

МЕХАНИЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА
MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

УДК 636.22/.28.084.1:636.085.68
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-2-226-234>

Поступила в редакцию 25.06.2019
Received 25.06.2019

**В. И. Передня¹, Ю. А. Цой², Н. Г. Бакач¹, В. Ф. Радчиков³,
А. А. Романович⁴, Е. Л. Жилич¹**

¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства, Минск, Беларусь

²ФБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

³Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Минская область, Беларусь

⁴Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД**

Аннотация: Высокая молочная продуктивность взрослых животных находится в прямой зависимости от условий выращивания и кормления телят в молочный период. Поскольку крупный рогатый скот обладает низкой так называемой «критической температурой», то это свойство организма целесообразно использовать при выращивании телят на открытом воздухе круглогодично в индивидуальных домиках. Известно, что среди всего комплекса факторов, влияющих на интенсивный рост телят, наибольшего внимания заслуживают качество корма и способ кормления телят в первые периоды постэмбрионального развития молодняка от рождения до 12 месяцев. С целью снижения расхода цельного молока на кормление телят и ускорения развития пищеварительного тракта у телят в ранние сроки жизни при высоких приростах живой массы на практике пытаются осуществить путем введения в рацион кормления растительных кормов. Однако растительные корма, даже высокоэнергетические (зерно злаковых и бобовых культур), содержащие большое количество белков, углеводов, крахмала и т.д., перевариваются телятами очень медленно и в незначительных количествах. Показано, что для ликвидации этих недостатков целесообразно производить экструдирование всех растительных кормов. В статье подробно описаны технология и устройство для приготовления легкоусвояемых кормов на основе зернобобовых культур для кормления телят молочного периода, позволяющие при скармливании ускорить развитие пищеварительного тракта в ранние сроки жизни телят при высоких приростах живой массы, уменьшать расход цельного молока или его заменителей и затраты энергии на его производство. Проведенные исследования по изучению влияния скармливания кормового концентрата молодняку крупного рогатого скота в молочный период показали повышение продуктивности на 6,6 % и снижение затрат кормов на 5,73 %. **Благодарности.** Исследования выполнены в рамках научно-технической программы Союзного государства «Разработка инновационных энергосберегающих технологий и оборудования для производства и эффективного использования биобезопасных комбикормов для ценных пород рыб, пушных зверей и отдельных видов животных».

Ключевые слова: молочный период, кормление, цельное молоко, сухой концентрат, растительные корма, усвояемость, экструдирование, смешивание, зернобобовые культуры

Для цитирования: Инновационная технология и оборудование для выращивания телят в молочный период / В. И. Передня, Ю. А. Цой, Н. Г. Бакач, В. Ф. Радчиков, А. А. Романович, Е. Л. Жилич // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2020. – Т. 58, № 1. – С. 226–234. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-2-226-234>

Vladimir I. Perednya¹, Yuri A. Tsoy², Nikolay G. Bakach¹, Vasily F. Radchikov³,
Anastasia A. Romanovich⁴, Evgeny L. Zhilich¹

¹The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture,
Minsk, Belarus,

²FBNU FNATS VIM, Moscow, Russian Federation,

³The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus,

⁴The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture,
Minsk, Belarus

INNOVATIVE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR CALVES REARING DURING PREWEANING PERIOD

Abstract: High dairy performance of adult animals is directly dependent on the conditions of calves growing and feeding during the preweaning period. Since cattle has a low so-called “critical temperature”, it is advisable to use this property of the body when rearing calves in the open air year-round in individual houses. It is known that among the entire complex of factors affecting the intensive growth of calves, the quality of food and the method of calves feeding in the first periods of postembryonic development of young animals from birth to 12 months deserve the most attention. In order to reduce consumption of whole milk for feeding calves and accelerate development of digestive tract in calves in early life period with high body weight gains, in practice specialists try to achieve it by introducing plant foods into diets for calves. However, plant feeds, even high-energy ones (cereals and legumes), containing large amount of protein, carbohydrates, starch, etc., are digested by calves very slowly and in small quantities. It is shown that to eliminate these drawbacks it is advisable to extrude all the plant feeds. The paper describes in detail the technology and equipment for preparing easily digestible feeds based on legumes for calves feeding during preweaning period, allowing to accelerate the development of digestive tract in the early life period of calves with high body weight gains, reduce consumption of whole milk or its replacers and energy costs for its production. Studies on the effect of feeding young cattle with feed concentrate during preweaning period showed increase in performance by 6.6 % and a decrease in feed costs by 5.73 %. **Acknowledgments.** The research was carried out as part of the Union State Research and Technical Program “Development of innovative energy-saving technologies and equipment for production and efficient use of biosafe feed for valuable breeds of fish, fur animals and specific species of animals”.

