуществляется сразу после последнего сбора урожая и состоит из шести последовательно выполняемых операций: подрезания корней растений, обрезки растений сверху, укладки растений в междурядье, выноса растительных остатков в центральный проход теплицы, вывоза растительных остатков из теплицы, санитарной обработки теплицы.

## Список использованных источников

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 179 с.

2. НТП 10–95 «Нормы проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады» – Введ. 01.07.1996. – Москва, 1999. – 62 с.

3. Официальный сайт компании Royal Brinkman [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://royalbrinkman.ru/katalog-mekhanicheskoe-oborudovanie/bio-choppers/super-chopper-compact-hi550-620-detail?ysclid=llzbog-0je880769938>. – Дата доступа: 19.07.2023.

4. Измельчитель стеблей и растительных остатков (биочоппер) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interagro.info/services/teplchinye-kompleksy/izmelchitel-stebley-i-rastitelnykh-ostatkov-bio-chopper/?ysclid=llbyk-06tou174113755>. – Дата доступа: 20.07.2023.

5. Применение компостируемого шпагата помогает снизить пластиковые отходы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://east-fruit.ru/article/primenenie-kompostiruemogo-shpagata-pomogaet-snizit-plastikovye-otkhody.html>. – Дата доступа: 20.02.2024.

6. Повышение эффективности тепличных производств. Тенденции, материалы, оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interagro.info/news/smi-o-nas/povyshenie-effektivnosti-teplichnykh-proizvodstv-tendentsii-materialy-oborudovanie/?ysclid=lt499ftsk0491144887>. – Дата доступа: 20.02.2024.

**А. Н. Юрин<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент,  
**А. В. Захаров<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент, **В. В. Викторovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: anton-jurin@rambler.ru , lab\_plodoyagoda@mail.ru

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: tvaktov\_80@gmail.ru

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СБОРА И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ТЕПЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Аннотация.* В статье представлен краткий обзор обеспечения населения плодоовощной продукцией, поднята проблема утилизации растительных отходов тепличного производства, рассмотрены существующие методы утилизации растительных отходов в сельском хозяйстве и промышленности, предложено решение проблемы подбора и измельчения органических отходов тепличного производства и приведено обоснование конструктивно-технологической схемы машины для измельчения органических отходов тепличного производства.

*Ключевые слова:* тепличные комбинаты, органические отходы, тепличное производство, методы утилизации, технические средства, измельчитель.

**A. N. Yurin<sup>1</sup>**, Ph. D., Associate Professor, **A. V. Zakharov<sup>2</sup>**,  
Ph.D., Associate Professor, **V. V. Viktorovich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization", Minsk,  
Republic of Belarus Minsk, Republic of Belarus

E-mail: anton-jurin@rambler.ru , lab\_plodoyagoda@mail.ru

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: tvaktov\_80@gmail.ru

## **RELEVANCE OF THE PROBLEM OF SELECTION AND GRINDING OF ORGANIC WASTE FROM GREENHOUSE PRODUCTION**

*Abstract.* The article provides a brief overview of the supply of fruits and vegetables to the population produced by greenhouse plants in the Republic of Belarus. The problem of recycling plant waste from greenhouse production is raised, existing methods of recycling plant waste in agriculture and industry are considered. A solution to the problem of selecting and grinding organic waste from greenhouse production is proposed.

*Keywords:* greenhouse plants, organic waste, greenhouse production, disposal methods, technical means, shredder.

### **Введение**

В настоящее время в Республике Беларусь подобные машины не производятся, вследствие чего органические отходы тепличного производства не перерабатываются и отправляются на захоронение, что ведет к увеличению себестоимости производства основной продукции, производимой тепличными комбинатами и потере большого количества органического вещества, которое можно использовать для производства удобрений или получения биогаза.

Данную проблему можно решить разработкой отечественной машины для измельчения органических отходов тепличного производства, которые в дальнейшем можно будет использовать в качестве удобрений для выращивания многих сельскохозяйственных культур.

При этом в настоящее время в стране не проведены научные исследования в этой области. Поэтому обоснование способа отделения растительных отходов от шпатага, параметров устройства для его выполнения, определение схемы устройства подбора и измельчения растительных отходов, параметров и режимов работы его рабочих органов является актуальной агроинженерной и научной задачей.

### Основная часть

Для того чтобы обосновать способ отделения растительных остатков тепличного производства от шпатага и способ подбора и измельчения органических отходов тепличного производства, проведем обзор существующих технологий и технических средств, применяемых для удаления растительных остатков тепличного производства овощной продукции и измельчения полученных органических отходов.

В настоящее время обрезка тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур производится с использованием ручного труда, вследствие чего данный процесс имеет ряд недостатков, а именно вся работа по обрезке и утилизации растительных остатков шпалерных овощных культур проходит с использованием ручного труда большого количества людей и очень энергоемка.

С целью увеличения производительности труда в блочных теплицах при обрезке растительных остатков шпалерных овощных культур в результате замены ручного труда и уменьшения количества операций в Саратовском государственном аграрном университете имени Н. И. Вавилова (ФГБОУ ВО «Вавиловский университет» Минсельхоза России) совместно с ОАО «Совхоз-Весна» разработаны полезные модели для обрезки растительных остатков.

На рис. 1 представлена машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур (далее – машина) (патент RU15543 [1]).

Машина содержит плоский режущий элемент 10, приводимый в движение от привода 9, раму 1 на опорных колесах 7, которые приводятся в движение от аккумуляторной батареи 6 через мотор-редуктор 5 посредством цепной передачи 4. На раме 1 также установлены направляющий парус 11, бобина 12 и пульт управления 3, закрепленный на опоре 2.

Движение тележки в положениях «ВПЕРЕД», «СТОП» и «НАЗАД» осуществляется при помощи пульта управления 3. Растительные остатки подаются на направляющий парус 11 при помощи направляющей штанги 8.

Машина работает следующим образом.

Машина доставляется при помощи механизма привода к месту работы и устанавливается на тепловые регистры. Далее оператору необходимо выбрать оптимальную скорость (не более 0,5 м/с), которую он может менять во время движения, переводя ручку питания от аккумуляторной батареи 6 в положение «ВПЕРЕД» на пульте управления 3, закрепленном на опоре 2. При этом тележка начинает двигаться на опорных колесах 7, приводимых в движение от мотор-редуктора 5 через цепную передачу 4 по тепловым регистрам с заданной скоростью. Установленная на раме 1 направляющая штанга 8 подает подвешенные растительные остатки на направляющий парус 11. Режущий элемент 10, приводимый в движение от привода 9, срезает растительные остатки и по направляющему парусу 11 растительные остатки укладываются в заранее развернутый упаковочный материал. Остановка машины осуществляется путем динамического торможения, при переключении ручки питания на пульте управления в положение «СТОП». Для движения в обратном направлении необходимо ручку питания на пульте управления 3 от аккумуляторной батареи 6 перевести в положение «НАЗАД». После того как машина сделала рабочий проход «ВПЕРЕД», оператором включается режим «НАЗАД» при помощи ручки питания на пульте управления 3, и машина, двигаясь назад по тепловым регистрам, разматывает упаковочный материал, находящийся на бобине 12. После этого машина перемещается в следующий проход, и операция повторяется. Машина обслуживается двумя операторами.

