

Абилжанов Д.Т., Осмонов Ы.Дж.

**ЧӨПТҮН ЖАЛБЫРАКТУУ БӨЛҮГҮНӨН ЖАЗАЛГАН ВИТАМИНДҮҮ-ЧӨП
УНУНУН САПАТЫН АНЫКТОО**

Абилжанов Д.Т., Осмонов Ы.Дж.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВИТАМИННО-ТРАВЯНОЙ МУКИ
ИЗ ЛИСТОВОЙ ЧАСТИ ТРАВ**

D.T. Abilzhanov, Y.Dj. Osmonov

**DETERMINATION OF QUALITY OF VITAMIN-GRASS MEAL
FROM THE LEAF PART OF GRASS**

УДК: 631.363

Теориялык изилдөөлөрдүн жыйынтыгы менен чөптүн жалбырактуу бөлүгүнөн жазалган витаминдүү-чөп унунун сапатын аныктоочу аналитикалык формулалар алынган. Мында жоготууга учураган каротинди, чөптү чабылган жеринде кургатуу учурунда жана жазалган витаминдүү-чөп унунда аныктоого болот. Эксперименталдык изилдөөлөрдүн жыйынтыгында каротиндин азайуу ылдамдыгынын, кургатуу убакытынан болгон көз карандылыгынын графиги түзүлгөн. Эксперименталдык изилдөөлөр аналитикалык формулалардын коэффициенттерин аныктоого мүмкүнчүлүк түздү. Демек, каротиндин ундагы болгон өлчөмүн теориялык жол менен аныктоого мүмкүнчүлүк түзүлдү. Теориялык жана эксперименталдык изилдөөлөрдүн дал келүүсү 3,2 пайызды түздү. Демек, теориялык изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын тоюттун сапатын аныктоого колдонууга мүмкүн деген жыйынтык чыгарууга болот. Сыноолордун жыйынтыктары боюнча ундагы каротиндин орточо өлчөмү 305...337 мг/кг түздү.

Негизги сөздөр: витаминдүү чөп уну, каротин, сепаратор, жалбырактуу бөлүк, өсүмдүктүн сөнгөгү, чөптү кургатуу.

В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения содержания потерянного каротина в процессе сушки травы на прокосе и содержание каротина в полученной витаминно-травяной муке (далее – ВТМ) из листовой части трав. В результате экспериментальных исследований получен график содержания и скорости снижения каротина в зависимости от времени сушки на прокосе. Результаты экспериментальных исследований позволили определить коэффициенты аналитических выражений. Это обеспечило теоретическое определение содержания каротина в полученной муке. Сравнение теоретических и экспериментальных значений показателей качества ВТМ показало, что разница между этими значениями составила 3,2%, что доказывает достоверность теоретических исследований по определению качества заготовленных кормов. Результаты ис-

пытаний показали, что, среднее содержание каротина в полученной муке составило 305...337 мг/кг.

Ключевые слова: витаминно-травяная мука, каротин, сепаратор, листовая часть, стеблевая часть, сушка травы.

As a result of theoretical studies, analytical expressions were obtained to determine the amount of lost carotene in the process of drying the grass on the swath and the content of carotene in the obtained vitamin-grass meal (hereinafter - VGM) from the leaf part of the grass. As a result of experimental studies, a graph of the content and rate of decrease of carotene was obtained depending on the drying time on the swath. The results of experimental studies made it possible to determine the coefficients of analytic expressions. This provided a theoretical definition of the content of carotene in the resulting flour. Comparison of theoretical and experimental values of VGM quality indicators showed that the difference between these values was 3.2%, which proves the reliability of theoretical studies to determine the quality of harvested feed. The test results showed that the average content of carotene in the resulting flour was 305 ... 337 mg/kg.

Key words: vitamin-grass meal, carotene, separator, leaf part, stem part, drying of grass.

Введение. В настоящее время для повышения производства продукции животноводства возникает необходимость создания откормочных и молочных ферм. На этих фермах приготовленная полнорационная кормосмесь должна включать высококачественные грубые сочные корма и комбикорма. В составе полнорационных кормосмесей включение каротина осуществляется через витаминно-травяную муку, поэтому все рецепты комбикормов для всех видов животных и птиц должны включать витаминно-травяную муку (далее – ВТМ).

