

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВИТАМИННО-ТРАВЯНОЙ МУКИ

RESULTS OF THEORETICAL, EXPERIMENTAL RESEARCHES AND PRODUCTION TESTS OF THE LINE OF PREPARATION OF VITAMIN AND GRASS FLOUR

D.T. Abilzhanov, Candidate of Technical sciences,
T. Abilzhanuli, Doctor of Technical sciences, professor
LLP «Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification
of Agriculture (KazSRIMEA)», Almaty, Republic of Kazakhstan
e-mail: kazniimesh@yandex.kz

Abstract: Results of theoretical, experimental researches and production tests of the line of preparation of vitamin and grass flour from the sheet part of herbs providing essential decrease in operational expenses and receiving high-quality vitamin and grass flour are given.

KEYWORDS: VITAMIN AND GRASS FLOUR, SHEET PART OF HERBS, SEPARATOR, GRINDER, GUIDER OF AN AIRFLOW.

Введение

Для повышения выпуска мяса и молока важное значение имеет кормление животных высококачественными полнорационными кормосмесями.

В этих условиях для приготовления высококачественных полнорационных кормосмесей в их состав кроме сена и силоса необходимо включать комбикорм. В состав комбикормов, приготовленных для всех животных и птиц, должна быть включена витаминно-травяная мука, которая является основным компонентом, имеющим в своем составе много витаминов и каротина.

В настоящее время агроформирования республики стараются произвести приготовление комбикормов в хозяйственных условиях из компонентов, имеющихся в своем хозяйстве. Однако приготовление полнорационных комбикормов сдерживается нехваткой витаминно-травяной муки. Ранее приготовление витаминно-травяной муки осуществлялось агрегатами типа АВМ. Эти агрегаты имеют большую металлоемкость и при приготовлении травяной муки расходуются дизельное топливо и электроэнергия. Например, агрегат АВМ-0,4 имеет массу 13,5 тонн, и при приготовлении одной тонны муки затрачивается 80...100 кВт электроэнергии и расходуется 90...120 кг дизельного топлива [1,2]. Эти огромные расходы не под силу даже крупным крестьянским хозяйствам и агроформированиям. Исходя из этого, разработка менее энергоемкого способа приготовления витаминно-травяной муки является решением актуальной проблемы современного сельского хозяйства.

Предложения для решения проблемы

Для решения этой проблемы нами предлагается новый способ приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав без использования дизельного топлива.

По новому способу скошенная масса высушивается на прокосе до влажности 30...35%, затем подборщиком-измельчителем кормов, снабженным одним рядом конгрмолотков, расположенных в ряду с крупным шагом, например, с шагом 120 мм, провяленная масса с прокоса подбирается с некоторым измельчением и разрушением стеблевой части (т.е. как сплющенное сено) и подается в транспортные средства. Далее данная масса транспортируется под навес, загружается на подстожный канал, включается вентилятор и начинается окончательный процесс сушки массы до влажности 14...15%. При этом следует отметить, что на прокосе скошенное сено сушится равномерно и при подборе подборщиком-измельчителем кормов также происходит дополнительная операция, т.е. молотками подборщика-измельчителя ломается структура стеблей и это также способствует быстрому высыханию массы на подстожном канале. Далее высушенное до влажности 14...15% сено подается в безрешетный измельчитель. В данном случае листовая часть массы превращается почти в мучнистую фракцию с

размером до 10 мм, а стеблевая часть измельчается на фракции со средним размером 20...50 мм. Данная предварительно измельченная масса транспортером подается на сепаратор листовой части трав и отсепаарированная листовая часть поступает в решетный измельчитель для измельчения ее в витаминно-травяную муку [3] (рисунок 1).