На рис. 2 представлена машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур (далее – машина) (патент RU165935 [2]).

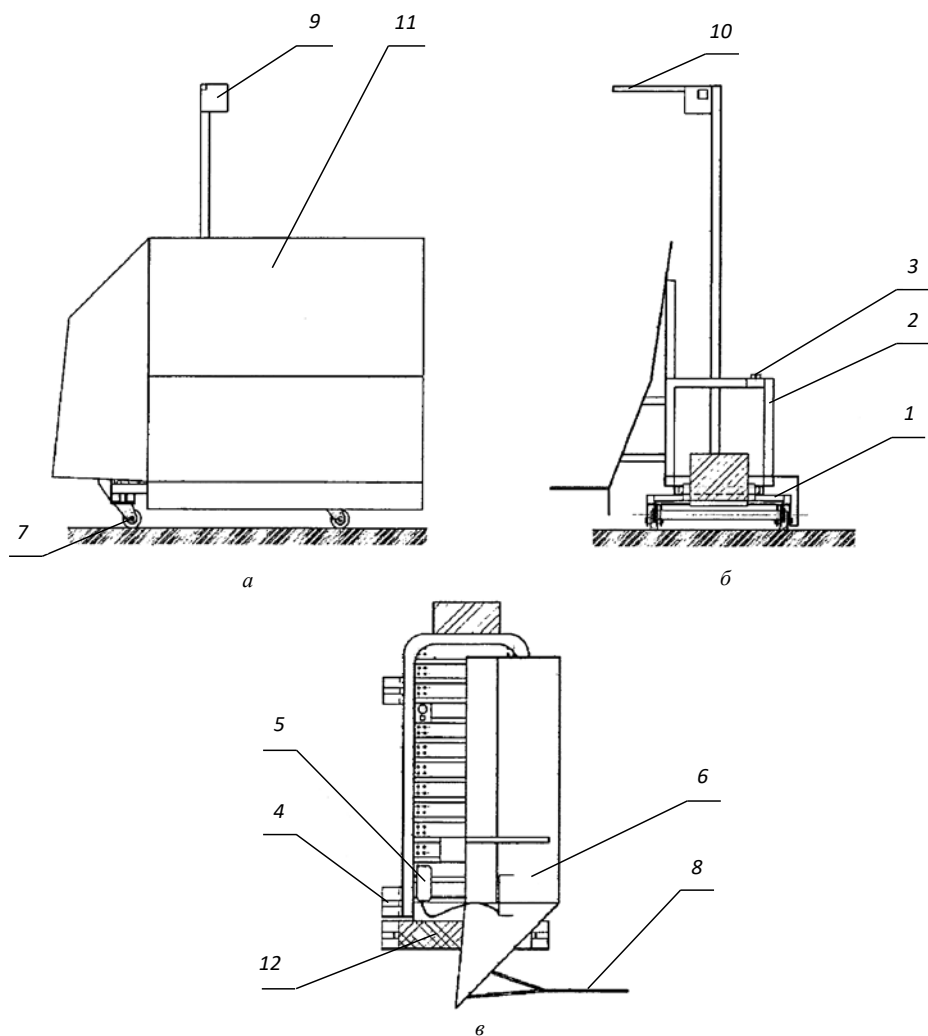


Рис. 1. Машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур: *а* – вид сбоку; *б* – вид сзади; *в* – вид сверху; 1 – рама; 2 – опора; 3 – пульт управления; 4 – цепная передача; 5 – мотор-редуктор; 6 – аккумуляторная батарея; 7 – колеса; 8 – штанга; 9 – привод; 10 – плоский режущий элемент; 11 – направляющий парус; 12 – бобина

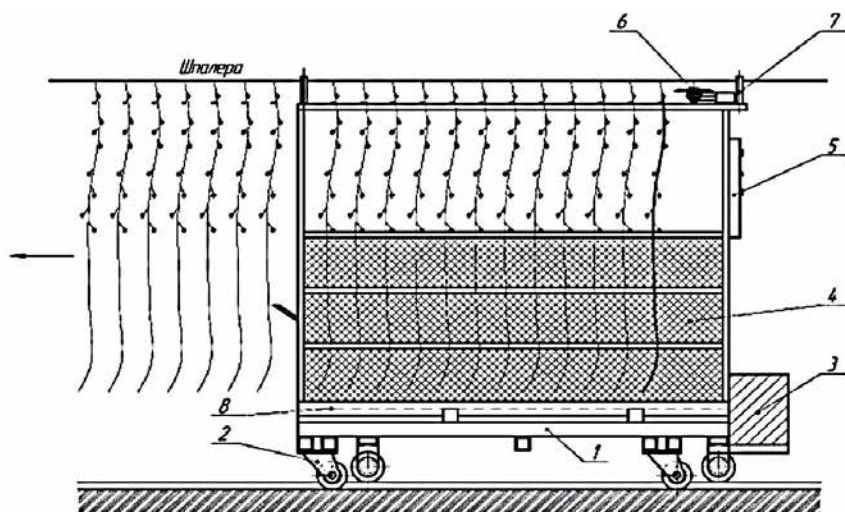


Рис. 2. Схема машины для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур: 1 – рама; 2 – колеса опорные; 3 – электропривод; 4 – бункер; 5 – пульт управления; 6 – режущий элемент; 7 – ролики направляющие; 8 – платформа

Машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур (далее – машина) содержит раму 1 с установленными на ней бункером-накопителем 4, подъемную платформу 8, режущий элемент 6, который приводится в действие от электропривода 3. Рама 1 перемещается на опорных колесах 2, которые приводятся в движение от электропривода 3, и пультом управления 5 осуществляется движение тележки. Направляющие ролики 7 осуществляют подачу шпалеры, на которой закреплены растительные остатки, к режущим элементам 6.

Машина работает следующим образом.

Машина на опорных колесах при помощи электропривода перемещается к месту работы и устанавливается на тепловые регистры (трубы отопительной системы, выполняющие одновременно функцию направляющих рельс для тележек). Далее оператору необходимо выбрать оптимальную скорость (не более 0,5 м/с), которую он может менять на пульте управления 5 во время движения машины. При этом тележка начинает двигаться на опорных колесах 2, приводимых в движение от электропривода 3, по тепловым регистрам с заданной скоростью. Установленные на раме 1 направляющие ролики 7 подают шпалеру, на которой закреплены подвешенные растительные остатки, к режущим элементам 6, приводимым в движение от электропривода 3, которые срезают растительные остатки и укладывают их в бункер-накопитель 4.

