

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ КРУПНОМУ РОГАТОМУ СКОТУ

**А. В. Брусенков, В. П. Капустин**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор А. Н. Зазуля*

**Ключевые слова:** животноводческая ферма; корнеклубнеплоды; крупный рогатый скот; приготовление; эффективность.

**Аннотация:** Повышение продуктивности животных на основе улучшения качества приготовления корнеклубнеплодов имеет первостепенное значение. Изменяя уровень и режим кормления, набор и соотношение кормов в рационе, можно воздействовать на весь обмен веществ, формировать желательный тип животного, способного к высокой молочной или мясной продуктивности. Только рациональное, нормированное кормление с использованием современных достижений науки и практики в полной мере может обеспечить высокую продуктивность животных, повысить качество животноводческой продукции и снизить ее себестоимость. Не решив проблему полноценного кормления животных, невозможно увеличить производство продукции животноводства.

Необходимыми и обязательными условиями интенсивного ведения животноводства являются не только обеспечение устойчивой кормовой базы, но и применение современных способов и приемов переработки и приготовления кормов, обеспечивающих их наиболее эффективное использование. Для этого в соответствии с прогрессивными технологиями для конкретных условий определяют комплекты машин и оборудования и организацию их использования [1]. Одним из путей увеличения производства продукции животноводства является использование в рационах животных корнеклубнеплодов. Скармливание корнеклубнеплодов крупному рогатому скоту положительно влияет на процессы перевариваемо-

---

Брусенков Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерия», e-mail: aleksei\_brusenkov@mail.ru; Капустин Василий Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Агроинженерия», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

сти, стимулирует лактацию, обеспечивает рационы необходимым количеством сахара, а в период их стойлового содержания позволяет повысить усвояемость грубых кормов. Однако, вследствие высокого содержания воды, преобладания в сухом веществе легкорастворимых углеводов, недостаточности протеина и клетчатки, они не могут служить основным кормом для животных и их скармливают в рационах совместно с другими кормами. Корнеклубнеплоды вводят в состав рационов, бедных углеводами и богатыми протеином и клетчаткой, как источники веществ, необходимых для развития желательной микрофлоры рубца.

На фермах и комплексах большое внимание уделяют предварительной подготовке корнеклубнеплодов перед скармливанием животным, так как в результате этого повышается их перевариваемость и питательная ценность. Известно, что животные усваивают лишь 20 – 25 % содержащихся в корме питательных веществ, около 30 % расходуется на физиологические нужды, а остальная часть выделяется с отходами, поэтому при решении задач рационального приготовления кормов необходимо добиваться снижения их непроизводительных потерь.

Качественно заготовленные корма являются необходимым, но еще не достаточным условием для получения максимальной продуктивности животных. Задача приготовления кормов к скармливанию сводится к тому, чтобы в результате механической (измельчения, смешивания) или тепловой обработки (запаривания) повысить содержание химических элементов и перевариваемость скотом потребляемой кормосмеси. Этот принцип составляет основу как конструкции машин и оборудования, так и всего режима технологического процесса приготовления кормов на животноводческих фермах и комплексах.

В рационах кормления животных применяется много различных компонентов, в результате чего процесс кормоприготовления в настоящее время отработан не до конца, так как его довольно трудно механизировать одной машиной. Для механизации производственных процессов на животноводческих фермах и комплексах используют различные машины и оборудование, которые служат для приготовления, транспортировки и раздачи кормов и используются как индивидуально, так и в составе поточно-технологических линий (ПТЛ) [2].

Различают два основных варианта технологии приготовления корнеклубнеплодов на корм животным и птице [3]:

1) прием, накопление – очистка от грязи (влажная или сухая) – отделение камней – измельчение – дозирование – выдача готового продукта;

2) прием, накопление – очистка от грязи (влажная) – отделение камней – тепловая обработка (запаривание) – мятые – разбавление водой – дозирование картофеля – выдача готового продукта.