Ранее приготовление ВТМ производилось на агрегатах типа АВМ, где для сушки свежескошенной травы применялась технология высокотемпературной сушки (с использованием дизельного топлива). Для приготовления одной тонны ВТМ расходовалось около 200 литров дизельного топлива, то есть для одного процесса (процесса сушки) расходуется значительные средства. В настоящее время в Российской Федерации для приготовления ВТМ применяется сушильно-измельчительная линия Яваджера [1]. В данной линии сушка травы осуществляется также с применением технологии высокотемпературной сушки. Российская компания «АСК-групп» выпускает оборудование для приготовления ВТМ на базе агрегата типа АВМ [2]. Вышеуказанные линии и агрегаты имеют очень высокую стоимость. Например сушильно-измельчительная линия Яваджера стоит около 15 млн. рублей, а линии компании «АСК - групп» имеют стоимость в более 25 млн. рублей. Поэтому приобретение и применение этих линий и агрегатов ограничено фермерами в связи с высокой стоимостью оборудования и высокой расходной частью при приготовлении ВТМ.

Исходя из этого, разработка нового низко затратного способа и технических средств для его осуществления является решением актуальной проблемы современного сельского хозяйства.

Цель исследований. Разработка технологии и технических средств, обеспечивающих приготовление ВТМ с высокими качественными показателями и низкими эксплуатационными затратами.

Материалы и методы. Для теоретического определения содержания каротина в листовой части трав при сушке травы на прокосе до влажности 30-35%, применен метод математического анализа функции, а экспериментальное определение содержания каротина при сушке трав осуществлено датским экспресс – анализатором InfraXact 7500 фирмы Foss.

Результаты и их обсуждение. Для существенного снижения удельных эксплуатационных затрат и повышения качества получаемой ВТМ нами предложен новый способ [3].

По новому способу, согласно полученного патента РК (№320197), скошенная трава высушивается на прокосе до влажности 30...35%, затем подборщи-

ком-измельчителем кормов, снабженным одним рядом контрмолотков, 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 досушки массы до влажности 14...15%

Далее высушенная масса подается в безрешетный измельчитель грубых кормов. Характерная особенность измельченного сена в безрешетном измельчителе грубых кормов заключается в том, что при измельчении грубых кормов в безрешетных измельчителях тонкая листовая часть растений измельчается мелко – до 10 мм, а стеблевая часть более крупно – на фракции размером от 30 до 50 мм.

После такого измельчения мелко измельченная листовая часть трав отделяется специальным сепаратором и далее подается в дробилку для получения ВТМ, а стеблевая часть вместе с основной массой сена скирдается.

Здесь выбор сушки травы на прокосе до влажности 30...35% заключается в том, что потери каротина меньше по сравнению с сушкой травы до влажности 18...20% и при этой влажности не происходит отделение листовой части трав от стеблевой части растения, поэтому в полученной ВТМ содержание каротина должно быть очень высокое, т.е. данный способ должен быть применен для получения высококачественной ВТМ.

Для осуществления предложенного способа по бюджетной программе МОН РК 055 в 2012-2014 года выполнен проект «Разработка технологии и линии приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав, обеспечивающей снижение удельных эксплуатационных затрат».

При этом разработана линия приготовления ВТМ из листовой части трав и обоснованы параметры сушильной установки, сепаратора листовой части трав и измельчителя грубых кормов в муку, а также разработана конструкторская документация для изготовления опытного образца линии (рис. 1) [4,6].