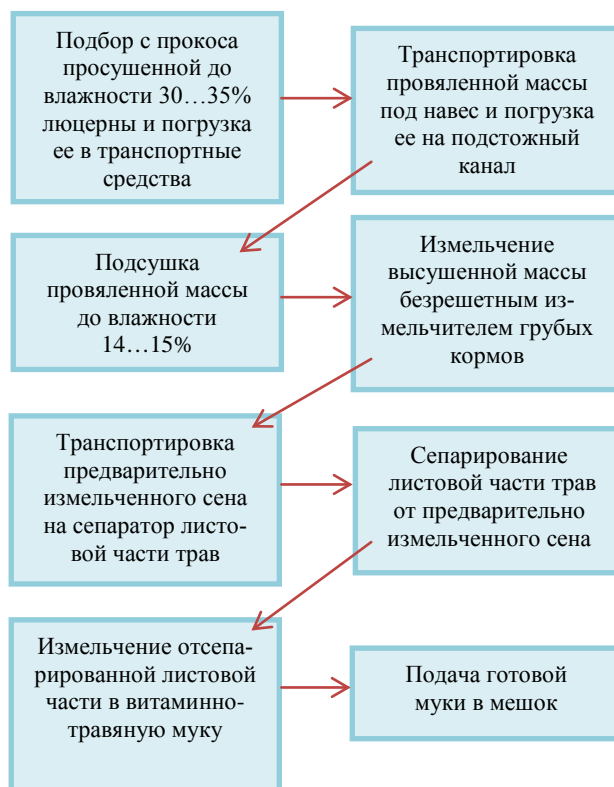


Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления витаминно-травяной муки

Данная работа профинансирована Комитетом Науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по бюджетной программе 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность». В настоящее время проведены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию параметров машин линии и изготовлен ее экспериментальный образец, а также проведены производственные испытания линии [4...6].

Теоретические исследования

Ранее проведенными исследованиями установлено, что при сушке сплющенного сена на прокосе с влажностью от 35% до 15% длительность сушки была равна около 12 часов [7].

Время сушки провяленной травы активным вентилированием должно быть еще меньше, поэтому можно предполагать, что в сутки можно произвести сушку нескольких порций провяленной травы, закладывая их на подстожный канал.

Действительная динамика сушки провяленной травы влажностью от 30...35% должна быть установлена экспериментальными исследованиями. При этом динамика сушки провяленной травы может быть выражена уравнением:

$$W = 30 - aT, \quad (1)$$

где a – коэффициент уравнения; T – время сушки, час.

При определении производной уравнения (1), получим скорость изменения влажности в зависимости от времени T :

$$W' = (30 - aT)', \quad (2)$$

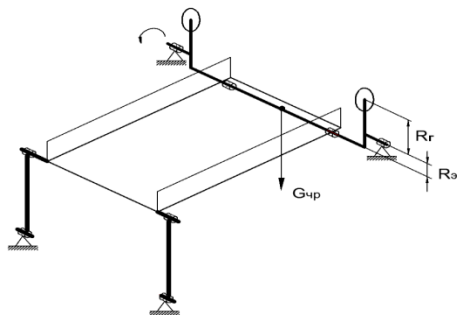
$$V_w = -a, \text{ процент/час} \quad (3)$$

При проведении экспериментальных исследований методом наименьших квадратов можно получить уравнение, характеризующее изменение влажности в зависимости от времени. Скорость изменения данной функции определяется дифференцированием полученного эмпирического выражения.

Основной машиной линии приготовления витаминно-травяной муки является сепаратор мелкой листовой части трав из предварительно измельченного сена.

По этой кинематической схеме, решето с потайными отверстиями в задней части свободно подвешивается через рычаг, а передняя часть решета через подшипник установлена на специальную ось, концы которой через подшипник должны быть соединены с эксцентриком. При вращении эксцентрика конец решета получает вращательное движение с определенной амплитудой колебания. При выборе такой кинематической схемы имеются некоторые преимущества по сравнению с прямолинейным возвратно-поступательным движением решета. Здесь можно осуществить балансировку решета, а также при подъеме решета вверх, оно получает горизонтальное движение влево и вверх в пределах амплитуды колебания. Это способствует быстрому перемещению частиц и повышает интенсивность процесса сепарирования мелкой листовой части трав из предварительно измельченного сена.

В 2012 году нами была обоснована общая кинематическая схема привода сепаратора (рисунок 2).



$G_{чр}$ – сила веса передней части решета, Н; $R_э$ – радиус эксцентрика, м;
 $R_г$ – радиус центра тяжести груза, м.

Рисунок 2 - Кинематическая схема привода решета

При этом во всех плоскостях вращения эксцентрика на ось будет действовать сила веса передней части решета $G_{чр}$. В

данном случае для уравновешивания центробежной силы передней части решета $F_{иг}$, необходимо оба эксцентрика снабдить грузиком, который обеспечивает появление центробежной силы $F_{иг}$:

$$2F_{иг} = F_{игр}, \quad (4)$$

$$2m_r \omega_3^2 R_r = m_p \omega_3^2 R_э, \quad (5)$$

$$2m_r R_r = m_p R_э, \quad (6)$$

где m_r, m_p – масса грузика, масса части решета, приходящая на начало решета, кг;

R_r – радиус расположения груза, м;

$R_э$ – радиус эксцентрика, м;

ω_3 – угловая скорость эксцентрика, c^{-1} .

Из этого уравнения можно определить массу грузика для уравновешивания решета:

$$m_r = \frac{m_p R_э}{2R_r}. \quad (7)$$

В состав машины линии включена универсальная дробилка ДУ-11, обеспечивающая измельчение грубых и зерновых кормов. Для измельчения листовой части трав в конструкции дробилки произведены некоторые изменения.

Для измельчения грубых кормов в муку в нижней части корпуса было установлено решето, а в верхней части бункер для подачи грубых кормов в камеру измельчения. В ранее проведенных исследованиях установлено, что при такой сборке измельчителя воздушный поток циркулирует через стенку бункера подачи грубых кормов. При этом, часть воздушного потока выходит из отверстия решета, а другая часть воздушного потока выходит из входного окна бункера подачи грубых кормов.

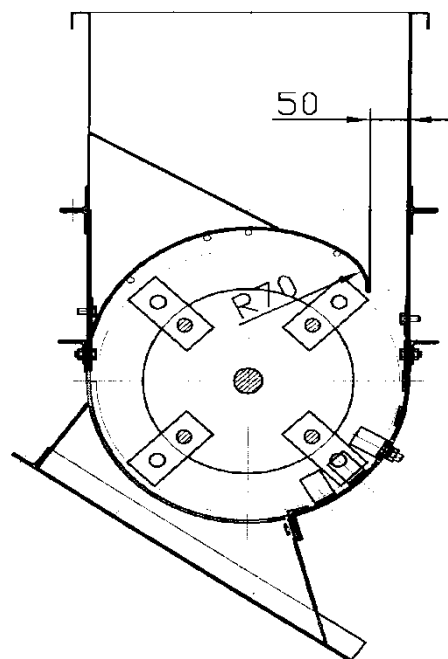


Рисунок 3 – Направитель воздушного потока, обеспечивающий ширину входного окна 50мм.

Из-за этого, в зоне оператора происходит большое пылеобразование, т.е. при такой схеме сборки использование

дробилки для измельчения грубых кормов в муку нецелесообразно.

Для осуществления подачи грубых кормов в камеру измельчения с подсосом воздушного потока, необходимо установить в верхней части камеры измельчения специальный направлятель воздушного потока (рисунок 3).

Благодаря этому в верхней части камеры измельчения воздушный поток направляется сверху обратно в камеру измельчения. В данном случае некоторая часть воздушного потока выходит из отверстий решета, и именно такая часть воздушного потока подсасывается сбоку направлятеля воздушного потока в камеру измельчения. Исходя из этого, в экспериментальных исследованиях необходимо было проверить две конструкции направлятеля воздушного потока. Один направлятель воздушного потока обеспечивает входное окно шириной 150 мм, а другое – 50 мм.

Результаты экспериментальных исследований

В ранее проведенных исследованиях не был исследован процесс сепарирования мелкой листовой части трав из предварительно измельченного сена, поэтому были проведены предварительные опыты для определения параметров сепаратора, при которых процесс сепарирования мелкой листовой части трав проходит стабильно.

В результате экспериментальных исследований процесса сепарирования листовой части из предварительно измельченной люцерны получены следующие оптимальные параметры сепаратора:

- амплитуда колебаний – 30 мм;
- частота вращения эксцентрикового вала – 305 мин⁻¹;
- угол наклона – 15°;
- диаметр отверстий решета – 5 мм;

Кроме того, для стабильной работы сепаратора проведена балансировка решета при выбранных режимах его работы. Для балансировки решета была определена масса конца решета, соединенного через подшипник с эксцентриковым валом, которая равна 15 кг. Данная масса вращается с радиусом 15 мм. Для балансировки данной массы с радиусом центра тяжести 75 мм в обоих эксцентриках был закреплен грузик с общей массой 3 кг, т.е. на каждый эксцентрик по 1,5 кг. После установки грузиков была устранена вибрация решета, процесс колебания решета происходил стабильно.

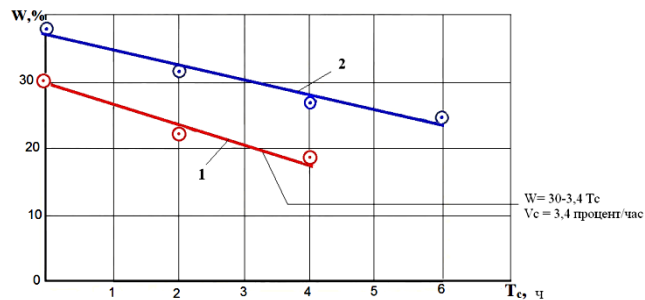
Для обоснования параметров и режимов работы сушильной установки также проведены специальные экспериментальные исследования.

Для определения оптимальной толщины слоя при скорости воздушного потока $V_B=13,7$ м/с было заложено сено люцерны на подстожный канал толщиной слоя 1,0 м, 0,8 м, 0,7 м и 0,6 м. При этом длина каждого участка была равна 2,0 м.

При этом начальная влажность массы была равна 37,7 %. На каждом участке подстожного канала были взяты пробы на поверхности, в середине и в нижней части слоя травы. Эти пробы были взяты через каждые 2 часа продувания массы, загруженной на подстожный канал. Значения средней влажности в зависимости от времени сушки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение средней влажности люцерны в зависимости от толщины слоя, загруженного на подстожный канал

Время сушки, T_c , ч	Средняя влажность слоя W %			
	$h_c=1,0$ м	$h_c=0,8$ м	$h_c=0,7$ м	$h_c=0,6$ м
0	37,7	37,7	37,7	37,7
2	35,3	36,6	36	31,7
4	33	30,3	31	28
6	37,3	33,7	35,8	27,1



1-толщина слоя сена на подстожном канале 0,4 м; 2-толщина слоя – 0,6 м.

Рисунок 4 – Изменение влажности сена в зависимости от толщины слоя на подстожном канале

Результаты экспериментальных исследований показывают, что при толщине слоя на подстожном канале менее 0,6 м воздушный поток проходит через слой и оказывает влияние на процесс сушки. Исходя из этого, для определения оптимальной толщины слоя приведены графики изменения влажности люцерны при толщине слоя на подстожном канале 0,4 и 0,6 м (рисунок 4). Из графиков и таблицы 1 видно, что при толщине слоя более 0,6 м не наблюдается изменения влажности люцерны. Это указывает на неэффективность работы сушильной установки при толщине слоя более 0,6 м.

Анализ представленных графиков показывает, что при сушке люцерны с толщиной слоя 0,4 м с первоначальной влажностью 30%, влажности 18% она достигает за 4 часа, а при толщине слоя 0,6 м с первоначальной влажностью люцерны равной 38% ее влажность за 4 часа достигала 28%. Графики изменения влажности в обоих случаях почти параллельные, т.е. сено с первоначальной влажностью 30% при толщине слоя 0,6 м за 4 часа сушки также достигло влажности 18...20%. Так как процесс сушки сена начинается заранее, на 1...2 дня раньше измельчения, процесс сушки будет продолжаться в естественных условиях и оно достигнет влажности 14...16%.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что при сушке люцерны на малогабаритном подстожном канале при скорости воздушного потока $V_B=13...15$ м/с оптимальное значение толщины слоя будет равно $h_c=0,4...0,6$ м.

Рассматривая динамику сушки при толщине слоя $h_{cl}=0,4$ м, получено эмпирическое уравнение сушки в следующем виде:

$$W = 30 - 3,4T_c \quad (8)$$

Дифференцируя данное уравнение, можно получить скорость сушки:

$$V_w = 3,4 \text{ , процент/час.}$$

Таким образом, для сушки люцерны, начиная с влажности 30% до требуемой, получено уравнение сушки и скорость изменения влажности за 1 час времени сушки люцернового сена.

Для обоснования воздушного режима измельчителя грубых кормов в муку проведены экспериментальные исследования со специальными направлятелями воздушного потока

Результаты экспериментальных исследований, проведенных с двумя направлятелями воздушного потока, показали, что при установке в камеру измельчения направлятеля воздушного потока с шириной входного окна 50 мм листовая часть сена поступает в камеру измельчения с наибольшей скоростью. Это способствует повышению производительности измельчителя.