Остановка машины осуществляется при переключении кнопки на пульте управления 5. После того как машина сделала рабочий проход «ВПЕРЕД», оператором включается режим «НАЗАД» при помощи кнопки на пульте управления 5, и машина двигается назад по тепловым регистрам. После этого машина перемещается в центральный проход теплицы и при помощи подъемной платформы 8 сваливает растительные остатки. Далее машина перемещается в следующий проход, и операция повторяется. Машина обслуживается двумя операторами.

По разработанной проектной документации создан производственный образец машины для обрезки растительных остатков (рис. 3).

На рис. 4 представлена машина для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур (далее – машина) (авторское свидетельство SU 1419573 [3]), разработанная в научно-производственном объединении по сельскохозяйственному машиностроению (НПО «ВИСХОМ», Российская Федерация).

Машина состоит из транспортной платформы 1, рыхлителя 2, вырывающего аппарата 3 с приводом, грохота 4, захватывающего бitera 5 с подающими вальцами, измельчителя 6, выгрузного транспортера 7, контейнера 8, рабочего органа 9 для отделения растений от шпалеры, источника (емкости) 10 горючего тела. Узлы смонтированы на раме 11.



Рис. 3. Производственный образец машины для обрезки растительных остатков

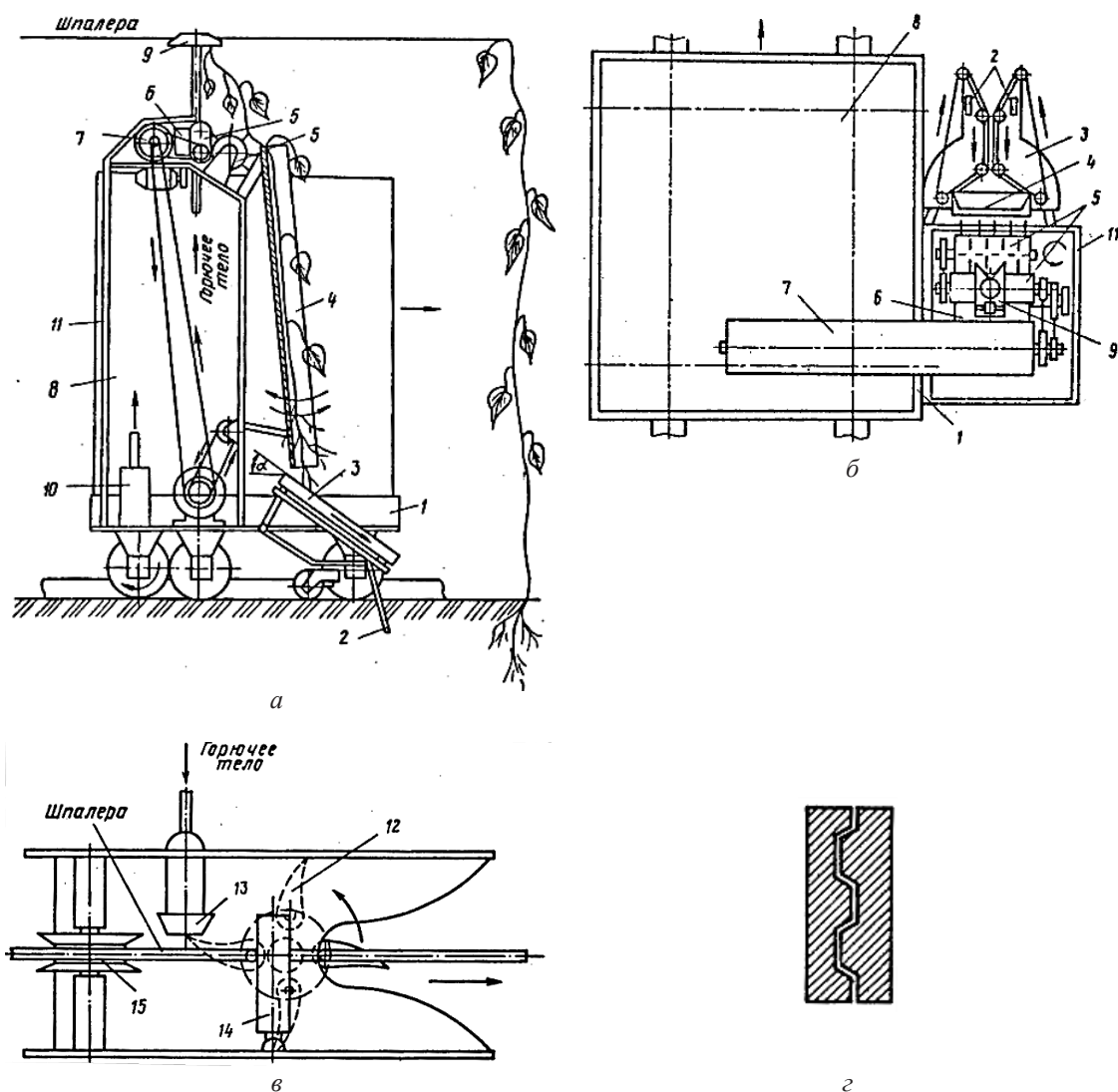


Рис. 4. Машина для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур: а – вид сбоку; б – вид сверху; в – рабочий орган для отделения растений от шпалеры и ее обеззараживания (общий вид); г – транспортная лента вырывающего устройства, сечение; 1 – транспортная платформа; 2 – рыхлитель; 3 – вырывающий аппарат с приводом; 4 – грохот; 5 – захватывающий битер с подающими вальцами; 6 – измельчитель; 7 – выгрузной транспортер; 8 – контейнер; 9 – рабочий орган; 10 – источник (емкости) горючего тела; 11 – рама; 12 – вращающиеся ножи с приводом; 13 – горелка; 14 – прижимной ролик; 15 – направляющий ролик

Транспортная платформа 1 представляет собой механизм, обеспечивающий движение машины, и имеет грузовую площадку, ведущие и направляющие колеса, электропривод (не показан).

Рыхлитель 2 предназначен для рыхления почвы в зоне корневой системы растений и состоит из двух ножей, расположенных под углом 10–15° к вертикальной оси машины. Плоскости ножей задней кромкой развернуты одна к другой. Ножи размещены на основании вырывающего аппарата таким образом, что корневая система растений при движении машины находится между ними. Рыхлитель имеет приспособление, позволяющее в рабочем положении опускать ножи в грунт, а в транспортном – их поджимать.

Вырывающий аппарат 3 предназначен для захвата стебля растения, выдергивания корневой системы из грунта и выполнен в виде двух установленных наклонно к грунту контактирующих между собой транспортных лент, образующих захватывающий ручей, включает себя ведущие и натяжные ролики, смонтированные на основании, которое прикреплено к раме. Угол наклона аппарата  $\alpha = 30\text{--}60^\circ$  регулируется в зависимости от культуры убираемых растений.