Первый вариант применяют в основном при кормлении крупного рогатого скота, второй – при кормлении свиней и для молочных коров при использовании только подмороженных корнеклубнеплодов. Анализируя представленные технологии приготовления корнеклубнеплодов, следует отметить, что по энергоемкости процесса приготовления их можно разделить на две группы – с применением тепловой обработки и без нее. Одна-

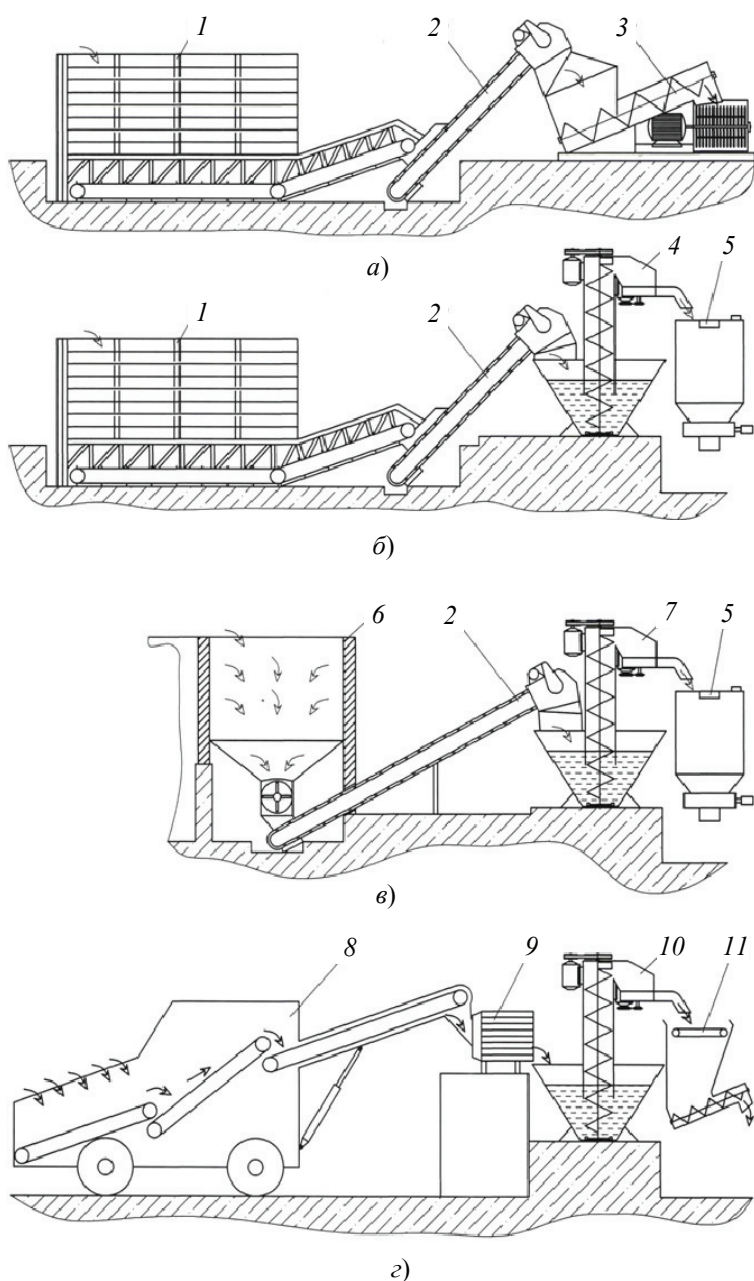
ко применение запаренных кормов сдерживается высокой стоимостью источников энергии из-за постоянного роста тарифов, в результате чего их скармливают в сыром виде с предварительным измельчением в соответствии с зоотехническими требованиями. В зависимости от этого в технологические линии включаются машины, функциональное назначение которых соответствует выбранной технологической схеме.

Стационарные машины ПТЛ корнеклубнеплодов характеризуются жесткой связью, то есть все они от первой до последней работают в ритме основной машины. Оборудование животноводческих ферм, в отличие от многих сельскохозяйственных машин, используются не сезонно, а на протяжении всего года или непосредственно работают в контакте с животными и воздействуют на их органы. Поэтому каждая технологическая операция или процесс на фермах, в отличие от полевых работ, должны выполняться в строго определенное время. Несвоевременное выполнение их ведет к нарушению функциональных процессов в организме, что оказывает влияние на продуктивность и здоровье животных [4 – 6]. Известно, что несоблюдение режимов кормления и поения животных снижает их продуктивность на 15 – 20 %, что в результате приводит к повышению себестоимости продукции и к уменьшению ее валового производства. Недополученная продуктивность животных восстанавливается не сразу. Например, задержка кормления дойных коров на 2 ч вызывает снижение удоев на 1 л, а восстанавливается при нормальном режиме кормления только через 4 дня [2].

Технологические линии приготовления корнеклубнеплодов (рис. 1) обеспечивают выполнение операций погрузки, доставки, выгрузки, накопления (хранения), подачи, очистки (или мойки), измельчения и дозированной подачи на линию смешивания [7]. Оборудование ПТЛ монтируют в помещении цеха с минимальным заглублением (не более 700 мм), оно рассчитано для работы при температуре 5...35 °С и относительной влажности воздуха не более 95 %. Линия должна обеспечивать механизированную загрузку из транспортных средств, мойку обычных и крупных корнеплодов, их измельчение и дозированную подачу, а также отделение от массы загрязнений (земли, ботвы, соломы) влажным или сухим способом. Оборудование ПТЛ совмещают с выгрузными механизмами хранилища корнеплодов. Для мойки корнеклубнеплодов используют оборотное водоснабжение с рециркуляцией грязной воды.

Приведенное на схеме оборудование показывает, что без учета хранилищ в состав ПТЛ входит от четырех до шести машин.

Погрузка корнеплодов из хранилищ или кагатов в транспортные средства на всех ПТЛ одинакова: она осуществляется тракторными свеклопогрузчиками (типа КСП-6,5; ППС-6; «РИТМ-МАТРОТ», КПС-6 и др.) или грейферными погрузчиками (типа ПЭ-0,8Б; ПКУ-0,8; John Deere, MANITOU и др), загрузка в промежуточное хранилище – самосвальным транспортом. Во избежание перебоев в работе ПТЛ из-за отсутствия корма необходим бункер-накопитель или питатель. Текущий запас корнеплодов в ПТЛ (операция накопления) создается в бункерах-питателях ПБ-2М (ПБ-15), ТК-5 или ТК-5Б, ТЗК-30М или ПЗМ-1,5, в которые корнеплоды



**Рис. 1. Схемы основных ПТЛ для приема и обработки корнеклубнеплодов с использованием:**

*а* – шнековой мойки агрегата 3; *б* – мойки-измельчителя 4 и бункера-дозатора 5; *в* – питателя 6; *г* – транспортера-загрузчика 8, барабана сухой очистки корнеплодов 9, мойки-измельчителя 10 и дозатора сочных кормов 11

выгружают опрокидыванием кузова прицепа или подачей транспортерами из хранилищ (см. рис. 1). Операции очистки, мойки, измельчения и дозированной выдачи подготовленных корнеплодов на ПТЛ выполняют измельчителями ИКС-5М, АПК-10А, ИКМ-Ф-10, ИКМ-5, ИКУ-Ф-10 и др.

Для регулирования дозы выдачи корнеплодов за счет изменения частоты вращения рабочих органов применяют бункера-дозаторы различного типа.

Согласно первой схеме А (см. рис. 1, а), доставленные транспортными средствами корнеклубнеплоды порциями по 2...4 т выгружают в приемный бункер-питатель 1 ПБ-2М, заглубленный на 700 мм, либо на площадку цеха, откуда их периодически сталкивают в бункер ПБ-2М бульдозером. Из бункера корнеклубнеплоды транспортером 2 ТС-40М подают в мойку-дозатор агрегата 3 АПК-10А, где они отмываются от грязи, затем дозированно подаются в измельчитель-смеситель агрегата АПК-10А.

По схеме Б (см. рис. 1, б) корнеклубнеплоды в той же последовательности доставляют и выгружают в приемный бункер 1 ПБ-2М или ПБ-15 и скребковым транспортером подают в мойку-измельчитель 4 ИКМ-Ф-10, где они отмываются от грунта и песка вихревыми потоками воды в ванне, затем подхватываются шнеком и направляются к измельчителю. Частично отмытые в ванне корнеклубнеплоды дополнительно омываются струей воды в кожухе шнека. Камни и другие тяжелые предметы опускаются на дно ванны и отбрасываются крыльцом на выгрузной транспортер. В измельчителе корнеклубнеплоды на верхнем диске измельчаются горизонтальными ножами и поступают на нижний диск, где происходит их окончательное доизмельчение вертикальными ножами. Измельченная масса выгружается в дозатор через лоток с помощью лопаток нижнего диска, далее через бункер-дозатор 5 КОРК-15.03.01 самотеком направляется в рабочую зону дозирующего устройства и на линию смешивания. Достоинство данной ПТЛ является малое заглубление питателя и высокая пропускная способность измельчителя, а недостатком – низкая надежность дозатора.

Согласно схеме В (см. рис. 1, в), каждый приемный бункер шнеков-питателей 6 ТК-5Б загружают кормами из транспортных средств. Шнеки-питатели включают в работу поочередно. При пуске линии первым включают скребковый транспортер, а затем один из шнеков-питателей. Корнеклубнеплоды подаются в мойку-измельчитель 7 ИКМ-Ф-5, где подвергаются мойке, очистке от загрязнений и камней, измельчению, после чего поступают в дозатор 5 КОРК-15.03.01 и далее – на ПТЛ смешивания. Недостатком данной ПТЛ является то, что в емкости приемной части питателя, заглубленного на 3 000 мм, во время работы ежемесячно накапливается много грязи, замерзающей в зимнее время, что затрудняет очистку, вызывает перегрузку электродвигателя, обрыв цепей и тому подобное. Кроме того, основным недостатком шнеков-питателей ТК-5Б является необходимость их заглубления, что требует дополнительных затрат на строительные-монтажные работы и затрудняет техническое обслуживание. Поэтому, по мнению ряда ученых, наиболее совершенным является питатель-дозатор корнеклубнеплодов ПДК-Ф-15-1, который, по сравнению с питателями типа ПБ-2М или ПБ-15, обеспечивает большую равномерность подачи продукта, не требует больших капитальных вложений при установке, устанавливается на любой ровной горизонтальной площадке. Питатель-дозатор корнеклубнеплодов ПДК-Ф-15-1 устроен следующим образом. На раме шарнирно закреплен лоток, в который самосваль-

ным транспортером загружаются корнеклубнеплоды. Лоток при помощи двух гидроцилиндров может подниматься на угол до 60°. Корнеклубнеплоды, перемещаясь под собственным весом, захватываются шнеком и дозированно подаются далее согласно технологии приготовления. Аналогично устроен питатель ПКЖ-Ф-15.

По четвертой технологической схеме Г (см. рис. 1, з) корнеплоды, загруженные в приемный лоток транспортера-загрузчика 8 ТЗК-30М, ленточным скребковым транспортером подаются во вращающийся барабан сухой очистки 9, в котором отделяется основная масса грунта, соломы и растительных остатков. Из барабана, установленного с зазором относительно загрузочного лотка, корнеклубнеплоды попадают в ванну мойки-измельчителя 10, где потоком воды, создаваемым рабочим колесом с лопастями совместно с витками шнека, отмываются и шнеком транспортируются к измельчителю. Камни и другие тяжелые примеси коническое рабочее колесо отбрасывает к периферии и удаляет из ванны через окно на транспортер удаления примесей. Очищенные от земли, песка и камней и превращенные в стружку корнеплоды поступают в бункер-дозатор 11 ДС-15. Далее измельченная масса в дозированном количестве подается на линию смешивания. Питатель ТЗК-30М не требует заглубления, легко транспортируется и может использоваться в других технологических линиях. Основным недостатком данной машины – неравномерность подачи корнеклубнеплодов.

Технико-экономический расчет ПТЛ (см. рис. 1) для различного суточного объема погрузки и доставки корнеклубнеплодов – от 5,6 (для 400 коров) до 28 т (для 2000 коров) – показывает, что для небольших ферм при одинаковой эксплуатационной производительности по линиям А, Б, В 2...4 т/ч [7] наиболее эффективен вариант А. Для крупных ферм на 1200 – 2000 коров по вариантам А, Б и Г приведенные затраты снижаются почти наполовину, причем оптимальной является ПТЛ, совмещенная с корнеплодохранилищем [7]. При оптимизации линий кормоприготовления важное значение имеет вместимость хранилища корнеклубнеплодов, сблокированного с ПТЛ. Предельные значения вместимости: минимальный – бункер на 5...8 м<sup>3</sup>, максимальный – хранилище на годовой запас. Согласно проведенным исследованиям, оптимальная вместимость хранилища должна соответствовать 1–1,5-месячной потребности корма. Как показывают практика и проведенные исследования, на средних и крупных животноводческих фермах обрабатывать и готовить корма нужно в кормоцехах, а для более мелких ферм более экономично и проще использовать универсальные кормоприготовительные агрегаты.

Таким образом, проведенные результаты исследований свидетельствуют о том, что на животноводческих фермах и комплексах применяются малоэффективные технологии и средства для приготовления корнеклубнеплодов на корм крупному рогатому скоту. Как показывает практика, если в хозяйстве отсутствует поточно-технологическая линия, то мобильными раздатчиками подают только силос и сенаж, а для корнеклубнеплодов такие машины не предназначены и их раздают вручную. Несовершенные технологии и технические средства в процессе подготовки корне-

клубнеплодов создают условия для недоиспользования их потенциальной питательности, приводят к их потерям и неравномерной раздаче. Поэтому, для полной механизации приготовления корнеклубнеплодов на фермах необходимо иметь кормоцех или поточно-технологическую линию, отвечающие современным зоотехническим и экономическим требованиям производства.

#### *Список литературы*

1. Кукта, Г. М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г. М. Кукта. – М. : Агропромиздат. 1987. – 303 с.
2. Брусенков, А. В. Эксплуатация машин и оборудования для приготовления и раздачи кормов в животноводстве / А. В. Брусенков, А. С. Пилягин // Теоретические и практические аспекты развития науки и образования в современном мире : материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., 16 мая 2017 г., г. София, Болгария. – Нефтекамск, 2017. – С. 50 – 58.
3. Сельскохозяйственная техника и технологии / И. А. Спицын [и др.] ; под общ. ред. И. А. Спицына. – М. : КолосС, 2006. – 647 с.
4. Алешкин, В. Р. Механизация животноводства / В. Р. Алешкин, П. М. Рошин; под ред. С. В. Мельникова. – М. : Агропромиздат, 1985. – 336 с.
5. Брусенков, А. В. Особенности эксплуатации технологического оборудования в животноводстве / А. В. Брусенков, А. В. Сенько // Современное состояние и перспективы развития научной мысли : материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., 13 апреля 2017 г., г. Астана, Казахстан. – Нефтекамск, 2017. – С. 41 – 48.
6. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Россельхозакадемия, Минсельхоз и Минпромторг России. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
7. Коваленко, В. П. Технологические комплексы машин для приготовления кормов : учеб. пособие / В. П. Коваленко, И. М. Петренко. – Краснодар : Изд-во КГАУ, 2000. – 170 с.

#### *References*

1. Kukta G.M. *Mashiny i oborudovaniye dlya prigotovleniya kormov* [Machinery and equipment for the preparation of feed], Moscow: Agropromizdat. 1987, 303 p. (In Russ.)
2. Brusenkov A.V., Pilyagin A.S. *Teoreticheskiye i prakticheskiye aspekty razvitiya nauki i obrazovaniya v sovremennom mire: materialy Mezhdunarodnoy (zaochnoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Theoretical and practical aspects of the development of science and education in the modern world: Proceedings of the International (Correspondence) Scientific-Practical Conference], 16 May, 2017, Sofia, Bulgaria, Neftekamsk, 2017, pp. 50-58. (In Russ.)
3. Spitsyn I.A. [Ed.], Orlov A.N., Ukhanov A.P., Lyashenko V.V., Parfenov V.S. *Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika i tekhnologii* [Agricultural machinery and technology], Moscow: KolosS, 2006, 647 p. (In Russ.)
4. Aleshkin V.R., Roshchin P.M., Mel'nikov S.V. [Ed.] *Mekhanizatsiya zhivotnovodstva* [Mechanization of animal husbandry], Moscow: Agropromizdat, 1985, 336 p. (In Russ.)
5. Brusenkov A.V., Sen'ko A.V. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya nauchnoy mysli: materialy Mezhdunarodnoy (zaochnoy) nauchno-prakticheskoy*

*konferentsii* [Proceedings of the International (Correspondence) Scientific-Practical Conference], 13 April, 2017, Astana, Kazakhstan, Neftekamsk, 2017, pp. 41-48. (In Russ.)

6. *Strategiya mashinno-tehnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii na period do 2020 goda* [Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia for the period up to 2020], Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009, 80 p. (In Russ.)

7. Kovalenko V.P., Petrenko I.M. *Tekhnologicheskiye komplekсы mashin dlya prigotovleniya kormov: uchebnoye posobiye* [Technological complexes of machines for the preparation of feed: a textbook], Krasnodar: Izdatel'stvo KGAU, 2000, 170 p. (In Russ.)

---

## **Feasibility Assessment of the Effectiveness of Preparing Root Crops for Cattle**

**A. V. Brusenkov, V. P. Kapustin**

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** livestock farm; root crops; cattle; cooking; efficiency.

**Abstract:** Improving the productivity of animals based on improving the quality of preparation of root crops is of paramount importance. By changing the level and mode of feeding, the set and ratio of feed in the diet, you can affect the entire metabolism and form the desired type of animal, capable of high milk or meat productivity. Only rational, normalized feeding using modern achievements of science and practice can fully ensure high animal productivity, improve the quality of livestock products and reduce its cost. Without solving the problem of full-fledged feeding of animals, it is impossible to increase the production of livestock products.

---

© А. В. Брусенков, В. П. Капустин, 2019