Keywords: calves, dairy period, feeding, whole milk, dry concentrate, plant feed, digestibility, extrusion, mixing, legumes

For citation: Perednya V.I., Tsoy Yu.A., Bakach N.G., Radchikov V.F., Romanovich A.A., Zhilich E.L. Innovative technology and equipment for calves rearing during preweaning period. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seriya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2020, vol. 58, no 1, pp. 226–234 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-2-226-234>

Введение. Продуктивность и другие качества крупного рогатого скота обусловлены его генотипом. Однако проявление возможного потенциала генотипа находится в прямой зависимости от условий выращивания и кормления телят в молочный период. Как следствие, выращиваемому молодняку необходимо создавать такие условия содержания и кормления, которые обеспечат нормальный рост и развитие [1, 2]. Согласно зоотехническим исследованиям, потенциал молочной продуктивности коровы закладывается уже на этапе выращивания телят и на 60 % и более зависит от условий выращивания и кормления [3].

Крупный рогатый скот обладает самой низкой так называемой «критической температурой», при которой протекающие в организме животного физиологические процессы обеспечивают наиболее экономичный уровень обмена веществ и образования тепла. Такая особенность организма животного позволяет легко адаптироваться к низким температурам окружающей среды [3].

Цель работы – разработать инновационную технологию и оборудование для выращивания телят в молочный период.

Основная часть. В последние годы во многих хозяйствах Беларуси находит применение метод круглогодичного выращивания телят в индивидуальных домиках на открытом воздухе. В этом случае каждый теленок приобретает специфическую для него микрофлору, при взаимодействии с которой он нормально развивается. Выращивание новорожденного теленка в индивидуальном домике в значительной степени профилактирует и желудочно-кишечные и респираторные заболевания [3]. Кроме того, находясь на открытом воздухе, теленок постоянно подвергается ультрафиолетовому облучению, закаливается и имеет возможность свободно двигаться, что способствует повышению его естественной устойчивости, улучшению обмена веществ и ускорению энергии роста¹ [4].

¹ Гигиена содержания телят : учеб.-метод. пособие / В. А. Медведский [и др.] ; Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины, Каф. гигиены животных. Витебск : ВГАВМ, 2017. 26 с.

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству разработала проект легкого пластикового навеса – для содержания телят молочного периода (рис. 1). Такие навесы установлены на МТФ «Устье» Оршанского района. Установлено, что при выращивании телят в индивидуальных домиках-профилакториях у них повышается обмен веществ, возрастают показатели защитных сил организма (лизонимная и бактерицидная активность сыворотки крови, фагоцитарная активность лейкоцитов и т.д.). Кроме того, в зоне обитания теленка в несколько раз была снижена бактериальная загрязненность воздуха по сравнению с коровниками, практически отсутствовал аммиак, сероводород и другие вредные газы. Как показали исследования, содержание новорожденных телят в индивидуальных домиках на открытом воздухе позволяет выращивать здоровый молодняк, в то же время этот способ не компенсирует технологических и зоотехнических требований по кормлению молодняка в молочный период.

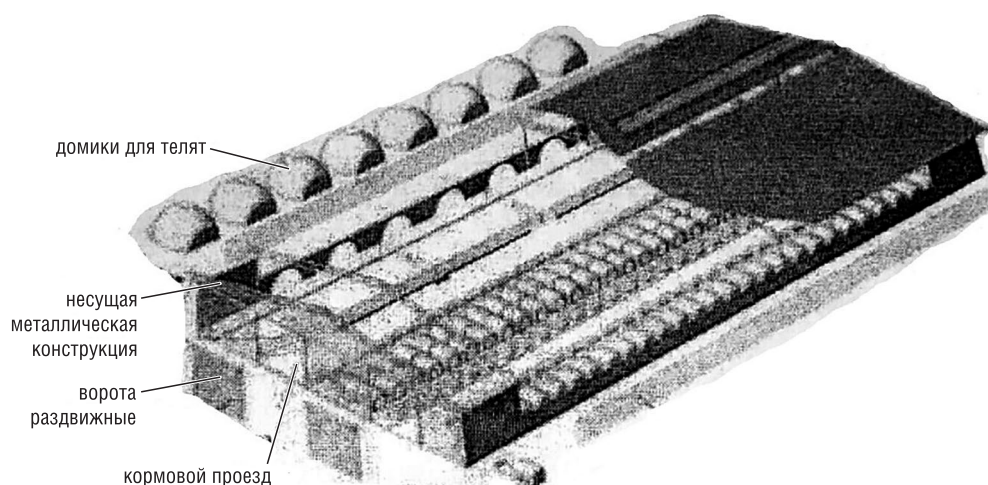


Рис. 1. Объемно-планировочные решения навеса для телят, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, 2018 г.