Грохот 4 служит для удаления земли с корней растений и представляет собой наклонно расположенный лоток, шарнирно прикрепленный в верхней части к раме. Возвратно-поступательное движение грохота осуществляется от электродвигателя, размещенного на нижней площадке рамы, посредством ременной передачи и кривошипного механизма.

Захватывающий битер 5 с подающими вальцами предназначен для захвата растения, освобожденного от грунта и от шпалеры, и подачи его в измельчитель, и выполнен в виде горизонтально размещенного поперек машины барабана с убирающимися эксцентричными пальцами, расположенными в шахматном порядке по его поверхности. Причем барабан установлен таким образом, что верхняя кромка лотка грохота находится выше его оси. Такое расположение битера относительно лотка не допускает захвата пальцами битера растения до извлечения корневой системы и грунта, что исключает обрыв корня. Подающие вальцы смонтированы параллельно барабану битера, представляют собой верхний и нижний пустотелые барабаны, облицованные эластичным материалом и соприкасающиеся между собой. Привод захватывающего битера и подающих вальцов, вращающихся встречно, осуществляется от вала выгрузного транспортера посредством ременной передачи.

Измельчитель 6 размещен на верхней площадке рамы, служит для измельчения растений с целью уменьшения объема массы и выполнен в виде гильотинных ножиц, оснащенных электроприводом.

Выгрузной транспортер 7 измельченной массы растений выполнен за одно целое с измельчителем и представляет собой шнековый транспортер, смонтированный на раме. Привод выгрузного транспортера осуществляется от электродвигателя посредством ременных передач.

Контейнер 8 предназначен для накопления измельченной массы растений и транспортировки ее в специально отведенное место. Контейнер устанавливается на грузовой площадке транспортной платформы.

Рабочий орган 9 предназначен для обрезания шпагата и стеблей растений со шпалеры, обжигания мест крепления растений к шпалере и ее обеззараживания и состоит из вращающихся ножей 12 с приводом, горелки 13, прижимного 14 и направляющего 15 роликов. Горелка сообщена с источником 10 горячего тела, размещенным на нижней площадке рамы.

Рама 11 шарнирно соединена с транспортной платформой 1 и имеет опорное колесо.

Машина работает следующим образом. Контейнер 8 помещают на грузовую площадку машины, устанавливают машину в междурядье на трубы надпочвенного обогрева таким образом, чтобы рабочий орган 9 расположился под шпалерой, при этом прижимной ролик 14 рабочего органа размещают сверху. Систему электропривода машины посредством кабеля, разматываемого с барабана-кабелеукладчика, подключают к сети. Подавая горячее тело от источника к горелке, зажигают ее с помощью электрозапальника. Затем с помощью электропривода приводят машину в движение, ножи рыхлителя 2 из транспортного положения 3 переводят в рабочее, погружая их в грунт. При движении машины рыхлитель 2 рыхлит почву, стебель растения попадает между транспортными лентами вырывающего аппарата 3, зажимается ими и перемещается вверх, освобождая корень из грунта. В конечный момент воздействия вырывающего аппарата 3 на стебель вращающиеся ножи рабочего органа 9 обрезают стебель и шпагат крепления растения к шпалере. Освобожденное от грунта и отделенное от шпалеры растение попадает на захватывающий битер 5, захватывается пальцами и перемещается по лотку грохота к подающим вальцам, которые вращаясь встречно, захватывают растение и подают его в измельчитель 6. Измельченная масса растительных остатков выгрузным транспортером 7 подается в контейнер 8. Сразу после обрезания стебля и шпагата крепления растения к шпалере пламенем горелки 13 рабочего органа 9 производится обеззараживание шпалеры, при этом сгорают оставшиеся на шпалере узелки шпагата и частички растений. По заполнении контейнера 8 измельченной массой машину возвращают к транспортному проезду. Машина обслуживается одним оператором.

На рис. 5 представлено устройство для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур (далее – устройство) (патент RU207865 [4]).

Устройство работает следующим образом. Стол 1 для приемки ботвы устанавливают в той части теплицы, где происходит обрезка со шпалеры ботвы овощных культур. Срезанная ботва поступает на горизонтальную часть стола 1, с помощью рабочей рукоятки 11 каток 9 опу-

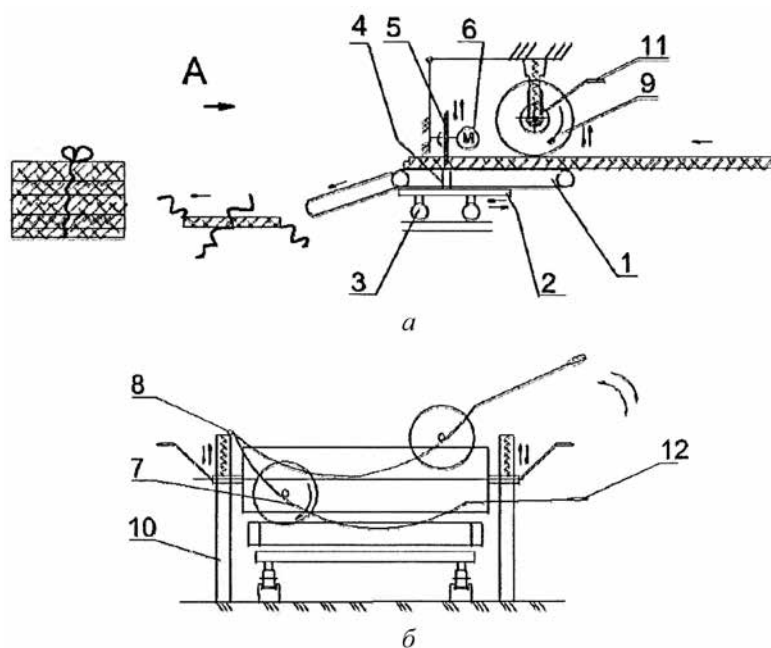


Рис. 5. Устройство для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур: *а* – общий вид устройства; *б* – по А-А (вид А); 1 – стол для приемки ботвы, имеющий горизонтальную и наклонную части; 2 – подвижная рама; 3 – колеса; 4 – прорезь; 5 – режущий инструмент; 6 – электродвигатель; 7 – направляющая; 8 – шарнир; 9 – каток; 10 – стойки; 11 – рабочая рукоятка катка; 12 – рабочая рукоятка направляющей

скают на ботву, включают электродвигатель (на чертеже условно не обозначен), и каток 9 расплющивает ботву. Подготовленная таким образом ботва подходит к режущему инструменту 5, включают электродвигатель режущего инструмента 6. Режущий инструмент 5 совершает возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости по направляющим 7, и одновременно в вертикальной плоскости посредством шарнира 8 и рукоятки 12, разрезает ботву, которая под действием силы тяжести зеленой массы по наклонной части стола 1 спускается на землю, где ее формируют в тюк и вывозят за пределы теплицы.

Зарубежные технологии и технические средства, применяемые для удаления растительных остатков тепличного производства овощной продукции и измельчения полученных органических отходов представлены следующими серийными машинами.