Кроме того, предварительно измельченная листовая часть сена очень мелкая, поэтому ширина входного окна, равная 50 мм, обеспечивает непрерывное поступление листовой части в камеру измельчения. Исходя из этих, эксперименталь-

ных исследований выбрана конструкция направителя воздушного потока, обеспечивающая интенсивную подачу листовой части в камеру измельчения.

Производственные испытания линии приготовления витаминно-травяной муки в крестьянском хозяйстве «Жанико» Илийского района Алматинской области

После завершения экспериментальных исследований по обоснованию параметров отдельных машин линии приготовления витаминно-травяной муки произведен монтаж линии под навес крестьянского хозяйства «Жанико» Илийского района, Алматинской области.



Рисунок 5 – Общий вид линии

По предусмотренной технологии высушенная люцерна подавалась в дробилку ДУ-11 (вариант для измельчения грубых кормов). Затем предварительно измельченная масса люцерны ленточным транспортером подавалась на сепаратор мелкой листовой части трав и далее отсепарированная листовая часть наклонным шнеком подавалась в измельчитель грубых кормов в муку (рисунок 5).

После измельчителя готовая мука специальным шнеком измельчителя подавалась в мешок для дальнейшего хранения на складе.

Результаты испытаний показали, что при совместной работе всех машин линии ее производительность находилась в пределах 282,0...287,0 кг/ч, а установленная мощность всех электродвигателей составляла 34,65 кВт. Общая масса равна 1400 кг.

Внешний осмотр витаминно-травяной муки показывает, что она имеет зеленый цвет и не имеет частиц более 2 мм, что соответствует зоотехническим требованиям на травяную муку. Качество полученной витаминно-травяной муки оценивалось по действующему в настоящее время ОСТ 10.242-2000: в первоклассной травяной муке содержание каротина должно быть 200 мг и 19% протеина.

Для квалифицированной оценки образцы полученной витаминно-травяной муки переданы в Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства. Результаты показали, что содержание каротина в 1 кг витаминно-травяной муки в среднем составило 319 мг, а протеина - 20,8%. Таким образом, в полученной витаминно-травяной муке в 1,6 раза больше каротина по сравнению с данными в действующем государственном стандарте, применяемом для оценки качества первоклассной травяной муки.

Результаты испытаний линии приготовления витаминно-травяной муки показали, что все машины линии обеспечивают качественную работу, также при испытаниях определены следующие параметры линии:

- производительность линии – 284 кг/ч;
- установленная мощность всех электродвигателей – 34,65 кВт;
- общая масса – 1400 кг.

Учитывая, что стоимость технических средств зависит от их общей массы, можно считать, что применение предложенных технологий и линии приготовления витаминно-травяной муки обеспечивает снижение капиталовложений хозяйств более чем в 9 раз и позволяет получать высококачественную витаминно-травяную муку без применения дизельного топлива.

Таким образом, в результате выполненной работы получена высококачественная витаминно-травяная мука из листовой части люцерны, а также доказана достоверность предложенной технологии и работоспособность разработанной линии приготовления витаминно-травяной муки.

Литература

1. Заготовка высококачественных кормов: Альбом-справочник /под ред. В.В.Андреев, И.А. Кольвах. –М.: Россельхозиздат, 1978.- 295 с.
2. Киренков Л.И. Справочник механизатора-животновода.– М.: Россельхоз-издат, 1985.–367 с. илл.
3. Заключение о выдаче инновационного патента по заявке №2013/0545.1 от 23.04.2013.Способ приготовления витаминно-травяной муки. Абижанулы Т., Жортуылов О., Солдатов В.Т., Утешев В.Л., Абижанов Д.Т., Нурлыбаев К.К., Альшурина А.С.
4. Д.Т. Абижанов, Т. Абижанулы Теоретическое обоснование кинематического режима сепаратора мелкой листовой части трав. // Тракторы и сельхозмашины.-2014.-№7.-С.32-35.
5. Д.Т. Абижанов, Т. Абижанулы, В.Л. Утешев. Обоснование параметров сепаратора мелкой листовой части трав. // Тракторы и сельхозмашины.-2014.-№8.-С.16-19.
6. Д.Т. Абижанов, Т. Абижанулы. Разработка технологии и линии приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав. // Тракторы и сельхозмашины.-2015.-№2.-С.32-35.
7. Абижанулы Т., Жортуылов О.Ж., Адильшеев А.С, Солдатов В.Т., Бекенов У.Е. Технология заготовки люцерны с плющением // AgroElem.– 2011. –№12. – С.28-30.