Fig. 1. Space-planning solutions for calf shed, Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, 2018

В первые дни после рождения единственным кормом для теленка является молозиво. Выпаивание его начинается через 1–1,5 ч после рождения. Молозиво в первый день значительно богаче по питательности обычного молока и содержит в два раза больше сухих веществ, белков альбумина и глобулина, выполняющих защитные функции организма. В первом удое молозива содержит 15–17 % белков, из них около 10–12 % глобулинов. После выпаивания телятам молозива в их крови увеличивается количество глобулинов. На 3–4-й день молозиво практически не отличается от обычного молока [3].

У новорожденного теленка функционирует только сыгуч, преджелудок не работает, поэтому он может усваивать исключительно жидкую молочную пищу. Дают ее не менее трех раз в день и только из сосковой поилки. В этом случае жидкий корм поступает в рот постепенно и хорошо смешивается со слюной.

Как отмечают многие исследователи, после 5–6 дней жизни телят надо приучить к поеданию и растительных кормов (сена, концентратов) [1–3]. Так, по данным П. Д. Пшеничного [5], при правильном кормлении телят усиливается рост преджелудков, которые особенно сильно увеличиваются начиная с месячного возраста, при этом наиболее интенсивно растет рубец, к 30–45 дням увеличивается на уровне сыгуча (отношение их объемов составляет примерно 1 : 1) и теленок может потреблять кроме молока и растительные корма. С 3-недельного возраста у телят начинается становление жвачного процесса, т.е. происходит переход от кишечного пищеварения к желудочному. Возраст перехода от кишечного к желудочному можно ускорить за счет более раннего приучения телят к потреблению значительного количества растительных кормов. Эту физиологическую особенность становления, как отмечает профессор С.И. Плященко [3], у молодняка крупного рогатого скота нужно использовать полнее [3]. Переход от кишечного пищеварения

к желудочному сопровождается изменением в ферментативной деятельности пищеварительного тракта. Так, при переходе на растительные корма у молодняка в 3,5–4 раза увеличивается выделение пищеварительных соков, в 3 раза возрастает количество химуса [3, 6, 7].

Несмотря на это поедаемые даже высококалорийные растительные корма, такие как зерновые, злаковые и бобовые культуры, усваиваются в рубце телят молочного периода медленно и в небольших количествах по многим причинам. Так, в зернах злаковых и бобовых культур содержится большое количество белков, жиров, углеводов, но, как известно, белки в зерне откладываются в значительных количествах в специализированных субклеточных формах – нейроновых зернах, окруженных единой мембраной, и содержащих кристаллические белковые тела, что затрудняет их усвоение [8, 9]. Кроме того, зерна злаковых культур наряду с белками содержат много крахмала, усвоение которого у животных происходит медленно – не более 20–25 % [10–12].

Альтернативы растительным кормам для ускоренного роста рубца пока нет.

В 1974 г. Р. Робинсон получил патент на скормливание телятам соевой муки, разведенной в воде, из сосковой поилки [13]. Недостатком данного способа кормления телят является то, что соевая мука без встряхивания и перемешивания в сосковой поилке выпадает в осадок и только частично попадает животным. Кроме того, соевая мука плохо усваивается телятами из-за несовершенного в данный период развития пищеварительного тракта и наличия в ней антипитательных веществ.

Известен другой способ выращивания телят молочного периода, суть которого заключается в том, что начиная с 6–8-дневного возраста телятам скормливают повышенные дозы цельного молока – 8–10 кг вместо рекомендуемых 4–5 кг до 2-месячного возраста и приучению их к раннему (с 6–8-дневного возраста) поеданию растительных кормов. Для этого концентрированные корма (мелкого размолотый овес) и люцерновое сено скормливают в виде сухого корма или поилки [9, 13]. Недостатком данного способа выращивания телят является то, что телят, как отмечалось выше, в раннем возрасте (с 6–8-дневного возраста) пищеварительный тракт еще слабо развит и слабо усваивает концентрированные корма, содержащие белок, крахмал и т.д., даже мелко измельченные, в которых также имеются и антипитательные вещества [14–17].