На рис. 6 представлен биоизмельчитель растительной массы Compact 140 фирмы Bio Bull (США) производительностью 2000–3500 м<sup>2</sup>/ч [5].

Биоизмельчитель Compact 140 предназначен для измельчения растительных остатков в теплицах площадью от 0 до 50 000 м<sup>2</sup> перед вывозом их на компостную площадку или на свалку.

Измельчитель устанавливается на дорожке в теплице, в междурядьях на полусекции раскладывается полотно для складирования срезаемых растений. Затем полотно подтягивается через вал к бункеру для погрузки растительных остатков. Растительные остатки для переработки должны быть свободны от металлических крючков.

В измельчителе установлен промышленный двигатель John Deere, John Deere типа 4045 HFU 140 л. с. при 1800 об./мин Common Rail Stage 3+/-100 кВт с турбонаддувом и охладителем.

Транспортировочная лента длиной до 200 метров и шириной до 600 мм оснащена гидравлическим приводом. Гидравлический привод работает за счет трех гидравлических насосов, работающих в отдельных системах. Насосы, установленные непосредственно на редукторе двигателя, обеспечивают равномерную подачу растительных остатков в машину на одной скорости с движением транспортировочного полотна.

Измельчитель оснащен V-образными ножами с приспособлением для заточки. Режущий барабан приводится в действие с помощью электрогидравлической муфты.

Выгрузка отходов происходит через транспортер с конвейерной ПВХ-лентой (рис. 7).





Рис. 6. Биоизмельчитель растительной массы Compact 140 фирмы Bio Bull



Рис. 7. Транспортёр для выгрузки отходов с конвейерной ПВХ-лентой

Для дистанционного управления измельчителем установлена система Netronic, которая позволяет оператору полноценно контролировать оборудование, находясь при этом на безопасном расстоянии от работающей машины.

На рис. 8 представлен подборщик-измельчитель Bio Chopper compact Tier 4 Final motor (TFC03) фирмы Weterings Machinery (Нидерланды) производительностью 2500–5000 м<sup>2</sup> в час [6].

Bio Chopper Compact подходит для измельчения различных культур, включая помидоры, перец, огурцы, баклажаны или клубнику.

Машина работает с транспортировочными матами, на которые помещаются растения. Транспортировочный мат движется и таким образом растения перемещаются к машине, а затем загружаются и измельчаются. Измельченные растения выгружаются в контейнер с помощью желоба, который можно опорожнить вилочным погрузчиком.

Bio Chopper выпускается в разных моделях:

- Bio Chopper Compact – самый компактный из всех моделей. Он способен обрабатывать от 2500 до 5000 м<sup>2</sup> в час. Bio Chopper Compact имеет относительно небольшую производительность. Он может обрабатывать тяжелые культуры, но на это уходит больше времени по сравнению с более мощными моделями Bio Chopper. Урожай транспортируется к машине с помощью автоматически скатываемой транспортной ленты;

- Bio Chopper PTO – более бюджетная альтернатива Bio Chopper Compact. В отличие от других моделей Bio Chopper, у Bio Chopper PTO нет собственного двигателя, зато его можно присоединить к трактору. С трактором мощностью 100 л.с. можно достичь производительности от 2500 до 5000 м<sup>2</sup> в час;

- Super Chopper Compact способен обрабатывать от 2500 до 6500 м<sup>2</sup> в час. Кроме того, Super Chopper на 50 % мощнее, чем Bio Chopper Compact. Эта дополнительная производительность со-



*a*



*б*

Рис. 8. Подборщик-измельчитель Bio Chopper compact Tier 4 Final motor (TFC03) фирмы Weterings Machinery (Нидерланды): *a* – подбор органических отходов; *б* – измельчение и выгрузка отходов в бункер

кращает время работы. Как и в случае с Bio Chopper, урожай транспортируется в измельчитель с помощью транспортной ленты;

– Mega Bio Chopper измельчает или рубит до 13 000 м<sup>2</sup> в час, что делает его самым мощным измельчителем. Большим преимуществом по сравнению с вышеупомянутыми моделями Bio Chopper является то, что Mega Bio Chopper позволяет загружать культуры с двух сторон одновременно с помощью двух вилочных погрузчиков с опрокидывающимися контейнерами объемом 3800 л.

### Выводы

1. Механизирован либо технологический процесс удаления растительных остатков (российские технические средства) либо технологический процесс подбора растительных остатков, частичного прессования, измельчения и транспортирования (зарубежные технические средства).

2. В отдельном случае технологический процесс прессования и измельчения реализован в конструкции российского технического средства.

3. Технологический процесс удаления растительных остатков в основном сводится к механизации операции обрезки шпагата и растительных остатков овощных культур со шпалер со сваливанием (спуском) растительных остатков в проход либо укладкой растительных остатков на упаковочный материал.

4. В отдельном случае технологический процесс удаления растительных остатков (вырывание корневой системы растений, удаление земли, обрезка шпагата и растительных остатков овощных культур со шпалер) совмещен с технологическим процессом обеззараживания шпалеры, измельчения растительных остатков и погрузки их в контейнер для последующей транспортировки.
5. Операция отделения шпагата от растительных остатков не механизирована.

#### **Список использованных источников**

1. Пат. 155434 Российская Федерация, МПК А01D 23/00 (2006.01). Машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур / Левченко Г. В., Левченко В. Ф., Андреев Н. А., Ишентаев Э. Д., Жбанов Е. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – № 2015118517/13; заявл. 19.05.2015; опубл. 10.10.2015; Бюл. № 28. – 3 с: ил.
2. Пат. 165935 Российская Федерация, МПК А01D 23/00 (2006.01). Машина для обрезки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур / Андреев Н. А., Левченко Г. В., Левченко В. Ф., Везиров А. О., Решетов С. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» – № 2016110174/13; заявл. 21.03.2016; опубл. 10.11.2016; Бюл. № 31. – 2 с: ил.
3. А.с. 1419573 СССР, МКИ51 А01D 45/00. Машина для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур / Кожевников Г. Н., Никульшин В. А., Липов Ю. Н.; заявитель и патентообладатель ВИСХОМ – № 4121241/30–15; заявл. 22.09.1986; опубл. 30.08.1988; Бюл. № 32. – 5 с: ил.
4. Пат. 207865 Российская Федерация, МПК А01D 45/00 (2006.01), А01D 82/00 (2006.01). Устройство для уборки тепличных растительных остатков шпалерных овощных культур / Левин В. И.; заявитель и патентообладатель Левин Василий Иванович – № 2020139642; заявл. 01.12.2020; опубл. 22.11.2021; Бюл. № 33. – 5 с: ил.
5. Измельчитель стеблей и растительных остатков (био чоппер) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interagro.info/services/teplchinye-kompleksy/izmelchitel-stebley-i-rastitelnykh-ostatkov-bio-chopper/?ysclid=lt77is-v7d9844314511>. – Дата доступа: 16.02.2024.
6. Сайт компании Royal Brinkman [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://royalbrinkman.ru/katalog-mekhanicheskoe-oborudovanie/bio-choppers>. – Дата доступа: 19.02.2024.

