

энергозатратами на производство и применение, и за частую ежегодно выделяемых средств из республиканского бюджета Республики Беларусь на известкование почв в необходимых объемах попросту не хватает. Во многом именно всё это является причиной того, что за последнее десятилетие реально известкуется только около половины подкисленных земель от необходимого объема.

Важным способом уменьшения реальных энергетических затрат может стать применение менее энергоемких по сравнению с доломитовой мукой видов известковых мелиорантов, например сыромолотого доломита и дефеката. Однако с точки зрения механизации внесения сыромолотых форм известковых материалов существуют определенные трудности, связанные с повышенной их влажностью. В этой связи, учитывая недостатки существующих центробежных машин, их несовершенство, как с точки зрения дозирования, так и с точки зрения распределения сыромолотых форм известковых материалов, становится абсолютно очевидной актуальность в проведении исследований по изучению процесса их внесения с целью обоснования параметров и режимов работы дозирующих и распределяющих рабочих органов, обеспечивающих качественное внесение известковых материалов.

### Список использованных источников

1. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. – Мн. : БГУ, 2003. – 322 с.
2. Степук, Л.Я. Решение проблемы эффективного применения пылевидных химвелиорантов / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» - Минск, 2009. – Вып. 43. – Т1. – С. 25–31.
3. Шильников, И.А. Известкование почв / И.А. Шильников, Л.А. Лебедева // ВАСХНИЛ. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 4.
4. Известкование кислых почв нечерноземной полосы СССР / Под ред. Н.А. Сапожникова и М.Ф. Корнилова. – Л. : Колос. Ленингр. отд-ние, 1971. – 141 с.
5. Протокол № 70-2004 государственных приемочных испытаний штанговой машины для внесения химвелиорантов МШХ-9 / Белорусская МИС. – Минск, 2004. – 42 с.
6. Протокол №141 Б ½ -2008 государственных приёмочных испытаний опытного образца машины химизации самоходной МХС-10 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС» – Минск, 2008. – 65 с.
7. Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель / В.В. Лапа [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2019. – С. 18–22.
8. Galler Y. Trocken oder feucht? Blick ins Land. 2000. № 9. S. 28–29.
9. Протокол №062 Б ½ -2019ИЦ государственных приёмочных испытаний системы транспортно-технологической СТТ-25 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС» – Минск, 2019. – 88 с.

УДК 631.171:633/635

Поступила в редакцию 25.06.2020  
Received 25.06.2020

**В.И. Передня, Е.Л. Жилич, А.А. Кувшинов, А.М. Злотник**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [npc\\_mol@mail.ru](mailto:npc_mol@mail.ru)*

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКОУСВОЯЕМОГО КОНЦЕНТРАТА

Продуктивность взрослого крупного рогатого скота находится в прямой зависимости от качества кормления телят в молочный период. В первые дни после рождения телят может питаться только жидкими кормами, поскольку у них работает только кишечное пищеварение, а рубцовое находится только зачаточном состоянии. Возраст перехода от кишечного к желудочному пищеварению можно и нужно ускорить за счет введения в рацион кормления растительных кормов.

Показано, что все растительные корма даже зернобобовые телята поедают и усваивают только после 20–30 дневного возраста. В мировой практике известно много способов обработки зернового сырья с целью повышения их поедаемости и усвояемости в более ранние сроки, но только после влаготепловой обработки. Воздействие тепла и влаги на зерновую смесь вызывает в ней биохимические процессы, в результате которых происходит ферментативное расщепление, декстринизация и ряд других процессов: они превращаются в более усвояемые корма. Однако это весьма энергоемкий и металлоемкий процесс.

Разработанная технология и комплект оборудования позволяют перерабатывать любые растительные корма в легкоусвояемый концентрат, поедание которого приводит к уменьшению сроков адаптации телят и к более раннему поеданию растительных кормов, ускорению развития пищеварения, уменьшению расхода цельного молока и повышению привесов.

**Ключевые слова:** телята, молочный период, растительные корма, легкоусвояемый концентрат, измельчение, экструдирование, смешивание, экструдат, сухое молоко, сухая сыворотка.