Известен еще один способ выращивания и кормления телят молочного периода, заключающийся в том, что начиная с 5-дневного возраста телятам выпаивают смесь цельного молока с добавлением суспензии проваренного зернового корма или комбикорма со снижением нормы выпойки цельного молока за первые месяцы жизни с 350 до 160 кг. Недостатком данных способов выращивания и кормления телят является то, что уменьшение количества выпаивания цельного молока с 5-дневного возраста не приводит к увеличению поедания и усвояемости концентрированных кормов в связи с недоразвитым пищеварительным трактом по перевариванию концентрированных кормов. Кроме того, этот способ приводит к усложнению процесса приготовления и скормливания концентрированных кормов, так как требуется включить дополнительный процесс варки зернового корма и вызывает осложнения при выпаивании, поскольку из суспензии большая часть корма выпадает в осадок, что затрудняет процесс выпойки². Из приведенных патентов видно, что для ускорения развития желудочно-кишечного тракта телят в состав молочных продуктов вводят различные добавки, в том числе и растительные корма, но не прошедшие специальной тепловой обработки, что не превращает их в легкоусвояемые корма.

В мировой практике известно множество методов и технологий обработки зернового сырья с целью повышения его переваримости и усвояемости. Однако для телят молочного периода, у которых еще не сформировался рубец и желудочно-кишечный тракт, возможно использовать только влаготепловой способ обработки зерна, 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 др. В процессе обработки крахмал гидролизуется до мальтозы, дающей после присоединения воды две молекулы глюкозы. Кроме того, в качестве промежуточного

² Способ выращивания телят в молочный период : пат. RU 2129391 / А. Ф. Кайдалов, П. И. Зеленков, А. А. Зеленкова. Оpubл. 27.04.1999; Способ кормления молодняка крупного рогатого скота : пат. 2316226 / В. И. Фирсов. Оpubл. 10.02.2008; Способ выращивания телят в молочный период : пат. 2341099 / В. Т. Головань, Д. А. Юрин, Н. И. Подворок. Оpubл. 20.12.2008.

продукта образуются полисахариды с разной молекулярной массой – декстрины. В зависимости от степени гидролиза их молекулярная масса понижается, и они все больше приближаются к сахарам [10]. В этом случае процесс протекает на уровне нанотехнологии. Такая переработка вполне возможна при экструдировании растительных кормов.

По данным В. А. Афанасьева [18], в процессе экструдирования крахмал распадается на простые сахара, вредная микрофлора обеззараживается, а витамины и аминокислоты, содержащиеся в злаках, благодаря кратковременности процесса сохраняются. За счет нагрева до 130–150 °С и высокого кратковременного давления, а затем резкого падения последнего происходит взрыв продукта, что делает его более доступным для воздействия ферментов желудка животных, а также повышается их усвояемость – до 90 %.

В Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства совместно с Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по животноводству разработана инновационная технология и комплект оборудования для приучения к поеданию растительных кормов с раннего возраста. Суть технологии: до 28–30-дневного возраста телят, как принято в хозяйствах, кормят молоком или заменителем цельного молока; начиная с 6–8-го дня вместо стартерных комбикормов в кормушки добавляется сбалансированный по питательности сухой концентрат, включающий отдозированные, смешанные, проэкструдированные, измельченные зерно-бобово-масляничные культуры (в количестве 50–65 %), смешанные с отдозированным сухим обезжиренным молоком, сухой сывороткой, витаминно-минеральным премиксом ПКР-1 и комбикормом КР-1 (в количестве 35–50 %); начиная с 28–30-го дня кормление цельным молоком уменьшается на 30 %, после 45 дней – на 100 %, добавляется комбикорм КР-2; после 60 дней выдача концентрата прекращается.

Включение в состав сухого концентрата сухого обезжиренного молока позволяет ускорить процесс адаптации животных к более раннему поеданию сухого концентрата благодаря запаху цельного молока. Кроме того, включение сухого обезжиренного молока, сухой сыворотки и витаминно-минеральному комплексу ПКР-1 увеличивает перевариваемость, усвояемость сухого концентрата и все вместе взятое приводит к более высоким приростам живой массы телят и уменьшению расхода цельного молока за счет более раннего приучения к поеданию сухих кормов.

Экструзионная обработка всех растительных компонентов позволяет превратить сложные органические соединения в легкоусвояемые простые сахара и провести инактивацию антипитательных веществ, что приводит к стимуляции роста и развитию микрофлоры рубца, сетки, книжки и в конечном счете к росту рубца, сокращению сроков кормления молоком, переходу к поеданию растительных кормов и приросту живой массы.

Производство сухого концентрата осуществляется следующим образом (рис. 2). Зерновые компоненты посредством всасывающего пневмопровода подбираются и транспортируются через сепаратор-камнеотделитель, где отделяются от крупных тяжелых примесей, и поступают в измельчитель, здесь они грубо измельчаются и по напорному пневмопроводу загружаются в бункер-накопитель. Измельченные зерновые компоненты по очереди транспортируются в смеситель винтовой, установленный на весах, и одновременно с загрузкой дозируются по массе. В смеситель винтовой по очереди также дозированно поступают и масляные компоненты из бункеров-питателей.