**В. Н. Гутман**, канд. техн. наук, доцент, **Е. А. Моржало**

*УО «Барановичский государственный университет»  
г. Барановичи, Республика Беларусь  
E-mail: gutman.v.n@gmail.com; morzhalo2015@mail.ru*

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛЕМЕННОГО СВИНОВОДСТВА В БЕЛАРУСИ (БЕЛГИБРИД)**

*Аннотация.* В статье рассмотрены задачи инновационной системы племенного свиноводства, разработка полнокомплектного станочного оборудования для всех половозрастных групп животных племфермы (нуклеус).

*Ключевые слова:* инновации, племенное свиноводство, станочное оборудование, система кормления, микроклимат.

**V. N. Gutman**, Ph.D. in Engineering sciences, Assoc. Professor, **E. A. Morzhalo**

*EE “Baranovichi State University”  
Baranovichi, Republic of Belarus  
E-mail: gutman.v.n@gmail.com; morzhalo2015@mail.ru*

## **TECHNICAL SUPPORT FOR INNOVATIVE PIG BREEDING SYSTEM IN BELARUS (BELHYBRID)**

*Abstract.* The article discusses the tasks of an innovative system of breeding pig breeding, the development of complete machine equipment for all age and sex groups of animals in the breeding farm (nucleus).

*Keywords:* innovations, pig breeding, machine equipment, feeding system, microclimate.

### **Введение**

Для обеспечения инновационной системы племенного свиноводства в республике в части технического обеспечения племфермы на 500 свиноматок (нуклеус) и репродуктора первого порядка на 1000 свиноматок в Государственном предприятии «ЖодиноАгроПлемЭлита» в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» лабораторией механизации и автоматизации технологических процессов в свиноводстве и птицеводстве было разработано полнокомплектное станочное оборудование для всех шести половозрастных групп свиней. ГП «Экспериментальный завод» и заводом горячего оцинкования ГП «Конус», входящими в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», было совместно изготовлено все станочное оборудование, проведен монтаж и ввод его в эксплуатацию. Пластиковые решетчатые полы к станочному оборудованию поставил завод ОАО «Термопласт», освоивший их серийное производство по разработанной совместно с лабораторией технической документации. Импортозамещающий эффект по двум объектам составил более 2 млн евро. Для оснащения других репродукторов первого порядка на 1000 свиноматок инновационной системы племенного свиноводства возможно использование оборудования, разработанного в Центре, для всех технологических процессов на свинокомплексах: содержания, кормления сухими и влажными кормами, создания микроклимата, удаления навоза.

Основными задачами инновационной системы племенного свиноводства являются:

1. Повышение эффективности производства свинины на основе создания современных систем селекции, кормления и содержания животных.
2. Обеспечение производства конкурентоспособной свинины в Республике Беларусь в объемах не менее 500 тысяч тонн.
3. Получение высокопродуктивного белорусского гибрида (БелГибрид) с показателями: среднесуточный прирост – 800–900 грамм, затраты корма на 1 кг прироста не более 3,0 кг, возраст достижения живой массы 100 кг 160–165 дней, содержание мяса в туше – 65%, толщина шпика – 14–15 мм.

4. Создание системы селекционно-племенной работы, направленной на получение в короткие сроки конкурентоспособных пород, типов и гибридов свиней, адаптированных к условиям промышленного производства.

5. Создание высокотехнологичных племенных ферм (нуклеусов) по разведению пород белорусской селекции: крупной белой, белорусской мясной (ландраса), белорусской черной-пестрой, дюрок и пьетрен, с выдающимися племенными и продуктивными качествами.

6. Создание сети племпродуктов по тиражированию племенного поголовья с выходом на мировые стандарты по репродуктивным, откормочным и мясным качествам.

### Основная часть

Система племенного свиноводства «БелГибрид» основана на создании селекционной пирамиды, на вершине которой находится селекционно-генетический центр по свиноводству (СГЦС) НПЦ НАН Беларуси по животноводству в составе племенной фермы «Нуклеуса» и репродукторов первого порядка.

Система племенного свиноводства состоит из трех селекционно-генетических уровней и уровня по получению БелГибрида.

Первый уровень: племенная ферма «Нуклеус» в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» ежегодно производит 4 тыс. свинок GGP и 2 тыс. хрячков GGP (прапрародительской формы) исходного генетического племенного ядра, которые поступают для дальнейшего размножения на племпродукты первого порядка.

Технологически наиболее сложными и наукоемкими структурными элементами системы являются:

– репродукторная ферма на 500 основных свиноматок. Назначение – создание новых высокопродуктивных генотипов свиней, обеспечивающих производство высокорентабельной свинины, соответствующей мировым требованиям;

– репродуктор первого порядка на 1 тыс. основных свиноматок. Назначение – размножение высокоценного племенного материала – прородительских форм свиноматок для комплектования племенных ферм товарных комплексов Минской, Витебской, Гомельской и Могилевской областей.

На вершине системы племенной работы в свиноводстве «БелГибрид», разработанной учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», по принципу пирамиды находится селекционно-генетический центр.

Основу центра составляет племенная репродукторная ферма-нуклеус на 500 основных свиноматок. Ферма введена в эксплуатацию в 2009 году, укомплектована импортным высокоценным в генетическом отношении молодняком пород йоркшир и ландрас. Каждый сектор разделен на отдельные секции, оснащенные автономной системой обеспечения микроклимата и автоматизированной системой кормления (рис. 1).

В секторе 12 секций, вмещающих 24 индивидуальных станка. В каждом станке 1 свиноматка. Животные содержатся на решетчатых полах. Для поросят предусмотрены обогревающие панели.



Рис. 1. Технологические показатели системы БелГибрид

Сектор «Воспроизводство» предназначен для содержания 17 хряков производителей в индивидуальных станках, 310 ремонтных свинок, 381 осеменных свинок в индивидуальных станках.

Автоматизированные кормовые станции обеспечивают индивидуальное кормление по запросу с учетом физиологического состояния и планируемой продуктивности.

Сектор «Опоросы» предназначен для содержания свиноматок за 3 дня до опороса и 28 дней с поросятами-сосунами.

Секция «Выращивание» на 3042 головы предназначена для содержания поросят-отъемышей с 28 по 105 день в 6 секциях по 24 станка в каждой.

Сектор «Выращивание племенных свинок» включает два здания, каждое из них разделено на 3 секции по 320 мест и секцию на 120 мест.

Сектор «Откорм» включает 2 здания, каждое разделено на 6 секций по 261 голов и 1 секцию на 312 голов. Свины содержатся в групповых станках по 22 головы 98 дней [1].

