



Рисунок 2 – Линии равного уровня для выходной функции ВСС

Зависимость, представленная на рисунке 2, отображает области, каждой из которой соответствует различная величина водосвязывающей способности сырья ВСС. Область поверхности отклика, представленная на рисунке 1, которой соответствует максимальная ВСС сырья, проецируется в замкнутый контур. Данный контур определяет наиболее оптимальные параметры работы куттера с точки зрения обеспечения максимальной водосвязывающей способности измельчаемого сырья.

#### **Заключение**

Определены параметры проведения процесса куттерования мяса кур механической обвалки (время куттерования от 300 до 390 с, скорость резания от 25,4 до 29,7 м/с), обеспечивающие повышение водосвязывающей способности измельчаемого сырья от 64,58 % до 69,5 %.

#### **Литература**

1. Технология мяса и мясопродуктов: учебник для вузов / под ред. А.А. Соколова. – 2-е изд., перераб. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 740 с.
2. Косой, В. Д. Совершенствование производства колбас (теоретические основы, процессы, оборудование, технология, рецептуры и контроль качества): монография/В.Д.Косой, В.П.Дорохов.–М.:ДеЛи принт,2006.–765с.

УДК 631.563

### **РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАГОТОВКЕ ПЛОЩЕННОГО ВЫСОКОВЛАЖНОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

*Козловская Н.С., Михайловский Е.И., к.э.н., доц. (БГАТУ, Минск)*

#### **Введение**

Сельскохозяйственные организации Республики Беларусь ежегодно убирают свыше 2 млн. т зерна на фуражные цели. В структуре кормового баланса страны фуражное зерно занимает 50-80%. На корм крупному рогатому скоту используется 0,8 млн. т, свиньям - 0,9 млн. т, птице и др. видам животных - 0,4 млн. т. Большая часть выращиваемого урожая убирается в период полной биологической спелости и влажности зерна 20-25%. Убранный с поля фуражное зерно для длительного хранения следует высушивать до кондиционной влажности – 14-16% [2]. При сушке зерна с влагой испаряется часть питательных веществ, и чем она интенсивнее, тем меньше его питательная ценность [1]. Такой способ заготовки зерна определяет большой объем работ по послеуборочной обработке зерна и подготовке его для хранения, что значительно увеличивает энерго- и трудозатраты и характеризуется большими инвестициями.

Одним из важных технологических приемов повышения сохранности урожая и питательности кормов является использование на корм скоту высоковлажного консервированного фуражного зерна, которое дает значительный экономический эффект: снижает себестоимость концентрированных кормов на 10-15%, при этом продуктивность животных увеличивается на 7-12%; увеличивает валовый сбор фуражного зерна на 8-10% за счет снижения потерь при уборке; снижает энергозатраты на 23% за счет исключения сушки, очистки и размола зерна; повышает усвояемость корма на 5-8%, среднесуточные привесы живой массы на 10-12% и надой крупного рогатого скота на 7-10%.

#### **Основная часть**

Технология плющения позволяет начать уборку зерна в стадии восковой спелости при влажности 35-40%, когда питательная ценность зерновых наивысшая, поэтому с 1 га площади заготавливают на 10-30% больше питательных веществ, в составе которых содержатся углеводы - до 15% от сухого вещества, сахара, крахмал - до 60%, а сырая клетчатка представлена преимущественно хорошо перевариваемыми формами. В составе белков содержатся водо- и солерастворимые фракции с высоким удельным весом. Плющение так же улучшает вкусовые качества зерна и повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов.

При этом часть сырого протеина и аминокислот преобразовывается в более простые соединения, что улучшает использование белковых веществ.

Плющение – наиболее рациональный способ переработки влажного зерна для скармливания, при котором обеспечивается высокое качество корма. Для плющения пригодны все виды злаковых и бобовых культур, а так же их смеси. Культуры в зерносмесях, которые планируется использовать для плющения, должны созревать до одинаковой влажности в один и тот же срок, что достигается за счет подбора сортов [1].

Данный метод позволяет исключить из технологии приготовления фуражного зерна один из наиболее энергоемких процессов его послеуборочной обработки – сушку. Совокупные затраты энергоресурсов на получение 1 т зерна составляют 0,01-0,02 т у. т., что в 2-3 раза превышает уровень энергоемкости на тот же технологический процесс в наиболее развитых и схожих по природно-климатическим условиям странах Западной Европы. Наибольшие затраты энергоресурсов приходится на сушку зерна кукурузы: в среднем расходуется 0,04-0,05 т у. т. на 1 т зерна.

Технология плющения влажного зерна с одновременным внесением консерванта - перспективный способ подготовки фуражного зерна, так как позволяет получать пригодный к скармливанию сельскохозяйственным животным корм с содержанием обменной энергии в 1 кг сухого вещества 9-13 МДж, который сохраняется длительное время без значительных потерь питательных веществ, хорошо поедается животными и лучше усваивается [2].

Зерно, используемое для приготовления комбикорма, не высушивается, а закладывается на временное хранение сразу после плющения. Для хранения плющеного консервированного зерна используются закрытые хранилища, наземные бетонные траншеи и полимерные рукава [3]. Основными условиями при закладке плющеного консервированного зерна на хранение являются тщательная трамбовка, быстрая закладка корма (не более 4-5 дней) и полная герметизация при укрытии.

При закладке в траншею зерно от комбайнов выгружается в приемный бункер с транспортером, а из него – в плющилку или плющилка загружается мобильным погрузчиком. Плющилка устанавливается стационарно. При плющении зерна одновременно через дозатор вносится консервант. Из плющилки консервируемая масса направляется в траншею, где равномерно распределяется и уплотняется трактором. Перед загрузкой траншея застилается полиэтиленовой пленкой. После наполнения траншея укрывается пленкой так, чтобы внутрь массы корма не мог поступать воздух.

При закладке в рукав зерно от комбайнов следует выгружать на площадку или в приемный бункер с транспортером. Затем зерно фронтальным погрузчиком загружается в бункер плющилки, а из нее, после плющения и ввода консерванта, направляется в бункер упаковщика для набивки в полимерный рукав. Хранение массы в полимерном рукаве осуществляется на том месте, где произведена его набивка. Привод плющилки и упаковщика должен быть от вала отбора мощности трактора. Это вызвано тем, что упаковщик в процессе набивки осуществляет поступательное движение и плющилка должна следовать за ним.

Технология плющения и консервирования фуражного зерна является неотъемлемой частью индустриальной технологии его возделывания и уборки. Внедрение ее в производство позволяет эффективнее использовать кормовые достоинства зернофуражных культур и увеличить сохранность питательных веществ, как важного фактора повышения продуктивности животных.

С учетом особенностей пищеварения жвачных животных плющенное консервированное зерно в большей степени отвечает их физиологическим потребностям, чем порошкообразный комбикорм. Оно не вызывает ацидозов, не распыляется, не затрудняет дыхание животных, прекрасно поедается. Перевариваемость питательных веществ плющеного консервированного зерна, убранного в стадии восковой спелости, выше, чем у зерна полной спелости: клетчатки – на 12%, сухого и органического вещества – на 3,3-3,4%, перевариваемого протеина – на 10%. Усвояемость плющеного консервированного зерна на 5-8% выше, чем дробленого [1]. Стоимость кормов на 1 ц прироста снижается на 8-15%. Себестоимость 1 ц прироста живой массы снижается на 5-10%.

#### **Машины и оборудования для плющения высоковлажного фуражного зерна**

Для приготовления плющеного зерна с использованием консервантов РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» разработали технологию и машины: ПВЗ-10 с универсальным приводом и производительностью 10 т/ч (ОАО «Витебский РМЗ», ДП «Щученский РЗ», ГУП «Гродноблсельхозтехника»).

При плющении зерна особое внимание отводится толщине хлопьев, так как от их размера зависит усвояемость консервированного влажного зерна. Для злаковых зерновых культур оптимальная толщина хлопьев должна быть не более 1,1-1,8 мм. Это достигается в том случае, когда зазор между вальцами плющилки не более 0,8-1,3 мм. Плющилка должна быть отрегулирована таким образом, чтобы каждое зернышко было расплющено. Наличие неплющеного зерна недопустимо. Площадка для складирования зерна перед плющением должна не допускать попадания в вальцы плющилки камней, кусков асфальта и т.п.

Плющилка влажного зерна ПВЗ-10 предназначена для плющения свежемолоченного влажного зерна различных культур с добавлением жидкого консерванта в соответствии с зоотехническими требованиями.

В хозяйствах страны имеются так же плющилки КОРМ-10 (ОАО «Минскоблагросервис»), плющилки «Murska-700S» (Финляндия) и «RENN» (Канада). Все эти плющилки соответствуют зоотехническим требованиям, предъявленным к качеству плющения и отличаются только производительностью, стоимостью и

## **Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции**

удельными затратами энергии. Отечественные машины в 1,5-2 раза дешевле зарубежных, в то же время их производительность выше, а удельный расход электроэнергии ниже.

Разработаны упаковщик плющеного зерна в полимерный рукав УСМ-14, специализированные загрузчики-раздатчики кормов для ферм крупного рогатого скота СРК-10 и ЗРП-12.

УСМ-14 предназначен для приема, прессования и упаковки в полимерный рукав плющеного зерна повышенной влажности диаметром 2,7 м с целью длительного хранения в анаэробных условиях. Привод упаковщика влажного зерна в полимерный рукав осуществляется от трактора «Беларус» с мощностью двигателя 150 л.с., которым приводится гидропривод рабочих органов: механизма прессующего ротора, разравнивающих битеров, механизма торможения. Для подъема рукава и надевания на прессовальную камеру используется тросовый подъемник с установленной на нем лебедкой с ручным приводом.

Машина экономичная, надежная в эксплуатации и экологически безопасная. Благодаря применению специального роторного пресса, машина представляет многофункциональную конструкцию, применяемую для упаковки на хранение зерна различных фуражных культур, а также жома, картофельной мезги и других мелко измельченных кормов.

Смеситель-раздатчик кормов СРК-10 применяется в технологиях производства молока, говядины и обеспечивает прием стебельчатых кормов (силос, сенаж, сено), высокоэнергетических кормов (комбикорм, плющенное зерно, измельченные корнеклубнеплоды), смешивание всех кормов и их нормированную раздачу.

Преимущества перед смесителями-раздатчиками зарубежного производства: возможность дозирования комбикормов по группам животных; более высокая точность дозирования и равномерность более 90%; расход жидкого топлива меньше на 8-10 %; масса машины меньше на 10-15%; стоимость машины ниже в 2-3 раза.

Загрузчик-раздатчик кормов ЗРП-12 применяется в технологиях производства молока, говядины и обеспечивает самозагрузку стебельчатыми кормами, плющеным зерном, жомом, комбикормом, прием минерально-витаминных добавок, смешивание всех кормовых компонентов и нормированную раздачу кормосмеси животным на фермах КРС. Оснащение загрузчика-раздатчика блоком дозирования минерально-витаминных добавок позволяет повысить эффективность использования кормов, а оснащение раздатчика загрузочным лотком для загрузки плющеного зерна – уменьшить количество машин для загрузки кормов.

Загрузчик-раздатчик ЗРП-12 предназначен для самозагрузки консервированного зерна и нормированной выдачи животным в смеси с минеральными добавками и витаминами, поверх выдаваемого слоя стебельчатых кормов (силоса, сена, сенажа). В данной машине компоненты рациона не смешиваются. Объемистые корма (силос, сенаж, сено) загружаются в кузов, а плющенное зерно и добавки загружаются в дозирующую головку, при необходимости смешиваются и выгружаются дозировано. Загрузчик-раздатчик с блоком дозирования агрегируется с трактором кл.1.4, вместимость кузова – 12 м<sup>3</sup>, вместимость лотка плющеного зерна с белково-витаминно-минеральными добавками – 1,2 м<sup>3</sup>.

Разработан комплекс средств механизации, включающий плющилку влажного зерна ПВЗ-30 производительностью 20-30 т/ч с универсальным приводом и системой приема и подачи зерна в плющилку для хозяйств, заготавливающих 1000 и более тонн зерна в плющеном виде. Плющилка предназначена для плющения влажного фуражного зерна различных культур влажностью 25-40% при закладке их на хранение в герметичные траншейные, напольные хранилища и в полимерный рукав с вводом консерванта. Плющилка компактна и надежна в эксплуатации, проста в обслуживании, экономична, экологически безопасна. Она является аналогом плющилки влажного зерна «MURSKA-1400 S2×2» (Финляндия) и призвана заменить её.

Для экономической оценки проведем сравнение комплекта оборудования для заготовки плющеной массы зерна с вводом консерванта в полимерный рукав как наиболее прогрессивного способа заготовки плющеного зерна, получившего широкое распространение в последние годы. Максимальная производительность плющилки «Murska-1400S2x2» на зерне тритикале влажностью 33,5% составила 17,2 т/ч. Испытания плющилки ПВЗ-30 показали, что максимальная производительность на плющение зерна тритикале влажностью 32,6% равна 19,6 т/ч [3]. Технология заготовки плющеного консервированного зерна в полимерный рукав с применением плющилки ПВЗ-30 экономически выгодна, тем более, что в полимерном рукаве обеспечиваются лучшие анаэробные условия хранения и потери не превышают биологически обусловленного минимума.

### **Заключение**

Экономическая целесообразность широкого внедрения ресурсосберегающей технологии обработки зерна высокой влажности с внесением консервантов и его плющением обоснована рядом исследований. Применение хозяйствами Республики Беларусь технологии и машин для плющения зерна позволит получить экономию денежных средств на заготовку зерна по сравнению с традиционной технологией из расчета на 1000 т.: при закладке в траншею – 3640 у.е.; при закладке в полимерный рукав – 2740 у.е.; при заготовке кукурузы затраты снизятся на 8420 у.е. Экономия средств при заготовке 1 млн. т. зерна может составить в среднем около 450000 у.е., а экономия жидкого топлива – 6500 т. Кроме того, с учетом сокращения потерь зерна при уборке (на 5-10 ц с 1 га) и увеличения продуктивности животных на 5-10%, расчетный годовой экономический эффект по стране может составить примерно 1312430 у.е.

*Литература*

- 1 Отраслевой регламент. Заготовка плющеного зерна повышенной влажности. Типовые технологические процессы. - Введ. 2004-08-20. – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2004. – 17 с.
- 2 Рекомендации по заготовке и использованию высоковлажного фуражного зерна / под ред. Ю.Ф. Лачуга. – Москва: Россельхозакадемия, 2006. - 130 с.
- 3 Савиных, В. Н. Технико-экономическая оценка комплекта оборудования для плющения влажного зерна / В. Н. Савиных, А. В. Ленский, Д. И. Романчук: межведомственный тематический сборник. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2009. - Вып. 43. - С. 20-26.

УДК 631.243.42

**ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ ДЛЯ  
ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ**

*Воробьев Н.А., к. т.н., доц., Михайловский Е.И., к.э.н., доц., Лагерь В.Е. (БГАТУ, Минск)*

**Введение**

В настоящее время в республике активно реализуются инвестиционные проекты по строительству современных картофелехранилищ, оснащенных оборудованием для механизации и автоматизации работ по послеуборочной доработке и режимному хранению продукции. В статье представлены теоретические расчеты по экономической эффективности строительных решений по отношению к классической технологии хранения картофеля в буртах.

Для организации хранения картофеля в буртах требуются минимальные затраты, в основном на укрывной материал: солому и деревянные планки для вентиляционной канавки, и доски для вытяжных труб. Процесс хранения в буртах слабо контролируемый и плохо управляемый. Клубни в буртах лежат с осени до весны, и часто к весне сильно прорастают, особенно в верхней части, и, нередко, поражаются болезнями, что приводит к значительным потерям, которые сильно возрастают в случае несоблюдения технологии закладки и укрытия буртов осенью.

**Основная часть**

Буртовой способ из-за указанных недостатков в настоящее время заменяется картофелехранилищами, в которых применяется два основных способа: хранение навалом и хранение в контейнерах различной вместимости и конструкции.

Хранение начинается с подготовки хранилища: ремонт, тщательная очистка от мусора и остатков прошлогоднего картофеля, побелка за две-три недели до начала загрузки.

Картофель с поля к хранилищу перевозят в самосвалах, автомашинах бункерного типа с транспортером или в контейнерах и выгружается в приемный бункер с ворохоочистителем и выгрузным транспортером. При помощи системы ленточных конвейеров телескопических и конвейера ленточного картофель подается в камеры с навальным способом хранения, где загрузчик телескопический формирует насыпь высотой 5м. Такой режим обеспечивает загрузку клубней без повреждений и лучшую скважность и вентилирование насыпи, поскольку вниз, ближе к полу, скатываются крупные клубни. Поверхность насыпи после загрузки выравнивают. В холодильную камеру продукция загружается при помощи электропогрузчика.

Картофель после загрузки проходит «лечебный» период для заживления механических повреждений и укрепления покровной ткани. При поступлении на хранение мокрого картофеля производится его сушка с помощью систем вентилирования, как правило, наружным воздухом.

По окончании хранения картофель выгружается из камер при помощи скутера-подборщика и системы ленточных конвейеров телескопических ленточного конвейера. После выгрузки из камер хранения картофель проходит товарную подработку. Картофель подают в приемный бункер электропогрузчиком или системой конвейеров. Контейнероопрокидыватель выгружает картофель из тары в приемный бункер. При помощи конвейера-питателя картофель подается в машину для сухой очистки, где производится очистка клубнеплодов от песка и земли. Затем картофель подается в мочную машину, где осуществляется дополнительное удаление камней и отмывание от налипшей земли. Удаление влаги после мойки производят на сушильной машине. На переборочном столе производят сортировку и переборку клубней, а затем фасуют на фасовочной машине. После дозирования продукта в рукавную сетку двухскрепчаная упаковочная машина запечатывает готовую продукцию, которая укладывается в тарооборудование и отправляется в торговую сеть.

Поддержание режимов хранения обеспечивает вентиляционное оборудование и холодильное оборудование. В качестве примера рассмотрен проект строительства картофелехранилища на 12 000 т в г. Толочин Могилевской области. Сводная смета на строительство в ценах 2006 года приведена в таблице 1.

Распределение затрат на строительство имеет следующий вид: здания и сооружения – 53,0%, оборудование – 10,9%, прочие – 36,1%.

Для актуальных расчетов эффективности применения капитальных хранилищ цены приведены к текущему периоду исходя из курса доллара в 2006 году и биржевого курса 2011 года. Так, в 2006 г. средний курс составлял 2144,6 руб. за доллар США, в 2011 году для расчетов нами принят курс в 8000 руб. за доллар США (таблица 2).