Одозированные компоненты смешиваются в смесителе, затем полученная зерносмесь подается в приемный бункер экструдера, где увлажняется, подогрывается до заданных значений и дозированно подается в экструдер [20, 21]. Здесь под действием высокой температуры и давления зерносмесь превращается в легкоусвояемый корм, который выгружается в охладитель, где охлаждается и поступает в пневмоизмельчитель для доизмельчения и загрузки его в бункер-питатель.

Все подготовленные компоненты сухого концентрата по очереди, дозированно по массе загружаются в смеситель с весовым устройством: измельченный экструдат – из бункера-питателя, сухое обезжиренное молоко – из бункера-питателя, сухая сыворотка – из бункера-питателя, витаминно-минеральный премикс ПКР-1 – из бункера-питателя, комбикорм – из бункера-питателя. После загрузки все компоненты перемешиваются и выгружаются в бункер-накопитель готовой продукции посредством выгрузного конвейера. Результаты испытаний кормового представлено в табл. 1.

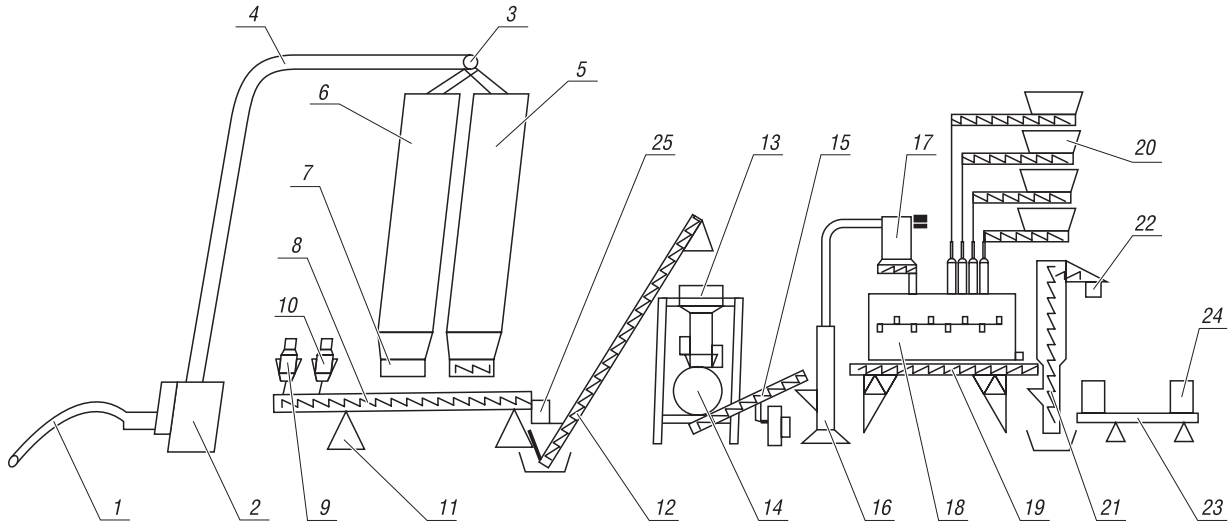


Рис. 2. Технологическая схема для производства легкоусвояемого концентрата на основе местного зернового сырья для молодняка животных производительностью 0,7 т/ч: 1 – всасывающий пневмопровод; 2 – дробилка молотковая, с; 3 – распределитель потока; 4 – напорный пневмопровод; 5, 6 – бункеры-накопители; 7 – конвейер винтовой; 8 – смеситель зерновых; 9 – бункер-питатель рапса; 10 – бункер-питатель льносемя; 11 – электронные весы; 12 – конвейер подачи зерносмеси в экструдер; 13 – кондиционер экструдера; 14 – экструдер; 15 – охладитель; 16 – дробилка; 17 – бункер-накопитель экструдата; 18 – смеситель концентрата; 19 – электронные весы; 20 – конвейер винтовой; 21 – бункер готовой продукции; 22 – блок взвешивания; 23 – мешкозашивочная машина; 24 – тара; 25 – магнитный сепаратор

Fig. 2. Process layout for production of easily digestible concentrate based on local grain raw materials for young animals with performance of 0.7 t/h: 1 – suction airline; 2 – hammer grinder, s; 3 – flow distributor; 4 – pressure airline; 5, 6 – storage tanks; 7 – screw conveyor; 8 – cereal crop mixer; 9 – rapeseed feeder; 10 – flaxseed feeder; 11 – electronic scale; 12 – conveyor for feeding grain mixture into extruder; 13 – extruder conditioner; 14 – extruder; 15 – cooler; 16 – grinder; 17 – extrudate storage tank; 18 – concentrate mixer; 19 – electronic scale; 20 – screw conveyor; 21 – finished product tank; 22 – weighing unit; 23 – bag sewing machine; 24 – packing; 25 – magnetic separator

Т а б л и ц а 1. Влияние скармливания кормового концентрата молодняку крупного рогатого скота в молочный период, МТФ «Березовица» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», 2019 г.

T a b l e 1. Effect of feed concentrate fed to young cattle during preweaning period, DPF “Berezovitsa” SE “ZhodinoAgroPlemElita”, 2019

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество животных	15	15
Живая масса:		
в начале опыта, кг	41,2	41,3
в конце опыта, кг	107	111,6
Прирост живой массы за опыт:		
валовой, кг	65,9	70,3
среднесуточный прирост, г	658,9	703
процент к контролю, %	100	106,6
Дополнительный прирост живой массы на голову за опыт, кг	–	4,3
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,76	5,43
в процентах к контрольной группе	100	94,3
Стоимость суточного рациона, руб.	3,36	2,88
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	5,09	4,10
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	7,57	6,10
Дополнительно получено от снижения себестоимости 1 кг прироста, руб.	–	1,47
Дополнительно получено от увеличения прироста, руб.	–	30

Из представленных в табл. 1 данных видно, что скармливание телятам в молочный период кормового концентрата способствует повышению продуктивности на 6,6 % и снижению затрат кормов на 5,73 %.

Выводы

1. Разработана инновационная технология и оборудование для выращивания телят в молочный период, позволяющая при скормливании ускорить развитие пищеварительного тракта в ранние сроки жизни телят при высоких приростах живой массы, уменьшать расход цельного молока или его заменителей и затраты энергии на его производство.

2. Преимущество разработанной технологии состоит в том, что телятам с 6–8-дневного возраста наряду с кормлением цельным молоком предлагается к поеданию сухой концентрат с запахом цельного молока, обогащенный сухим обезжиренным молоком, сухой сывороткой, витаминно-минеральным премиксом ПКР-1, стартерным комбикормом КР-1 смешанными с проэкструдированными легкоусвояемыми зерно-бобово-масличными культурами и после 48 дней (вместо 90–120) из кормления исключается цельное молоко, что позволяет сэкономить расход цельного молока, исключить стресс при переходе от кормления цельным молоком к растительным и не потерять прирост живой массы телят.

3. Проведенные исследования по изучению влияния скормливания кормового концентрата молодняку крупного рогатого скота в молочный период в условиях МТФ «Березовица» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» показали повышение продуктивности на 6,6 % и снижение затрат кормов на 5,73 %.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках научно-технической программы Союзного государства «Разработка инновационных энергосберегающих технологий и оборудования для производства и эффективного использования биобезопасных комбикормов для ценных пород рыб, пушных зверей и отдельных видов животных».

Список использованных источников

1. Рыдак, П. А. Передовые методы выращивания молодняка крупного рогатого скота / П. А. Рыдак. – Минск : Ураджай, 1984. – 85 с.
2. Рой, Д. Х. Б. Выращивание телят = The calf / Д. Х. Б. Рой ; пер. с англ. Г. Н. Жидкоблинова, Д. В. Карликов ; предисл. Н. А. Смекалов. – М. : Колос, 1982. – 470 с.
3. Плященко, С. И. Получение и выращивание здоровых телят / С. И. Плященко, В. Т. Сидоров, А. Ф. Трофимов. – Минск : Ураджай, 1990. – 222 с.
4. Сироткин, В. И. Выращивание телят. Нормированное кормление. Системы содержания. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 126 с.
5. Пшеничный, П. Д. Рост и развитие крупного рогатого скота / П. Д. Пшеничный // Скотоводство. Крупный рогатый скот : в 2 т. / отв. ред.: Н. М. Бурлаков, Д. И. Старцев. – М., 1961. – Т. 1 : Разведение и породы крупного рогатого скота. – Гл. 10. – С. 291–308.
6. Кудрин, М. Р. Внедрение передовых технологий содержания и кормления телят в молочный период / М. Р. Кудрин, С. Н. Ижболдина, Е. А. Фефилова // Тр. Куб. гос. аграр. ун-та. – 2013. – №43. – С. 248–250.
7. Кормление телят в молочный период / В. Ф. Радчиков [и др.] // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России : сб. науч. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф. науч. сотрудников и преподавателей, г. Ставрополь, 25 дек. 2018 г. / Ставроп. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В. Ю. Морозов [и др.]. – Ставрополь, 2018. – С. 276–282.
8. Лазарев, Ю. Легкопереворимые углеводы в кормлении коров / Ю. Лазарев, И. Кузмин // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2006. – № 10. – С. 41–42.
9. Хохрим, С. Н. Кормление телят и племенного молодняка крупного рогатого скота / С. Н. Хохрим // Корма и кормление животных / С. Н. Хохрим. – СПб., 2002. – С. 298–315.
10. Романович, А. А. Легкоусвояемый корм для кормления телят / А. А. Романович, В. И. Передня // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XXIII Междунар. науч. конф., Варшава, 19–20 сент. 2017 г. / Ин-т технол. и естеств. наук в Фалентах ; науч. ред. В. Романюк. – Фаленты ; Варшава, 2017. – Т. 23. – С. 141–146.
11. Азаренко, В. В. Технология приготовления заменителей цельного молока на основе зерновых компонентов / В. В. Азаренко, И. И. Горячев, В. И. Передня // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2008. – №2. – С. 96–100.
12. Заменители цельного молока из местных источников питательных веществ / В. М. Голушко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2006. – Т. 41. – С. 159–164.
13. Nipple feeding of supplemental protein to calves / P. H. Robinson [et al.] // Canad. J. of Animal Science. – 1977. – Vol. 57, N 1. – P. 181–186. <https://doi.org/10.4141/cjas77-022>
14. Перспективная технология и оборудование для приготовления полнорационных легкоусвояемых кормов для молодняка КРС / Н. Г. Бакач [и др.] // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2017. – №2. – С. 65–69.

15. Исследование процесса переработки зернобобовых компонентов в легкоусвояемый корм для кормления тел / В. И. Передня [и др.] // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2019. – Т. 57, № 1. – С. 85–92. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-1-85-92>
16. Романович, А. А. Экструдированные зерновые корма, применяемые для кормления животных / А. А. Романович, А. Д. Быцко // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларусі, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларусі по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2019. – Вып. 52. – С. 177–180.
17. Исследование процесса переработки зернобобовых компонентов в легкоусвояемый корм / В. И. Передня, А. А. Романович, Ю. А. Цой // Вестн. ВИЭСХ. – 2018. – № 2 (31). – С. 34–39.
18. Афанасьев, В. А. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В. А. Афанасьев, А. Н. Остриков ; Воронеж. гос. ун-т инженер. технологий. – Воронеж : ВГУИТ, 2015. – 336 с.
19. Немков, В. С. Теория и расчет устройств индукционного нагрева / В. С. Немков, В. Б. Демидович. – Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 279 с.
20. Технология и оборудование для производства комбикормов : в 2 ч. Ч. 2. Технологическое оборудование комбикормовых предприятий / В. А. Шаршунов [и др.]. – Минск : Мисанта, 2014. – 815 с.

References

1. Rydak P. A. *Advanced methods of growing young cattle*. Minsk, Uradzhai Publ., 1984. 85 p. (in Russian).
2. Roy J. H. B. *The calf*. 4th ed. London, Boston, Butterworths, 1980. 442 p.
3. Plyashchenko S. I., Sidorov V. T., Trofimov A. F. *Breeding and growing healthy calves*. Minsk, Uradzhai Publ., 1990. 222 p. (in Russian)
4. Sirotkin V. I. *Raising of calves. Standardized feeding. Management systems*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1987. 126 p. (in Russian).
5. Pshenichnyi P. D. Growth and development of cattle. *Animal husbandry. Cattle. Vol. 1. Breeding and cattle breeds*. Moscow, 1961, pp. 291-308 (in Russian).
6. Kudrin M. R., Izhboldina S. N., Fefilova E. A. Introduction of front-rank technologies of calves maintenance and feeding in suckling period. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2013, no. 43, pp. 248-250 (in Russian).
7. Radchikov V. F., Prilovskaya E. I., Kot A. N., Tsai V. P. Calf feeding during the lactation period. *Prioritetnye i innovatsionnye tekhnologii v zhivotnovodstve – osnova modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sbornik nauchnykh statei po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii nauchnykh sotrudnikov i prepodavatelei (g. Stavropol', 25 dekabrya 2018 g.)* [Top and innovative technologies in animal husbandry as the basis for the modernization of the agricultural sector of Russia: a collection of scientific articles based on the proceedings of the international scientific and practical conference of researchers and lecturers (Stavropol, December 25, 2018)]. Stavropol, 2018, pp. 276-282 (in Russian).
8. Lazarev Yu., Kuzmin I. Easily digestible carbohydrates in cow feeding. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo = Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*, 2006, no. 10, pp. 41-42 (in Russian).
9. Khokhrim S. N. *Feeds and livestock feeding*. St. Petersburg, Lan' Publ., 2002, pp. 298-315. (in Russian).
10. Romanovich A. A., Perednya V. I. Easily digestible calf feed. *Problemy intensifikatsii zhivotnovodstva s uchetom okhrany okruzhayushchei sredy i proizvodstva al'ternativnykh istochnikov energii, v tom chisle biogaza* [Problems of intensification of animal production including environment protection and alternative energy production as well as biogas]. Falenty, Warsaw, 2017, vol. 23, pp. 141-146 (in Russian).
11. Azarenko V. V., Goryachev I. I., Perednya V. I. Preparing technology of the whole milk substitute from grain components. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2008, no. 2, pp. 96-100 (in Russian).
12. Golushko V. M., Goryachev I. I., Perednya V. I., Pilyuk S. N. Whole milk substitutes from local sources of nutrients. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Zootechnical science of Belarus: a collection of scientific papers]. Zhodino, 2006, vol. 41, pp. 159-164 (in Russian).
13. Robinson P. H., Parkins J. J., Chapman H. W., Mowat D. N. Nipple feeding of supplemental protein to calves. *Canadian Journal of Animal Science*, 1977, vol. 57, no. 1, pp. 181-186. <https://doi.org/10.4141/cjas77-022>
14. Bakach N. G., Perednya V. I., Kuvshinov A. A., Romanovich A. A. The advanced technology and equipment for young cattle's full ration and easily digestible feed preparation. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva = Journal of VNIIMZH*, 2017, no. 2, pp. 65-69 (in Russian).
15. Perednya V. I., Khrutskii V. I., Romanovich A. A., Kitun A. V. Studying the processing of leguminous components into easily digestible feed for calves. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2019, vol. 57, no. 1, pp. 85-92 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-1-85-92>
16. Romanovich A. A., Bytsko A. D. Extrude grain feed, applicable for feeding animals. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva: mezhvedomstvennyi tematicheskiy sbornik* [Mechanization and electrification of agriculture: an interdepartmental thematic collection]. Minsk, 2019, iss. 52, pp. 177-180 (in Russian).
17. Perednya V. I., Romanovich A. A., Tsoi Yu. A. Research of the process of processing of leguminous grains components in digestible feed. *Vestnik VIESKh [VIESH Bulletin]*, 2018, no. 2 (31), pp. 34-39 (in Russian).
18. Afnas'ev V. A., Ostrikov A. N. *Priority methods of heat treatment of grain components in compound feeds technology*. Voronezh, Voronezh State University of Engineering Technology, 2015. 336 p. (in Russian).

19. Nemkov V. S., Demidovich V. B. *Theory and calculation of induction heating devices*. Leningrad, Energoatomizdat Publ., 1988. 279 p. (in Russian).

20. Sharshunov V. A., Rukshan L. V., Ponomarenko Yu. A., Chervyakov A. V. *Technology and equipment for compound feeds production. Part 2. Technological equipment for compound feed enterprises*. Minsk, Misanta Publ., 2014. 815 p.

Информация об авторах

Передня Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (ул. Кнорина, 1, 220049 Минск, Республика Беларусь). E-mail: belagromech@tut.by

Цой Юрий Алексеевич – член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (1-й Институтский проезд, 5, 109428 Москва, Россия). E-mail: vim@vim.ru

Бакач Николай Георгиевич – кандидат технических наук, зам. генерального директора, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (ул. Кнорина, 1, 220049 Минск, Республика Беларусь). E-mail: belagromech@tut.by

Радчиков Василий Федорович – доктор с.-х. наук, зав. лабораторией, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222160 Жодино, Республика Беларусь). E-mail: belniig@tut.by

Романович Анастасия Андреевна – кандидат технических наук, доцент, Белорусский государственный технический университет (пр. Независимости, 99, 220023 Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com

Жилич Евгений Леонидович – зав. лабораторией, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства (ул. Кнорина, 1, 220049 Минск, Республика Беларусь). E-mail: belagromech@tut.by

Information about authors

Vladimir I. Perednya - D.Sc. (Engineering), Professor. The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture (1 Knorina Str., Minsk 220049, Belarus). E-mail: belagromech@tut.by

Yuri A. Tsoi - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), Professor. FFNU FNATS VIM (1st Institutsky proezd, 5, 109428 Moscow, Russian Federation). E-mail: vim@vim.ru

Nikolay G. Bakach - Ph.D. (Engineering). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture (1 Knorina Str., Minsk 220049, Belarus). E-mail: belagromech@tut.by

Vasily F. Radchikov - D. Sc. (Agricultural). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry (11 Frunze Str., Zhodino 222160, Republic of Belarus). E-mail: belniig@tut.by

Anastasia A. Romanovich - Ph.D. (Engineering), Associate Professor. The Belarusian State Agrarian Technical University (99 Nezavisimosti Ave., Minsk 220023, Belarus). E-mail: nastia.01.02.1986@gmail.com.

Evgeny L. Zhilich - The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Mechanization of Agriculture (1 Knorina Str., Minsk 220049, Belarus). E-mail: belagromech@tut.by