Таблица 1. Сравнительные показатели экономической эффективности системы БелГибрид для Республики Беларусь

№ п/п	Наименование показателей	Базовая технология	Технология БелГибрид
1	Среднесуточный прирост, г	600	900
2	Затраты корма, кг	4,2	3,0
3	Толщина шпика, мм	24	14–16
4	Мясность, %	59	65–67
5	Дополнительная свинина, тонн		150000
6	Окупаемость, лет		4

Комплектное станочное отечественное оборудование для содержания всех технологических групп свиней поставлено ГП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с заводом горячего оцинкования ГП «Конус» на инновационные объекты НАН Беларуси в НЦП НАН Беларуси по животноводству, в племферму «Нуклеус» на 500 свиноматок и репродуктор первого порядка на 1000 свиноматок с импортзамещающим эффектом более 2 млн евро.



Рис. 2. Станки для содержания племенных животных: а – станок для опороса с подогревом СОП-1; б – станок для ремонтных маток СРМ; в – станок для осеменения свиноматок СОС-1; з – станок для свиней на откорме ССО

Общий объем импортозамещения оборудования, разработанного РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и поставленного на свинокомплексы республики, составил более 10 млн евро. Пример станочного оборудования для содержания племенных свиней показан на рис. 2.

Для оснащения других репродукторов первого порядка на 1 тыс. свиноматок инновационной системы племенного свиноводства возможно использование оборудования, разработанного РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (табл. 2) [2].

*Таблица 2. Инновационное технологическое оборудование для свиноводства, разработанное в Республике Беларусь*

№	Наименование оборудование	Марка
1	Станок для опоросов с подогревом	СОП-1
2	Станок для осеменения свиноматок	СОС-1
3	Станок для ремонтных маток	СРМ
4	Станок для содержания хряков	ССХ
5	Станок для содержания поросят на дорастивание	СДП
6	Станок для откорма свиней	ССО
7	Комплект оборудования для жидкого кормления свиней	КОЖК
8	Оборудование для раздачи сухих кормов	ОРСК
9	Комплект многократного автоматизированного кормления свиней	КОМК
10	Комплект оборудования для приготовления и раздачи сухого корма	КОПК
11	Станция автоматизированного индивидуального кормления свиноматок	САИК
12	Комплект вентиляционного оборудования	КОВ

### Заключение

Введенные ранее в эксплуатацию племферма (нуклеус) на 500 свиноматок и репродуктор первого порядка на 1000 свиноматок работают стабильно на отечественном станочном оборудовании. Разработанное технологическое оборудование для содержания элитных свиней, представленное в табл. 2, позволяет обеспечить репродукторы первого порядка на 1000 свиноматок и другие товарные свинокомплексы в Республике Беларусь отечественным оборудованием, не уступающим по своим техническим параметрам зарубежным образцам.

### Список использованных источников

1. Перспективные решения развития экспериментальной базы для технологии воспроизводства элитных свиней / Н. А. Попков [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию со дня образования Ин -та механизации сельского хозяйства Акад. Наук БССР, Минск, 17–19 окт. 2007 г.: в 2 т. / Нац. акад. наук. Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; ред. В. Н. Дашков, П. Н. Гарост. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 116–121.
2. Гутман В. Н. Опыт технического обеспечения свинокомплексов современным отечественным оборудованием / В. Н. Гутман, А. А. Попов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материал международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения академика С. И. Назарова (Минск, 19–20 октября 2023 г.) / НАН Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2023. – С. 267–269.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Вступительное слово</b> .....	3
<b>Китиков В. О., Комлач Д. И., Крук И. С.</b> Владимир Николаевич Дашков. Современник и труженик белорусской агроинженерной науки.....	4
<b>Комлач Д. И., Перепечаев А. Н.</b> «Точное» сельское хозяйство как инновационный путь развития АПК Республики Беларусь.....	11
<b>Карпович С. К., Комлач Д. И., Жилич Е. Л., Цалко С. А., Рогальская Ю. Н., Никончук В. В., Бернацкая Д. В., Екельчик О. Л.</b> Ресурсосберегающие технологии при обслуживании кормового стола крупного рогатого скота.....	18
<b>Комлач Д. И., Никончук В. В., Бернацкая Д. В., Кот А. Н., Горлов И. Ф., Скрипин П. В., Козликин А. В., Радчикова Г. Н., Ярмош В. В.</b> Эффективность разных способов кормления молодняка крупного рогатого скота.....	23
<b>Комлач Д. И., Жилич Е. Л., Цалко С. А., Цай В. П., Сложенкина М. И., Радчиков В. Ф., Бесараб Г. В., Джумкова М. В., Карелин В. В.</b> Влияние консерванта-обогапителя на качество кукурузного силоса.....	27
<b>Комлач Д. И., Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н., Цай В. П., Сложенкина М. И., Радчикова Г. Н., Глинкова А. М., Измайлович И. Б., Садовов Н. А.</b> Эффективность скармливания молодняку купного рогатого скота энергетической добавки.....	33
<b>Комлач Д. И., Цалко С. А., Екельчик О. Л., Сапсалёва Т. Л., Горлов И. Ф., Цай В. П., Бесараб Г. В., Джумкова М. В., Базылев М. М.</b> Эффективность скармливания молодняку купного рогатого скота разных доз рапсового масла.....	38
<b>Бакач Н. Г., Жилич Е. Л., Цалко С. А., Рогальская Ю. Н., Никончук В. В.</b> К вопросу автоматизации процессов приготовления и выдачи кормосмесей на свиноводческих фермах и комплексах.....	43
<b>Бакач Н. Г., Жилич Е. Л., Никончук В. В., Бернацкая Д. В., Астренков А. В., Вилькевич А. В., Радчиков В. Ф.</b> Влияние разных способов кормления на эффективность выращивания карпа.....	49
<b>Бакач Н. Г., Никончук В. В., Бернацкая Д. В., Кот А. Н., Радчиков В. Ф., Серяков И. С., Петров В. И.</b> Эффективность скармливания молодняку купного рогатого скота кобальта в органической форме.....	56
<b>Бакач Н. Г., Рогальская Ю. Н., Богданович И. В.</b> Эффективность скармливания зерна кукурузы телятам в возрасте 10-65 дней.....	61
<b>Бакач Н. Г., Никончук В. В., Радчиков В. Ф., Сапсалёва Т. Л., Богданович И. В.</b> Влияние цельного и дробленого зерна кукурузы в составе комбикорма на продуктивность телят.....	67
<b>Бакач Н. Г., Гецман С. А., Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н.</b> Исследование процесса позиционирования доильного оборудования на вымени коров.....	73
<b>Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н.</b> Процесс позиционирования доильного оборудования на вымени коров при роботизированной технологии доения.....	78
<b>Радчикова Г. Н., Салаев Б. К., Кот А. Н., Глинкова А. М., Ярмош В. В., Шарейко Н. А., Букас В. В., Жилич Е. Л.</b> Эффективность выращивания телят в послемолочный период.....	83
<b>Радчиков В. Ф., Натыров А. К., Пилюк В. Н., Бесараб Г. В., Ганущенко О. Ф., Возмитель Л. А., Цалко С. А.</b> Кормление молодняка овец с использованием местных минеральных веществ.....	89
<b>Радчиков В. Ф., Цай В. П., Глинкова А. М., Малявко И. В., Менякина А. Г., Гамко Л. Н., Рогальская Ю. Н.</b> Продуктивность молодняка купного рогатого скота при разной подготовке зерна к скармливанию ...	93
<b>Радчикова Г. Н., Салаев Б. К., Убушаев Б. С., Убушиева А. В., Глинкова А. М., Кот А. Н., Никончук В. В.</b> Система кормления телят с использованием заменителя обезжиренного молока.....	98
<b>Кот А. Н., Натыров А. К., Мороз Н. Н., Убушиева В. С., Радчиков В. Ф., Глинкова А. М., Бернацкая Д. В.</b> Влияние способа скармливания заменителя цельного молока на эффективность выращивания телят.....	102
<b>Ковалевская Ю. Ю., Сапсалёва Т. Л., Измайлович И. Б., Садовов Н. А., Токарев В. С., Долженкова Е. А., Возмитель Л. А., Екельчик О. Л.</b> Влияние качества протеина на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота.....	107
<b>Голуб И. А., Маслинская М. Е., Сапсалёва Т. Л., Радчиков В. Ф., Скрипин П. В., Козликин А. В., Цалко С. А.</b> Жмых льна-долгунца в кормлении телят.....	113
<b>Радчиков В. Ф., Менякина А. Г., Сапсалёва Т. Л., Бесараб Г. В., Голуб И. А., Маслинская М. Е., Никончук В. В.</b> Эффективность использования жмыха льна масличного в кормлении молодняка крупного рогатого скота.....	118



