



УДК 664.40.1.372

ЭЛЕМЕНТЫ СР-ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В УСЛОВИЯХ АГРОПРЕДПРИЯТИЯ

Гербер Ю.Б., к.т.н.,
Гудков И.Н., академик УААН, НУБ и П Украины
ЮФ НУБиП «КАТУ»
Тел.: (44) 527-82-33

Аннотация – приведены результаты исследований использования инфракрасной сушки для подготовки отходов виноделия, как компонента комбикорма, используемого в СР-технологии производства молока.

Ключевые слова – комбикорм, отходы виноделия, инфракрасное излучение, сушка. технология, экологически чистый продукт.

Постановка проблемы. Одним из основных продуктов питания человека является молоко. В последнее время все чаще ставится вопрос об экологической чистоте пищевых продуктов и их несоответствии предъявляемым требованиям.

Эта проблема стоит перед всем человечеством, и в особой степени относится к молоку и молочным продуктам, которые в значительной степени подвержены отрицательному воздействию негативных последствий влияния человека на окружающую среду.

Европейские производители молочных продуктов считают, что их необходимо производить на основе экологически чистого молока. У него есть несколько важных преимуществ: экологически чистое молоко обладает сбалансированным от природы составом и содержит гораздо больше полиненасыщенных жирных кислот.

Секрет экологически чистого молока прост: его производят коровы, которые 220 дней в году содержатся на экологически чистых пастбищах, питаются травой и сеном, пьют чистую воду и дышат чистым воздухом.

Так как в подавляющем большинстве территория сельскохозяйственных угодий нашей страны в той или иной степени загрязнена, необходим поиск способов биологической «очистки» получаемых продуктов животноводства, в частности молока.

Анализ последних исследований. Биохимические исследования ученых в области изучения состава и структуры отходов сельскохозяйственного производства дали возможность поставить вопрос об использовании различных биологических веществ – отходов технологических линий переработки сельскохозяйственного сырья.

Определенный интерес в этом отношении представляет использование в качестве корма животным фитонцидосодержащих растений, а также некоторых видов крестоцветных культур в качестве добавок к силосуемым кормам, что дает эффект консервирования корма, а также положительного влияния фитонцидов на организм животных [1].

В исследованиях [2] показано, что при добавлении к силосуемой массе растительного сырья, обладающего значительными фитонцидными свойствами, можно получить силос высокого качества из различных кормовых культур, в том числе из трудно- и несилосуемых растений. Авторы отмечают, что силос, полученный при добавлении фитонцидных растений, имеет показатель pH, который приближается по своему уровню к показателю в зеленой массе. Он не перекисает, что обычно наблюдается в силосе из злаковых растений, особенно из кукурузы. Кроме того, наблюдается улучшение состояния животных, вследствие положительного влияния фитонцидов на организм.

Заслуживают внимания также способы, связанные с добавлением в рацион различных добавок, которые при поступлении корма в желудочно-кишечный тракт блокируют всасывание радионуклидов в кровь путем взаимодействия с ними, адсорбции и связывания [3,4].

Используя мировой и собственный опыт по исследованию эффективности в животноводстве различных сорбирующих материалов, получены основания для разработки и внедрения в производство отечественного препарата на основе отходов винодельческой промышленности, которые в больших количествах получают после деметаллизации вин [5].

Деметаллизация вин - это важная технологическая операция в виноделии, направленная на стабилизацию вин против помутнения, вызываемое избытком некоторых тяжелых металлов. Указанный технологический процесс применяется в промышленных условиях с использованием соли гексацианоферрата калия, известного также под названием ферроцианид калия, а еще более - как желтая кровяная соль $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ [6].

При добавлении к вину указанного вещества, оно образует с катионами тяжелых металлов, в первую очередь с железом, а также с

цинком, медью, свинцом и некоторыми другими металлами трудно растворимые соли, в частности с Fe^{3+} синий осадок упомянутой берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, т.е. ферроцин. Вместе с этим осадком возникают в осадке и другие соли: с Fe^{2+} в зависимости от условий - $\text{K}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, или $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, с цинком - белый осадок $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, с медью - красно-коричневый осадок $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, со свинцом - $\text{Pb}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Однако количество солей железа в осадке на порядок больше солей других микроэлементов. А среди солей железа, естественно, его окисленная форма Fe^{3+} входящая в состав ферроцина, составляет большинство. Впрочем, можно ожидать, что и соли двухвалентного железа, как и других микроэлементов, также могут образовывать с ^{137}Cs нерастворимые соединения и препятствовать ему переходить в кровь животных и проникать в ткани.

На винодельческих предприятиях этот осадок, включающий соединения ферроцианидов, полученный в процессе деметаллизации а также бентонит, который применяется для осветления виноматериалов и стабилизации вин против помутнения, как правило, подвергаются захоронению. Он получил предварительное название "Препарат ФСВ" (ферроцинсодержащие отходы виноделия).

Применение ФСВ в хозяйствах Российской Федерации показало высокую эффективность этих препаратов, предотвращающих поступление тяжелых металлов из кормов в конечную продукцию животноводства. Установлено, что ФСВ снижают содержание в мышцах бычков кадмия в 9 раз, свинца - в 3-4 раза, содержание никеля в молоке - на 40% . Снижение токсичной нагрузки сопровождается нормализацией обменных процессов. Повышается содержание в крови кальция, фосфора и железа, снижается уровень холестерина, нормализуется белково-синтезирующая функция. Увеличивается прирост живой массы у бычков на 20-40%, у свиней на 15-20%, дополнительные надои коровьего молока составили до 2л в сутки.

Цель исследований. Учитывая вышесказанное, с целью получения экологически чистого молока, или молока, полученного по СР-технологии (сокр. англ. Cleaner Production technology), необходимо обоснование технических средств и технологических параметров подготовки комбикорма на основе ФСВ.

Основная часть. Схема подготовки комбикорма для производства молока по СР-технологии приведена на рис.1.

Основные технологические операции приведенной схемы – обезвоживание отходов виноделия, дозирование полученного компонента (ФСВ) в заданном соотношении, смешивание его с другими компонентами комбикорма, скармливание животным.

Учитывая тот факт, что отходы деметаллизации вин имеют повышенную влажность (выше 85%), необходимая технологическая операция в указанной технологии – их обезвоживание. Это наиболее энергоемкий технологический процесс в приведенной схеме, т.к. температура сушки (обезвоживания) составляет:

- при конвективной сушке с использованием в качестве энергоносителя жидкого топлива или газа – 100°C и выше;
- при конвективной сушке с использованием гелиоколлектора для концентрации солнечной энергии – 55-65 °C;
- при использовании инфракрасного нагрева – до 45 °C.



Рис.1. Схема подготовки комбикорма для производства молока по СР- технологии.

Из этого следует, что с целью энергосбережения, процесс обезвоживания отходов виноделия следует проводить одним из двух последних способов, указанных выше. Это позволит снизить затраты на нагрев теплового агента, и добиться снижения энергозатрат на процесс в целом.

Знание величины энергозатрат на эти процессы необходимо для определения себестоимости добавок и корма в целом, а также при расчете экономической эффективности предлагаемых технологических и технических решений.

Так как речь идет о сушке ФСВ с целью удаления лишнего количества влаги, целью данного исследования является обоснование и дальнейшее развитие методов расчета количественных характеристик при испарении жидкости с открытой поверхности, исследование тепло- и массообмена при различных условиях обтекания поверхности испарения. Исследования процесса теплообмена в условиях массообмена посвящено большое количество работ теоретического и экспериментального характера.

Большой вклад в рассматриваемую проблему внесен исследованиями А.В. Лыкова, А.С. Клячко, А.В. Нестеренко, Г.К. Филоненко, А.А. Гухмана, В.М. Смольского, Л.Д. Бермана, А.А. Грязнова, В.П. Исаченко, Х. Аоки, Ш. Киккава, Ю. Накатани и другими исследователями.

Результаты исследований процессов тепло- и массообмена при испарении жидкостей, проведенных различными авторами, недостаточно согласуются, а иногда носят противоречивый характер: в одних работах замечено увеличение теплообмена по сравнению с «чистым» теплообменом, т.е. теплообменом, не осложненным массообменом, в других – уменьшение коэффициента теплообмена в аналогичных условиях.

Процесс сушки состоит из перемещения влаги внутри материала, парообразования и перемещения влаги с поверхности материала в окружающую среду. При соприкосновении влажного материала с нагретым воздухом жидкость на поверхности испаряется и покидает поверхность материала, переходя в окружающую среду. Испарение влаги с поверхности создает перепад влагосодержания между последующими слоями и поверхностным слоем, что вызывает перемещение влаги из внутренних слоев материала к поверхностным.

Наличие разности температур на поверхности и в центральных слоях осложняет механизм переноса влаги. Происходит термодиффузия влаги от более нагретых слоев к слоям с меньшей температурой. Следовательно, характеристика протекания процесса сушки определяется механизмом перемещения влаги внутри

материала, кинетикой испарения и перемещения влаги с поверхности материала в окружающую среду. Общий поток влаги материала равен:

$$j \cdot \rho_0 \cdot \bar{V}U - a_m^t \cdot \rho_0 \cdot \bar{V}T = -a_m \cdot \rho_0 (\bar{V}U + \delta \cdot \bar{V}T), \quad (1)$$

где a_m и a_m^t – соответственно коэффициенты диффузии и термодиффузии влажных тел;

ρ_0 – плотность сухого тела;

$\bar{V}U$ и $\bar{V}T$ – соответственно разности влагосодержания и температуры на поверхности и в глубине материала;

δ - относительный коэффициент термодиффузии ($\delta = a_m^t / a_m$).

При изотермических условиях, а также при малых перепадах температуры в пограничном слое (в период постоянной скорости сушки), можно применить следующую формулу:

$$j_n = G_p \cdot (p_n - p_c) = Nu \frac{D_p}{l} \cdot a_q \cdot (p_n - p_c), \quad (2)$$

где G_p, a_q - коэффициент влагообмена, отнесенный соответственно к разности парциальных давлений и температур;
 p_n и p_c - парциальные давления паров.

Для потока тепла

$$q = G_p (t_c - t_n) = Nu_p \frac{A_\varepsilon}{l} \cdot (t_c - t_n), \quad (3)$$

где D_p - коэффициент теплопроводности влажного воздуха;

l – длина поверхности тела вдоль потока газа.

n, c – соответственно поверхность материала и окружающая среда.

Тепло – и массообменные числа Нусельта (коэффициенты тепломассоотдачи) определяются по уравнениям:

$$Nu = G_p \cdot l / \lambda_\delta = K_1 + 0,59 Re^{0,5} (1 + 1,55 \cdot 10^{-4} Re)^{0,25}$$

$$Nu_m = G_p \cdot l / D_p = K_1 + 0,55 Re^{0,5} (1 + 1,43 \cdot 10^{-4} Re)^{0,25},$$

где $Re = Vl/\nu$ – критерий Рейнольдса;

V - скорость теплоносителя;

ν - кинематическая вязкость паровоздушной смеси в воздушном пограничном слое m^2/c ;

K_1 – коэффициент зависящий от формы материала: для пластин, обтекаемых тепловым агентом $K_1=0$; для поверхности цилиндрической формы $K_1=0,3$; для поверхности шарообразной формы $K_1=2$.

Получить подтверждение приведенных аналитических зависимостей можно экспериментальным путем. В условиях научно-исследовательской лаборатории кафедры технологического оборудования перерабатывающих предприятий и инженерной механики ЮФ НУБиП Украины «Крымский агротехнологический университет» проведен эксперимент по обезвоживанию отходов виноделия. На рис.2 показана экспериментальная установка для проведения опыта.



Рис.2. Сушильная камера с поддонами и высушиваемым материалом.

Отходы виноделия (ЖКС) укладывали на сетчатый поддон, который затем помещали в сушильный шкаф. Масса размещалась на поддоне равномерным слоем (рис.3) для возможности воздействия на нее теплоносителем с повышенной температурой. Источником теплового воздействия служили установленные в сушильной камере лампы инфракрасного излучения. В камере размещались три поддона - друг над другом.



Рис.3. Поддон с материалом для сушки.

Взвешивание обрабатываемой массы проводилось с интервалом времени 20 минут, данные протоколировались в журнале проведения опытов. Процесс сушки продолжался с 9⁰⁰ до 19⁰⁰ часов. Исследуемую массу высушивали до влажности 20...22%.

Влажность контролировали по стандартной методике с помощью сушильного шкафа (SPT 200 «Horizont»). В результате проведенных исследований установлено (рис. 4):

- длительность процесса сушки отходов виноделия, состоящих из виноградных выжимок, ЖКС, бентонита составила 21,5 часа;
- масса высушенного материала снизилась за это время с 1600 до 820 грамм, то есть на 48,7 %;
- максимальная интенсивность процесса наблюдалась в течение первых пяти часов сушки.

Влажность материала в конце сушки составила 22%. Полученные таким образом отходы виноделия представляют собой сыпучий материал, который можно использовать после соответствующего дозирования и смешивания с компонентами комбикорма в качестве добавки животным.

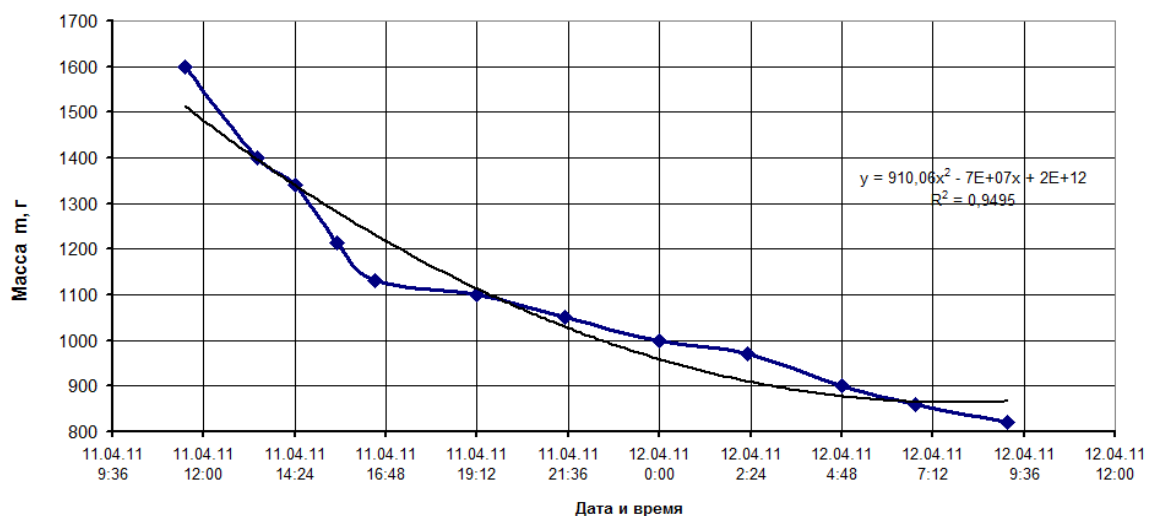


Рис. 4. Зависимость массы материала от времени сушки.

Проведенный эксперимент подтвердил предположение, приведенное ранее о целесообразности использования инфракрасной сушки для подготовки ФСВ, как компонента комбикорма в СР-технологии производства молока. В дальнейшем стоит задача проведения сравнительного эксперимента по сушке ФСВ в конвективной сушилке с использованием гелиоколлекторного комплекса, на основании которого будут подготовлены рекомендации производству по выбору оптимальной технологии подготовки комбикорма для молочных животных с использованием ФСВ.

Выводы. На настоящем этапе выполнения исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. С целью повышения безопасности производимой молочной продукции на предмет содержания в ней радионуклидов и тяжелых металлов, целесообразно добавление в корм дойным животным отходов виноделия, содержащих ферроцин.

2. Получать ферроцин возможно из отходов винодельческого производства, что позволит в виноградарско-винодельческих регионах Украины внедрение безотходных, экологически чистых технологий производства винодельческой а также молочной продукции.

3. Одним из технологических процессов подготовки отходов виноделия на корм является их обезвоживание, которое целесообразно проводить либо в конвективных сушилках с использованием возобновляемых источников энергии, либо в камерах с инфракрасной сушкой.

4. В результате проведенных исследований установлено, что длительность процесса сушки ферроцинсодержащих отходов виноделия с помощью инфракрасной сушки составила 21-22 часа.

5. Для определения оптимального варианта сушки с учетом экономических, энергетических и экологических показателей необходимо дальнейшее проведение сравнительных исследований.

Литература

1. *Таранов М.Т.* Использование фитонцидных свойств некоторых растений при силосовании / *М.Т.Таранов, М.А. Веротченко* / Докл. ВАСХНИЛ, - М, 1981. -№7.
2. *Федоряка В.П.* Фитонцидное консервирование зеленых кормов / *В.П. Федоряка, М.Т.Таранов, А.А. Шапошников* /Животноводство, 1982, №5.
3. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1995-2002 р. Методичні рекомендації. – К.: Мінагропромком України, 1998.–104 с.
4. Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє. Національна доповідь України. – К.: Атіка, 2006. – 224 с.
5. *Гудков І.М.* Використання фероцинвмісних відходів виноробства для зменшення переходу радіоцезію в молоко корів/ *І.М. Гудков, М.М.Лазарев, Ю.В.Вечтомова* /В сб.наукових праць НУБіП України, - К. 2008.
6. *Валуйко Г.Г.* Технологія виноградних вин/ *Г.Г. Валуйко.* – Симферополь: Таврида, 2001. – С. 310-314.

7. Ремез В.П. Применение сорбентов для получения экологически чистой продукции животноводства на радиоактивно загрязненных территориях/ В.П. Ремез. – Минск 2009.– 122 с.

ЕЛЕМЕНТИ СР-ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА В УМОВАХ АГРОПІДПРИЄМСТВА

Гербер Ю.Б., Гудков І.М.

Анотація

Наведено результати досліджень використання інфрачервоної сушки для підготовки відходів виробництва вина, як компоненту комбікорму, що використовується в СР-технологіях виробництва молока.

ELEMENTS OF CP-TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF MILK IN THE CONDITIONS OF AGRO ENTERPRISES

J. Gerber, I.Gudkov

Summary

Results over of researches of the use of the infra-red drying are brought for preparation of wastes of the vine making, as component of the mixed fodder, used in CP-technology of milk-production.