**V.I. Perednia, E.L. Zhilich, A.A. Kuvshinov, A.M. Zlotnik**

*RUE "SPC NAS of Belarus on the mechanization of agriculture"*

## **INNOVATIVE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR PREPARING EASILY DIGESTIBLE CONCENTRATE**

The productivity of adult cattle is directly dependent on the quality of feeding calves during the dairy period. In the first days after birth, the calf can only eat liquid feed, since they only have intestinal digestion, and scarring is only rudimentary. The age of transition from intestinal to gastric digestion can and should be accelerated by introducing plant food into the diet.

It is shown that all vegetable feeds, even leguminous calves, are eaten and increased only within the limit of 20-30 days of age of calves. In world practice, there are many ways of processing grain raw materials in order to increase their digestibility and digestibility at an earlier time, but only after moisture and heat treatment. The effect of heat and moisture on the grain mixture causes biochemical processes in it, as a result of which there is an enzymatic cleavage, dextrinization and a number of other processes and they are converted into more digestible feed. But this is a very energy-intensive and metal-intensive process.

For the purpose of processing plant feed into easily digestible, an innovative technology and a set of equipment has been developed that allows preparing easily digestible concentrate for calves of the dairy period.

The developed technology and equipment allow processing any vegetable feed into easily digestible feed, which reduces the time of adaptation of calves to eating vegetable feed, which leads to accelerated development of digestion, due to earlier eating of prepared feed, reducing the consumption of whole milk and increasing weight gain.

**Keywords:** calves, milk period, vegetable feed, easily digestible concentrate, grinding, extrusion, mixing, extrudate, milk powder, whey powder.

### **Введение**

Продуктивность и другие качества крупного рогатого скота обусловлены его генотипом. Однако проявление возможного потенциала генотипа находится в прямой зависимости от условий выращивания и, особенно, кормления телят в молочный период.

В первые дни после рождения теленка единственным кормом является молозиво, а затем цельное молоко или его заменитель: у новорожденного функционирует только сыгуч, а рубец находится еще в развитии. Поэтому теленок может усваивать только жидкую пищу.

Как следует из практики многочисленных исследований, после 5–6 дней жизни телят приучать к поеданию и растительных кормов [1,2]. Так по данным Пшеничникова [3], при правильном кормлении телят усиливается рост рубца, который к 30 дням может увеличиваться до размеров сыгуча (отношение их объемов составляют примерно 1:1) и теленок может потреблять кроме молочных продуктов и растительные корма. С 3-недельного возраста у телят начинается становление жвачного процесса, т.е. происходит переход от кишечного пищеварения к желудочному.

### **Основная часть**

Как показывает многие исследования [2,4,5], возраст перехода от кишечного пищеварения к желудочному можно ускорить за счет более раннего приучения телят к потреблению растительных кормов.

Эту физиологическую особенность становления у молодняка крупного рогатого скота нужно использовать полнее. Переход от кишечного пищеварения к желудочному у телят молочного периода сопровождается изменением в ферментативной деятельности пищеварительного тракта. Так при переходе на растительные корма у телят в 3,5–4,0 раза увеличивается выделение пищеварительных соков, и в 3 раза возрастает количество химуса [2].

Альтернативы растительным кормам для ускорения роста рубца пока нет. Поэтому, начиная с 70-х годов прошлого столетия, ведутся исследования и создаются различные способы и устройства позволяющие скармливать телятам молочного периода, в том числе, и растительные корма.

В 1974 году Робинсон получил патент на скармливание телятам соевой муки, разведенной в теплом виде, посредством сосковой поилки. Но такое устройство не получило распространения, поскольку без встряхивания поилки соевая мука выпадает в осадок и сосковая кормушка становится неработоспособной. Кроме того, соевая мука в своем составе содержит и антипитательные вещества.

Известен также способ кормления телят молочного периода заключающийся в том, что, начиная с 5-дневного возраста, телятам выпаивается смесь цельного молока с добавлением в его состав проваренного зернового корма или комбикорма со снижением нормы выпойки цельного молока в 2 раза [6]. Недостатком данного способа являлось то, что уменьшение количества цельного молока не привело к поеданию концентрированных кормов в связи с недоразвитым пищеварительным трактом по перевариванию растительных кормов. Кроме того, этот способ приводит к усложнению процесса кормления, поскольку требуется включить дополнительные работы и устройства для варки растительных кормов.

Необходимо также отметить, что усвояемость растительных кормов даже злаковых и бобовых культур у телят молочного периода осуществляется медленно и в небольших количествах по многим причинам. Известно, что в зернах злаковых и бобовых культур содержится большое количество белков, жиров, углеводов, но содержатся они в специализированных субклеточных формах – нейронных клетках, окруженных единой мембраной содержащих кристаллические белковые тела, что затрудняет их усвоение [6,7,8]. Кроме того, зерна злаковых культур наряду с белками содержат много крахмала, усвоение которого даже [7] у взрослого поголовья животных происходит медленно и не более 25 % [8].

В мировой практике известно много способов обработки зернового сырья с целью повышения его поедаемости, перевариваемости и усвояемости. Но поскольку у телят молочного периода еще не полностью сформировался желудочно-кишечный тракт, в основном работает только сыгуч, то в этом случае, возможно, лучше всего использовать влаготепловой способ обработки растительных кормов, который улучшает вкусовые качества, повышает поедаемость кормов, перевариваемость и усвояемость.

Воздействие тепла и влаги на зернобобовую смесь, обладающую наибольшим количеством питательных веществ, вызывает в ней биохимические процессы, в результате которых происходит ферментативное расщепление, декстринизация, желатинизация крахмала и другие процессы. В процессе влаготепловой обработки крахмал гидролизуеться до мальтозы, дающей после присоединения воды две молекулы глюкозы. Кроме того, в качестве промежуточного продукта образуются полисахориды с разной молекулярной массой – декстримы. В зависимости от степени гидролиза их молекулярная масса понижается, и они все больше приближаются к сахарам. В этом случае процесс происходит на уровне нанотехнологии [7]. Такая переработка вполне возможна при экструдировании зернобобовых культур [6,7].

По данным Афанасьева В.А. [10] в процессе экструдирования крахмал распадается на простые сахара и антипитательные вещества. Вредная микрофлора обеззараживаются, а витамины и аминокислоты, содержащиеся в злаках благодаря кратковременности процесса, сохраняются. За счет нагрева до 130–150 °С и высокого кратковременного давления, с последующим же резким его падением – происходит взрыв продукта, что делает его более доступным для воздействия ферментов желудка животных, а также повышается корма усвояемость до 90 % [10].

С целью приучения телят молочного периода к поеданию растительных кормов, в Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства совместно с Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по животноводству, разработали инновационную технологию и комплект оборудования для производства легкоусвояемого сухого концентрата. Принципиальная технологическая схема по производству легкоусвояемого сухого концентрата представлена на рис.

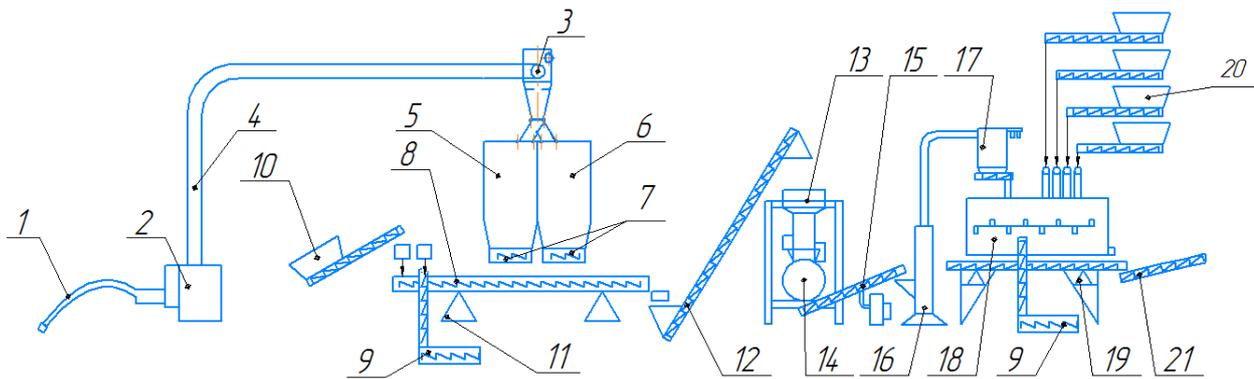


Рис. Принципиальная технологическая схема по производству легкоусвояемого сухого концентрата

1 – всасывающий пневмопровод; 2 – дробилка молотковая с пневмозабором; 3 – распределитель потока; 4 – напорный пневмопровод; 5 – бункер-накопитель; 6 – бункер-накопитель; 7 – конвейер винтовой; 8 – смеситель зерновых; 9 – бункер-питатель с конвейером винтовым; 10 – бункер-питатель льносемени; 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 – конвейер винтовой

Производство сухого концентрата осуществляется следующим образом: зерновые компоненты посредством всасывающего пневмопровода по очереди подбираются и транспортируются через сепаратор камнеотделитель, где отделяются от крупных тяжелых примесей, и поступают в измельчитель, который грубо измельчает их и по напорному пневмопроводу, загружая по очереди в бункера-накопителя. Затем измельченные зерновые компоненты по очереди транспортируются и, дозированно – по массе, загружаются в смеситель винтовой, установленный на весах. В смеситель винтовой, без измельчения по очереди также поступают и масличные компоненты, типа рапса и льносемени, из своих бункеров-питателей.

Отдозированные зерновые и масличные культуры смешиваются в смесителе винтовом и поступают в магнитную колонку, где отделяются от металлических примесей. Полученная зерносмесь выгружается в приемный бункер винтового конвейера.

Последний транспортирует зерносмесь в устройство увлажнения и подогрева, смонтированное на экструдере, где смесь увлажняется и подогревается до заданных значений, а затем дозированно подается в экструдер.

Подготовленная зерносмесь подвергается кратковременному, но очень интенсивному механическому и термическому воздействию в экструдере.

Под действием высокой температуры и давления, зерносмесь превращается в легкоусвояемый экструдат, который выгружается в охладитель, охлаждается, а потом поступает в пневмоизмельчитель для доизмельчения и загрузки 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-накопителя, сухая сыворотка – из бункера накопителя, витаминно-минеральный премикс ПКР-1 – из бункера-питателя и комбикорм также из своего бункера-питателя. После загрузки все компоненты сухого концентрата перемешиваются в смесителе и выгружаются в бункер-накопитель готовой продукции посредством выгрузного конвейера.

Суть инновационной технологии и комплекта оборудования заключается в том, что, начиная с 6–8 дневного возраста, телятам, наряду с кормлением цельным молоком или качественным заменителем цельного молока, предлагают сбалансированный по питательности сухой легкоусвояемый концентрат, который засыпают в кормушки.

Включение в состав концентрата сухого обезжиренного молока позволяет ускорить процесс адаптации животных к более раннему поеданию сухого концентрата – это происходит благодаря присутствию запаха цельного молока в кормовой смеси. Кроме того, включение сухого обезжиренного молока, сухой сыворотки увеличивает перевариваемость и усвояемость сухого концентрата, что приводит к более высоким приростам живой массы телят.

Экструзионная обработка всех зернобобовых и масличных культур позволяет переварить сложные органические соединения в легкоусвояемые простые сахара, провести инактивацию антипитательных веществ [9], что также стимулирует рост и развитие рубца, в конечном счете приводит к сокращению сроков кормления телят цельным молоком, а также к поеданию растительных кормов, приросту живой массы – это подтверждается проведенными исследованиями на молочно-товарной ферме «Березовица», «ЖодиноАгроПлемЭлита».

В процессе проведения опыта [11] изучались зоотехнические и биохимические показатели, такие как: количество съеденных кормов, их химический состав и питательная ценность, анализ крови и другие показатели. В табл. 1 представлены средние результаты по фактически съеденным кормам в контрольной и опытной группах.

**Т а б л и ц а 1. – Рацион кормления и фактическое количество съеденных кормов**

| Корма                             | Группы      |         |
|-----------------------------------|-------------|---------|
|                                   | контрольная | опытная |
| Сено злаковое, кг/гол             | 0,40        | 0,55    |
| Силосно-сенажная смесь, кг/гол    | 0,45        | 0,5     |
| Молоко цельное, кг/гол            | 6,00        | 3,50    |
| Концентрат легкоусвояемый, кг/гол | -           | 0,80    |
| Комбикорм КР-1, кг/гол            | 0,60        | -       |

Из анализа табл. 1 видно, что при поедании легкоусвояемого концентрата, на основе местного сырья, телята больше съедали растительных кормов – при меньшем использовании молочных продуктов, что приводило к более интенсивному развитию рубцового пищеварения. Кроме того, при проведении опытов производился забор и анализ крови после каждого кормления через 2,5–3,0 часа во время утреннего кормления.

По содержанию в крови белков, гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, кальция и других показателей у животных сравниваемых групп достоверных различий не обнаружено, а все показатели находились в пределах физиологической нормы. Исследование гематологических показателей также не выявило какого-либо отрицательного воздействия на состояние здоровья при использовании в рационе легкоусвояемого концентрата на состояние здоровья.

Показатели прироста живой массы телят очень важны при оценке эффективности использования питательных веществ в кормах рациона.

Проведенные исследования показали, что телята опытной группы, которым скармливали легкоусвояемый концентрат, имели энергию роста выше, чем в контрольной группе (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2. – Результаты испытаний прироста живой массы телят**

| Показатели                                | Группы      |         |
|---|-------------|---------|
|   | контрольная | опытная |
| Количество животных, гол                  | 15          | 15      |
| Живая масса:                              |             |         |
| в начале опыта, кг                        | 41,2        | 41,3    |
| в конце опыта, кг                         | 102,0       | 111,8   |
| Среднесуточный прирост, г                 | 658,0       | 703,0   |
| Процент, %                                | 100         | 106,6   |
| Затраты кормов на 1 кг привеса, корм. ед. | 5,76        | 5,43    |
| В процентах к контрольной группе, %       | 100         | 94,4    |
| Стоимость суточного рациона, дол          | 2,54        | 2,05    |
| Себестоимость 1 кг прироста, дол          | 3,79        | 3,05    |

Из представленных в таблице данных видно, что скармливание телятам в течение молочного периода кормового концентрата, способствовало повышению продуктивности на 6,6 % и снижению затрат на 5,73 %.

### **Заключение**

Разработанная инновационная технология и комплект оборудования по производству легкоусвояемого сухого концентрата позволили:

- уменьшить сроки адаптации телят молочного периода к поеданию легкоусвояемого концентрата и других растительных кормов;
- ускорить процесс развития рубцового пищеварения, благодаря более раннему поеданию легкоусвояемого концентрата и других растительных кормов;
- уменьшить расход цельного молока, повысить суточные привесы на 6,6 и снизить затраты кормов на 5,73 %.

#### Список использованных источников

1. Рыдак, П.А. Передовые методы выращивания молодняка крупного рогатого скота / П.А. Рыдак. – Минск : Ураджай, 1984 г.
2. Плященко, С.И. Получение и выращивание здоровых телят / С.И. Плященко Н.А. Сидоренко А.Ф. Трофимов. – Минск : Ураджай, 1990 г.
3. Пшеничный, П.Д. Рост и развитие крупного рогатого скота. Скотоводство / П.Д. Пшеничный. – М. Сельхозиздат, 1961.– Т 1. – С. 299–300.
4. Сироткин, В.И. Вырастить телят: нормирование, кормление, содержание / В.Н. Сироткин. – М. –Россельхозиздат, 1987.
5. Патент RU №2129391 С2А23К1, Способ выращивания молодняка крупного рогатого скота.
6. патент RU № 2316226 С2 Ф23 К1 Способ кормления молодняка крупного рогатого скота.
7. Легкоперевариваемые углеводы в кормлении коров/ Ю.Лазарев, И. Кузмин – М. – Кормление с/х животных и кормопроизводство №10.2006.
8. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных / С.Н. Хохрин. – М. «Лань», 2002. – С. 300–301.
9. Передня, В.И. Инновационный способ кормления телят в молочный период / В.И. Передня, В.Романюк, А.А. Романович. Woda-Srodiwisko-Obszary Wiesskie 2019 T.19. Z3 (67) institute Technologicznj-Pszyzodniczy w Falentach. 2019.
10. Афанасьев, В.А. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В.А. Афанасьев, А.Н. Остриков – Воронеж, 2015 – С. 335–337.

УДК 631.333-52:004.3

Поступила в редакцию 12.09.2020  
Received 12.09.2020

**В.К. Клыбик, П.П. Бегун, И.С. Пылило**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [Labis@mail.ru](mailto:Labis@mail.ru)*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ШТАНГОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Представлены результаты экспериментальных исследований дозирующего устройства штанговых рабочих органов для дифференцированного внесения минеральных удобрений. Приведены основные зависимости производительности дозирующего устройства от частоты вращения катушки и величины закрытия заслонки.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, штанговые рабочие органы, дозирующее устройство, высевающая катушка, заслонка, регулирование дозы.

**V. K. Klybik, P.P. Begun, I. S. Pylilo**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»*