<b>Кот А. Н., Радчиков В. Ф., Серяков И. С., Райхман А. Я., Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н.</b> Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота цинка в органической и минеральной формах .....	124
<b>Кот А. Н., Радчиков В. Ф., Серяков И. С., Райхман А. Я., Петров В. И., Жилич Е. Л.</b> Возможность и эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота органического хрома.....	128
<b>Сапсалёва Т. Л., Малявко И. В., Гамко Л. Н., Радчикова Г. Н., Бесараб Г. В., Астренков А. В., Рогальская Ю. Н., Бернацкая Д. В.</b> Влияние разных способов кормления на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота .....	134
<b>Бесараб Г. В., Сапсалёва Т. Л., Астренков А. В., Натынчик Т. М., Приловская Е. И., Цалко С. А.</b> Физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион карбамидного концентрата... ..	140
<b>Цай В. П., Цалко С. А., Екельчик О. Л.</b> Мясная продуктивность и качество продуктов убоя бычков при использовании солодовых ростков в составе рационов .....	144
<b>Цай В. П., Цалко С. А.</b> Переваримость и использование питательных веществ рационов бычками при скармливании солодовых ростков.....	152
<b>Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н., Цалко С. А., Никончук В. В.</b> Исследование вопроса формирования и поддержания микроклимата на молочно-товарных фермах и комплексах.....	158
<b>Жилич Е. Л., Рогальская Ю. Н., Никончук В. В.</b> К вопросу определения живой массы и упитанности КРС..	164
<b>Голдыбан В. В.</b> Терминология инженерного проектирования посредством подражания природным объектам ..	171
<b>Романович А. А., Жилич Е. Л.</b> Теоретические исследования конструкций применяемых пододвигателей кормов на фермах и комплексах КРС .....	174
<b>Романович А. А., Жилич Е. Л., Цалко С. А.</b> Легкоусвояемый корм для кормления телят.....	181
<b>Бегун П. П., Микульский В. В., Лепешкин Н. Д.</b> Обоснование разработки широкозахватной механической зерновой сеялки с централизованной системой высева.....	186
<b>Жешко А. А., Ленский А. В., Эрдэнэтуяа Б., Нямгэрэл Б.</b> Особенности расчета технологических операций при возделывании зерновых культур с учетом производственных условий Монголии и Республики Беларусь .....	190
<b>Жешко А. А.</b> Способы снижения потерь минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур.....	195
<b>Дыба Э. В., Трофимович Л. И.</b> Актуальность разработки погрузочно-транспортного средства с автоматизированным захватывающим устройством.....	201
<b>Дыба Э. В., Трофимович Л. И.</b> Разработка конструктивно-технологической схемы и алгоритма функционирования захватывающего устройства для автоматизированного подбора и загрузки спрессованных кормов на транспортную платформу.....	206
<b>Пылило И. С., Тарима А. И., Колешко С. П., Перепечаев А. Н.</b> Возделывание льна-долгунца в Беларуси....	212
<b>Иванников А. Б., Крохта Г. М., Кононенко Н. В.</b> Использование теплоты отработавших газов в машинно-тракторном агрегате... ..	216
<b>Капустин Н. Ф.</b> Исследование тепловлажностных характеристик подстилочного материала на основе твердых сепарированных отходов КРС .....	222
<b>Лепёшкин Н. Д., Микульский В. В., Мижурин В. В., Пётух А. В.</b> Обоснование конструктивной схемы, разработка и испытания экспериментального образца навесного оборотного 4-х корпусного плуга с изменяемым центром масс к тракторам «БЕЛАРУС-1221».....	227
<b>Жешко А. А.</b> Краткая характеристика почвы как объекта взаимодействия с рабочими органами машин для внутрипочвенного внесения удобрений .....	232
<b>Воробей А. С., Голдыбан В. В., Бабак Ю. Н., Курилович М. И.</b> Определение влияния вакуумметрического давления на режимы работы пневматической высаживающей системы.....	237
<b>Филиппов А. И., Лепёшкин Н. Д., Иванович О. В.</b> Эффективность послепосевного прикатывания при посеве овса сеялкой СПУ-6.....	240
<b>Юрин А. Н., Викторovich В. В., Захаров А. В.</b> Обоснование способа подбора и измельчения органических отходов тепличного производства .....	244
<b>Юрин А. Н., Викторovich В. В., Захаров А. В.</b> Анализ технологий и технических средств сбора и измельчения растительных остатков тепличного производства .....	250
<b>Гутман В. Н., Моржало Е. А.</b> Техническое обеспечение инновационной системы племенного свиноводства в Беларуси (БелГибрид) .....	260

Научное издание

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС  
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Материалы**

**Международной научно-практической конференции**

*(Минск, 17–18 октября 2024 г.)*

Ответственный за выпуск *О. Н. Пручковская*

Редактор *А. И. Маслякова*

Художественный редактор *В. В. Домненков*

Компьютерная верстка *Л. И. Кудерко*

Подписано в печать 13.11.2024. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 30,92. Уч.-изд. л. 22,1. Тираж 120 экз. Заказ 232.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом  
«Беларуская навука». Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017.

Ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск.