

# Рациональная технологическая схема внутрихозяйственного производства комбикормов для телят с включением растительной массы

Брагинец Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела механизации животноводства

e-mail: sbraginet@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Бахчевников Олег Николаевич, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела механизации животноводства

e-mail: oleg-b@list.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Рухляда Артем Игоревич, младший научный сотрудник отдела механизации животноводства

e-mail: sbraginet@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

**Аннотация.** Обоснована рациональная технологическая схема производства содержащих зеленую растительную массу комбикормов для телят, включающая совместное экструдирование зерна и растительной массы и последующее смешивание экструдата с прочими компонентами корма, либо заготовку растительной массы для использования в зимний период путем комбинированной низкотемпературной сушки с последующим вводом в состав комбикорма, и позволяющая легко включать соответствующие операции в технологический процесс внутрихозяйственных предприятий.

**Ключевые слова:** комбикорм, кормление телят, растительная масса, протеин, экструдирование, комбинированная сушка, технологический модуль.

*Введение.* В настоящее время актуальной задачей является обеспечение полноценного кормления молодняка КРС, чего невозможно добиться без включения в его рационы комбикормов-концентратов. Они позволяют оптимизировать силосно-сенажные рационы кормления телят по энергии, протеину, минеральным и биологически-активным веществам согласно потребности в них животных [1]. Однако, покупные комбикорма имеют высокую стоимость, что отрицательно влияет на себестоимость продукции животноводства.

Решить проблему может организация эффективного производства соответствующих современным требованиям полнорационных комбикормов на основе местного сырья непосредственно в сельхозпредприятиях. Такие производства существуют в некоторых из них, причем работают они по традиционным технологическим схемам, предусматривающим подготовку и смешивание фуражного зерна и покупных белковых и минеральных компонентов [2]. Для удовлетворения потребности животных в переваримом протеине в состав приготавливаемых комбикормов необходимо включать дорогостоящие покупные белковые компоненты, такие как подсолнечный и соевый шрот, зерно сои, карбамидный концентрат и др. [3]. Эти компоненты значительно увеличивают стоимость производимых комбикормов, что при низкой рентабельности молочного животноводства является отрицательным фактором. Кроме того, производимые с использованием данных компонентов комбикорма зачастую имеют низкое содержание необходимого для обеспечения высокой продуктивности животных каротина. В связи с этим рациональной является частичная или полная замена при производстве комбикормов для телят покупного белкового сырья недорогим местным.

В летний период недорогим местным источником сырого протеина, а также каротина и витаминов является зеленая растительная масса, в частности, листостебельная масса люцерны, клевера, вики и других культур. Однако, при ее заготовке в виде сена и силоса теряется до 25-50% каротина и других полезных веществ [4].

Рационально включать зеленую растительную массу после соответствующей подготовки в состав комбикормов [5, 6]. Поэтому схемы технологического процесса на внутрихозяйственных предприятиях должны быть дополнены современными технологическими операциями заготовки для использования в зимний период, подготовки и ввода в состав приготавливаемых комбикормов недорогих местных видов сырья, таких как зеленая растительная масса.

В связи с изложенным выше, целью исследований является обоснование рациональной технологической схемы внутрихозяйственного производства комбикормов для телят в возрасте до 6 месяцев с использованием зеленой растительной массы, обеспечивающей получение кормов с высоким содержанием каротина и протеина.

*Методика исследований.* Исследования проводились на базе теории технологического потока пищевых производств [7], основанной на положениях системного анализа и синтеза. В частности, использовался метод построения операторной модели технологической системы. При этом подробно рассматривались подсистемы и операции подготовки зернового сырья и растительной массы, без рассмотрения подготовки прочих компонентов комбикормов. Также применялись принципы блочно-модульного построения внутрихозяйственной системы производства комбикормов [2].

*Результаты исследований.* Схема технологического процесса производства комбикормов для молодняка КРС с включением в качестве компонента зеленой

растительной массы должна содержать операции ее подготовки к смешиванию с другими компонентами в летний период, а также заготовки для последующего хранения и использования в зимний период. Ранее было установлено, что непосредственное включение в состав комбикорма зеленой массы при обычной технологии его производства неэффективно, так как из-за ее высокой влажности получаемый корм также имеет высокую влажность, и, вследствие этого, малый срок хранения [5].

Было установлено, что рациональным способом ввода зеленой растительной массы в состав комбикорма в летний период является ее совместное экструдирование с зерновыми компонентами, в частности, с зерном пшеницы, ячменя, кукурузы и др. [5, 8], что позволяет удалить содержащуюся в листостебельной массе излишнюю влагу при сохранении содержания в корме протеина и каротина. Содержание растительной массы в приготавливаемом комбикорме может составлять от 10 до 30% (по массе). Это обусловлено зоотехническими требованиями: содержание травяной муки в комбикорме может составлять 3-10%, что соответствует содержанию зеленой растительной массы 10-30% [5]. Также это обосновано тем, что при большем содержании зеленой массы комбикорм будет иметь излишне высокую влажность [8].

В ходе процесса экструдирования также происходят структурные изменения зерна, такие как модификация и декстринизация крахмала, что повышает усвояемость кормов [9].

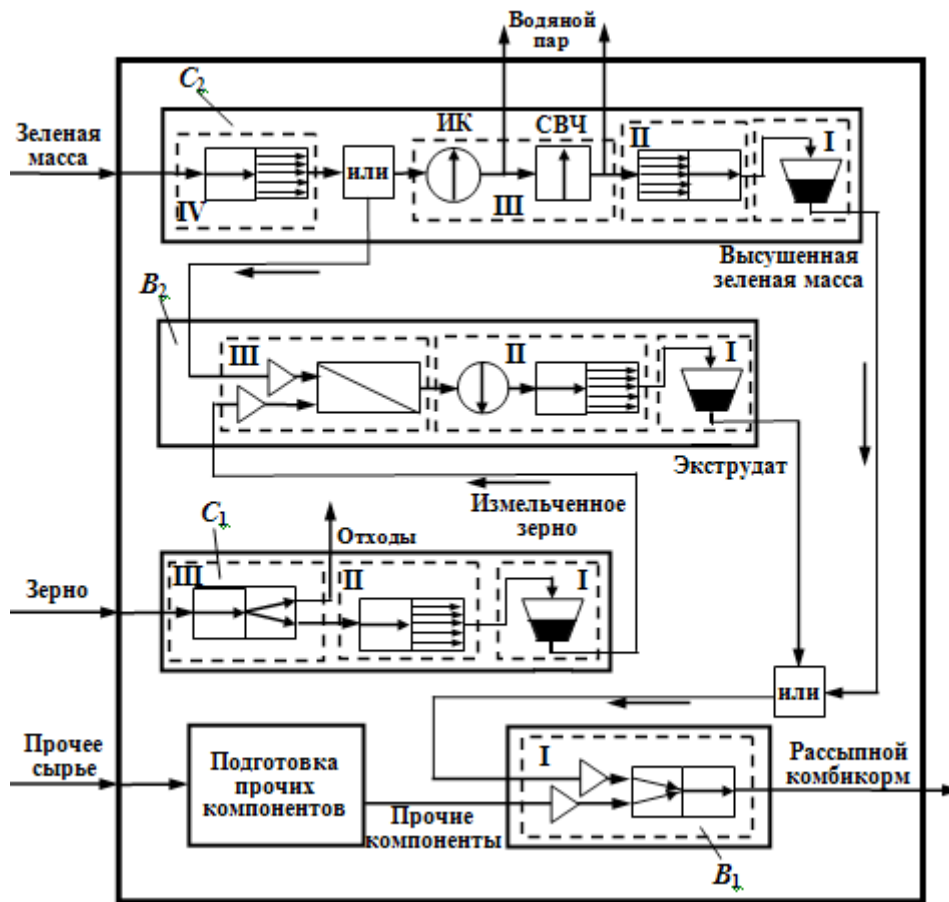
Для заготовки зеленой массы с целью ее использования в зимний период вместо энергоемкого и приводящего к значительным потерям каротина традиционного способа производства травяной муки путем высокотемпературной сушки рационально использовать способ низкотемпературной комбинированной сушки, заключающийся в том, что на первом этапе осуществляется конвективная сушка измельченной зеленой массы при температуре 50-60 °С, в ходе которой происходит нагрев и испарение влаги с поверхности частиц, а на заключительном этапе она подвергается действию СВЧ-излучения, которое вызывает кратковременный нагрев частиц по всему их объему до температуры 60-90 °С и удаление влаги из глубинных слоев [10]. Важным условием эффективности процесса сушки является своевременный принудительный отвод испаряемой влаги. Для лучшей сохранности при хранении высушенную растительную массу гранулируют. Заготовленная таким образом высушенная гранулированная растительная масса в зимний период вводится в состав комбикорма при смешивании его компонентов. При этом ее массовая доля в корме может составлять от 3 до 10%.

Разработана рациональная технологическая схема внутрихозяйственного производства комбикорма для телят, содержащая операции подготовки и включения в состав корма зеленой или высушенной растительной массы, операторная модель которой представлена на рис. 1.

Система производства комбикорма для телят при использовании предлагаемой технологической схемы включает подсистемы подготовки зерновых компонентов и растительной массы, подсистемы подготовки прочих (минеральных, жидких и др.) компонентов, а также подсистему получения зернорастительного экструдата и центральную подсистему дозирования и смешивания компонентов комбикорма.

Важным моментом при выполнении технологического процесса по предлагаемой схеме является необходимость минимизации потерь содержащихся в зеленой растительной массе протеина, каротина и других полезных веществ. Особенно

важно обеспечить минимальные потери каротина как ценного питательного вещества, наиболее подверженного разрушению в процессе заготовки и приготовления кормов.



**Рисунок 1.** Операторная модель технологической системы внутрихозяйственного производства комбикорма для телят, содержащая операции подготовки и включения в состав корма зеленой или высушенной растительной массы:

B1 – подсистема получения рассыпного комбикорма, включающая операцию

I – дозирование и смешивание компонентов; B2 – подсистема получения экструдата, включающая операции: I – промежуточное хранение, II – охлаждение и измельчение экструдата, III – экструдирование; C1 – подсистема подготовки зерновых компонентов, включающая операции: I – промежуточное хранение подготовленного зерна, II – измельчение зерна, III – очистка (шелушение) зерна; C2 – подсистема подготовки зеленой растительной массы, включающая операции: I – промежуточное хранение, II – гранулирование; III – комбинированная сушка, IV – измельчение зеленой массы (нумерация технологических операций от «выхода» к «входу» подсистем)

Для этого свежескошенная растительная масса должна быть возможно быстрее доставлена на внутрихозяйственное предприятие, где сразу же подвергнута измельчению. После измельчения ее необходимо без технологической паузы (промежуточного хранения) подвергнуть обработке, т.е. экструдированию или комбинированной сушке.

Технологический процесс производства комбикорма для телят по предлагаемой схеме протекает в следующей последовательности. Свежескошенная растительная масса влажностью 65-70% очищается от металломагнитных примесей, измельчается до размера частиц 2-10 мм и сразу же поступает в экструдер, куда подается и предварительно очищенное и измельченное фуражное зерно. Зерно и

измельченную растительную массу дозируют и загружают в экструдер отдельно и совместно экструдируют. Предварительное их смешивание производить нерационально, так как при экструдировании исходные компоненты смешиваются и соединяются в единый поток. Полученный в ходе совместного экструдирования зернорастительный экструдат охлаждают и измельчают, после чего накапливают в оперативной емкости. По мере необходимости экструдат направляют в подсистему дозирования и смешивания, где он смешивается с остальными предварительно подготовленными и не требующими подготовки компонентами комбикорма. Влажность получаемого комбикорма составляет 10-15%, что соответствует зоотехническим требованиям.

Измельченная растительная масса может быть направлена по альтернативному технологическому пути – для осуществления операции комбинированной низкотемпературной сушки (конвективная и СВЧ-сушка). Высушенная растительная масса после гранулирования направляется на хранение. В зимний период гранулы измельчаются и растительная масса смешивается с остальными компонентами комбикорма.

При производстве комбикорма в зимний период зерновое сырье также может подвергаться самостоятельному экструдированию с целью повышения его питательной ценности при условии его предварительного увлажнения [9].

Рациональным способом практической реализации предлагаемой технологической схемы является формирование в составе внутрихозяйственного предприятия автономного технологического модуля подготовки растительной массы [11], включающего компактно размещенное соответствующее оборудование, а именно измельчитель растительной массы, объемный дозатор, экструдер, охладитель и измельчитель экструдата, установку комбинированной сушки растительной массы, гранулятор, бункеры-накопители, вспомогательное оборудование. Данный технологический модуль может быть присоединен к уже действующему предприятию без его остановки.

*Выводы.* В результате экспериментальной проверки предлагаемых технологических решений, в ходе которой в состав комбикорма для телят вводилась листовая масса люцерны, было установлено, что рациональная массовая доля зеленой массы в приготавливаемом комбикорме составляет 15-20%. Процесс ее совместного экструдирования с зерном характеризуется незначительными потерями протеина и небольшим снижением содержания каротина (7-8%) [12].

Приготавливался комбикорм для телят следующего состава: пшеница – 30%, ячмень – 22%, зеленая масса люцерны – 20%, отруби пшеничные – 14%, шрот подсолнечный – 10%, премикс – 1%, минеральные компоненты – 2%. В этом рецепте растительная масса люцерны фактически заменяет дорогостоящий соевый шрот. Проведенный анализ комбикорма показал, что содержание сырого протеина составило 210-220 г/кг (на сухое вещество). Содержание каротина в готовом комбикорме (около 20 мг/кг) значительно превысило его содержание в корме, приготовленном без добавления зеленой растительной массы.

В ходе исследований было установлено, что комбинированный способ низкотемпературной сушки обеспечивает более высокую сохранность каротина в листователесельной массе, чем традиционный способ высокотемпературной сушки. Химический анализ показал, что массовая доля каротина в высушенной согласно предлагаемой технологической схеме растительной массе люцерны непосредственно после сушки уменьшилась по сравнению с первоначальной незначительно



(на 4-5%). При этом высокая степень сохранности каротина обеспечивается не только непосредственно после окончания сушки, но и при хранении высушенной растительной массы, причем срок хранения может составлять до 8-9 месяцев. В частности, опыт показал, что содержание каротина после хранения в течение 6 месяцев снизилось лишь на 20%.

Использование недорогого местного белкового сырья вместо покупного позволило снизить себестоимость внутрихозяйственного производства комбикорма в летний период на 10-12%, а в зимний – на 6-7% (с учетом затрат на сушку растительной массы).

Достоинством предлагаемой технологической схемы является также то, что она позволяет временно исключать из технологического процесса без остановки производства операции подготовки растительной массы при ее отсутствии, либо при приготовлении комбикормов для других видов животных.

Применение предлагаемых технологических решений позволит без значительных затрат восполнить потребность молодняка КРС в растительном протеине и каротине путем ввода зеленой и высушенной растительной массы в состав комбикормов. Обоснованная технологическая схема позволяет организовать эффективное внутрихозяйственное производство комбикормов для телят, обеспечивающих их сбалансированное питание.

#### **Список литературных источников:**

1. Шинкарева, С. Л. Конверсия энергии рационов в продукцию при использовании экструдированного обогатителя в составе комбикорма КР-1 для телят / С. Л. Шинкарева // Зоотехническая наука Беларуси. – 2013. – Т. 48. – № 2. – С. 84-92.
2. Пахомов, В. И. Принципы создания внутрихозяйственных комбикормовых предприятий и их практическая реализация / В. И. Пахомов, С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 4 (20). – С. 48-52.
3. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 471-474.
4. Вегетативная масса растений, как нетрадиционный источник протеина / А. А. Шевцов, А. В. Дранников, А. А. Дерканосова, А. А. Коротаева // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 1 (4). – С. 38-40.
5. Хоренжий, Н. В. Исследование процесса экструдирования комбикормов с содержанием влажных кормовых трав (часть 1) / Н. В. Хоренжий // Зерновые продукты и комбикорма. – 2014. – № 1. – С. 33-36.
6. Хоренжий, Н. В. Оцінка продуктивної дії комбікормової продукції із включенням вологих кормових трав у годівлі великої рогатої худоби / Н.В. Хоренжий // Научні трудові Одеської національної академії пищевих технологій. – 2014. – Т. 46. № 1. – С. 70-76.
7. Панфилов, В. А. Теория технологического потока / В. А. Панфилов. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.
8. Брагинец, С. В. Эффективный способ производства комбикорма с добавкой зеленой массы кормовых трав / С. В. Брагинец, А. С. Алфёров, О. Н. Бахчевников // Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 4 (8). – С. 32-39.
9. Янова, М. А. Влияние экструдирования на пищевую и биологическую цен-

ность зерна / М. А. Янова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3. – С. 167-170.

10. Рухляда, А. И. Исследование кинетики конвективной сушки зелёной растительной массы и сушки с использованием СВЧ-нагрева / А. И. Рухляда // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: Сборник статей 9-й международной научно-практической конференции 2-4 марта 2016 г., г. Ростов-на-Дону. В рамках 19-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2016». – Ростов н/Д, 2016. – С. 155-158.

11. Брагинец, С. В. Технологический модуль производства экструдированного комбикорма с включением растительной массы / С. В. Брагинец, А. С. Алфёров, О. Н. Бахчевников // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 4. – С. 26-28.

12. Брагинец, С. В. Результаты экспериментальных исследований экструдирования зерновых ингредиентов с измельченной зеленой массой / С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников, А. С. Алфёров, А. В. Смоленский // Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2015: сборник научных трудов научно-методической конференции, посвященной 85-летию ДГТУ. – Ростов-на-Дону. – Зерноград: СКНИ-ИМЭСХ, 2015. – С. 548-552.

### References:

1. Shinkaryova S.L. Diets energy conversion into production by using extruded enrichment mixture as a part of feed KR-1 for calves. Zootekhnicheskaja nauka Belarusi [Zootechnical science of Belarus], 2013, V. 48, no. 2, pp. 84-92. (in Russian)

2. Pakhomov V.I., Braginets S.V., Bakhchevnikov O.N. Principles of on-farm feed producing enterprises creation and their implementation in practical work. Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva [The bulletin of the All-Russia scientific research institute of animal industries mechanisation], 2015, no. 4 (20), pp. 48-52. (in Russian)

3. Jacko N.A., Radchikov V.F., Gurin V.K., Caj V.P. Local energy and protein sources in breeding heifers' diets. Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovanija Vitebskaja ordena Znak pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny [Scientific notes of education institution Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine], 2011, V. 47, no 1, pp. 471-474. (in Russian)

4. Shevcov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Vegetative mass of plants as a alternative protein source. Aktual'naja biotekhnologija [Actual biotechnology], 2013, no. 1 (4), pp. 38-40. (in Russian)

5. Khorenzhij N.V. Research of feed extrusion process with a content of wet forage grasses (part 1). Zernovye produkty i kombikorma [Grain products and feeds], 2014, no. 1, pp. 33-36. (in Ukrainian)

6. Khorenzhij N.V. Nutritional value estimation of feed production with wet fodder grasses addition for livestock. Nauchnye trudy Odesskoj nacional'noj akademii pishchevykh tekhnologij [Proc. of the Odessa National Academy of Food Technologies], 2014, V. 46, no. 1, pp. 70-76. (in Ukrainian)

7. Panfilov V.A. Teoriya tekhnologicheskogo potoka [The theory of technological stream. Moscow]. KolosS, 2007. 319 p. (in Russian)

8. Braginets S.V., Alforyov A.S., Bakhchevnikov O.N. Efficient method for feed production with green mass of forage grasses addition. Agrotekhnika i energoobespechenie [Agriculture and energy supply], 2015, no. 4 (8), pp. 32-39. (in Russian)

9. Janova M.A. The influence of extrusion on grain nutritional and biological value.

Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [The bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2011, no. 3, pp. 167-170. (in Russian)

10. Rukhljada A.I. The kinetics study of green plant matter convective drying and drying by means of microwave heating. Trudy 9-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Sostojanie i perspektivy razvitija sel'skokhozjajstvennogo mashinostroenija" [Proc. of the 9th Int. Conf. "The state and prospects of agricultural mechanical engineering developmen"]. Rostov-on-Don, 2016, pp. 155-158. (in Russian)

11. Braginets S.V., Alfyorov A.S., Bakhchevnikov O.N. The process module for production of feed extruded with plant mass addition. Tekhnika i oborudovanie dlja sela [Machinery and equipment for rural area], 2016, no. 4, pp. 26-28. (in Russian)

12. Braginets S.V., Bakhchevnikov O.N., Alfyorov A.S., Smolenskiy A.V. The experimental study results of cereal components extruded with ground green matter. Trudy DGTU nauchno-metodicheskoy konferencii "Innovacionnyye tekhnologii v nauke i obrazovanii" [Proc. of the DSTU "Innovative technologies in science and education"]. Rostov-on-Don, Zernograd, 2015, pp. 548-552. (in Russian)



## Rational technological scheme of on-farm feed production for calves with plant matter

Braginets Sergey Valerievich, Candidate of Science (Technics), leading scientific associate in the Mechanization of Animal Husbandry Department

e-mail: sbraginets@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Northern-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture

Bakhchevnikov Oleg Nikolaevich, Candidate of Science (Technics), scientific associate in the Mechanization of Animal Husbandry Department

e-mail: oleg-b@list.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Northern-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture

Rukhlyada Artyom Igorevich, junior scientific associate in the Mechanization of Animal Husbandry Department

e-mail: sbraginets@mail.ru

Federal State Budgetary Scientific Institution Northern-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture

**Abstract.** The rational technological scheme of feed production containing plant matter for calves has been explained. The scheme includes mutual extrusion of grain and plant matter, the extrudate next mixing with other feed components, or plant matter making for using during winter period by the combination of low-temperature drying and next entering in feed composition. The scheme makes it easy to enable corresponding procedures in the technological process of on-farm enterprises.

**Keywords:** feed, calves feeding, plant matter, protein, extrusion, combined drying, process module.