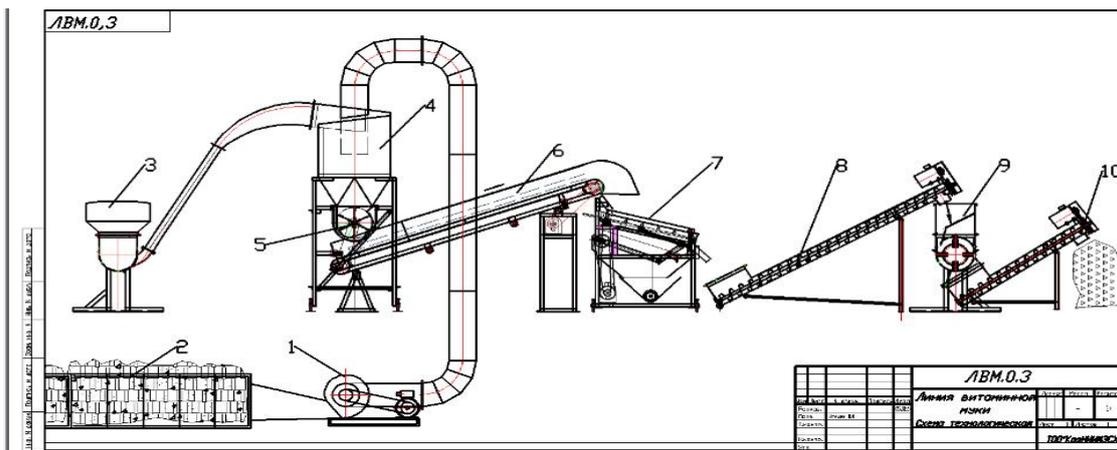


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема линии приготовления витаминно-травяной муки ЛВМ-0,5.
 1 – центробежный вентилятор, 2 – подстожный канал, 3 – дробилка универсальная ДУ-11 (вариант для крупного измельчения грубых кормов), 4 – циклон, 5 – подаватель измельченного сена, 6 – ленточный транспортер, 7 – сепаратор, 8 – шнековый транспортер, 9 – дробилка универсальная ДУ-11 (вариант для измельчения грубых кормов в муку), 10 – выгрузной шнек.

При применении предложенного способа важное значение имеет теоретическое и экспериментальное определение качества получаемой муки, т.е. определение содержания каротина получаемой ВТМ.

Существующие способы приготовления ВТМ используют всю биологическую массу растений. Для бобовых трав содержание каротина и витаминов в листовой части в 10...12 раз больше, чем в стеблевой части растений [7]. Например, в одном килограмме листовой части люцерны 611 мг каротина и в стеблевой части 69 мг, а соответственно для клевера 525 и 25 мг/кг [8]. Если учесть, что у бобовых трав 40% [8] массы растений составляет листовая часть, максимальное содержание каротина в одном кг растений можно определить по формуле:

$$M_{кр} = m_{л}K_{л} + m_{с}K_{с}, \quad (1)$$

где $m_{л}$; $m_{с}$ – масса листовой и стеблевой части в одном килограмме сена, кг; $K_{л}$, $K_{с}$ – масса каротина в одном килограмме листовой и стеблевой частях сена, мг.

При сушке сена на прокосе содержание каротина в одном кг массы m_k постепенно будет снижаться, т.е. по истечению времени $t_1 - m_{kt_1}$, а после времени $t_2 - m_{kt_2}$. При этом можно предположить, что $m_{kt_1} > m_{kt_2}$.

Анализ формулы (1) показывает, что в одном килограмме сена 286 мг, а в одном кг листовой части 611 мг, т.е. содержание каротина в листовой части в 2,1...2,3 раза больше по сравнению с массой каротина, имеющего всей массе сена.

В данном случае после скашивания сена, в первый час сушки на прокосе будем считать, что потеря каротина составляет a_0 мг/кг, тогда скорость изменения массы каротина ϑ_{kt} будет выражаться следующим аналитическим выражением:

$$\vartheta_{kt} = a_0 - a_1t - a_2t^2, \quad (2)$$

где a_1, a_2 – коэффициенты уравнения, которые определяются экспериментальными исследованиями.

Известно, что потери каротина будут происходить при прямом попадании солнечных лучей, поэтому при учете времени T учитывается только дневное солнечное время. При этом по истечении времени T общая масса потерянного каротина определяется по формуле:

$$m_{кТ} = \int_0^T \vartheta_{kt} dt = \int_0^T (a_0 - a_1t - a_2t^2) dt = \left(a_0t - a_1 \frac{t^2}{2} - a_2 \frac{t^3}{3} \right) \Big|_0^T = a_0T - \frac{a_1T^2}{2} - \frac{a_2T^3}{3}. \quad (3)$$

Если будут определены коэффициенты уравнения (3), можно определить общее содержание потерянной массы каротина высушенного сена на прокосе. В данном случае содержание каротина в листовой части трав или содержание каротина полученной ВТМ можно определить по формуле:

$$m_{кв} = 2,2 (m_{кр} - m_{кТ}). \quad (4)$$

Для оценки качества сена определено содержание каротина в процессе сушки трав на прокосе. При этом отсчет времени производился при процессе сушки трав под солнцем. В данном случае за сутки солнечное время считалось с 10⁰⁰ часов до 20⁰⁰ часов вечера, т.е. за сутки интенсивное изменение содержания каротина происходит в течение 10-ти часов за сутки. Это связано с тем, что влажность сена в ночное время увеличивается и далее влажность снижается до 10-ти часов утра. Кроме того, интенсивность солнечных лучей увеличивается с 10-ти часов утра.

При сушке травы ее влажность достигала 17,3% после истечения 3 суток, т.е. после 30-ти часов интенсивной сушки травы.

При этом были взяты пробы после скашивания, а также по истечении 1, 5, 10, 20 и 30-ти часов сушки. После сушки травы были переданы в лабораторию для определения содержания каротина в этих пробах и результаты анализа приведены на рисунке 2.

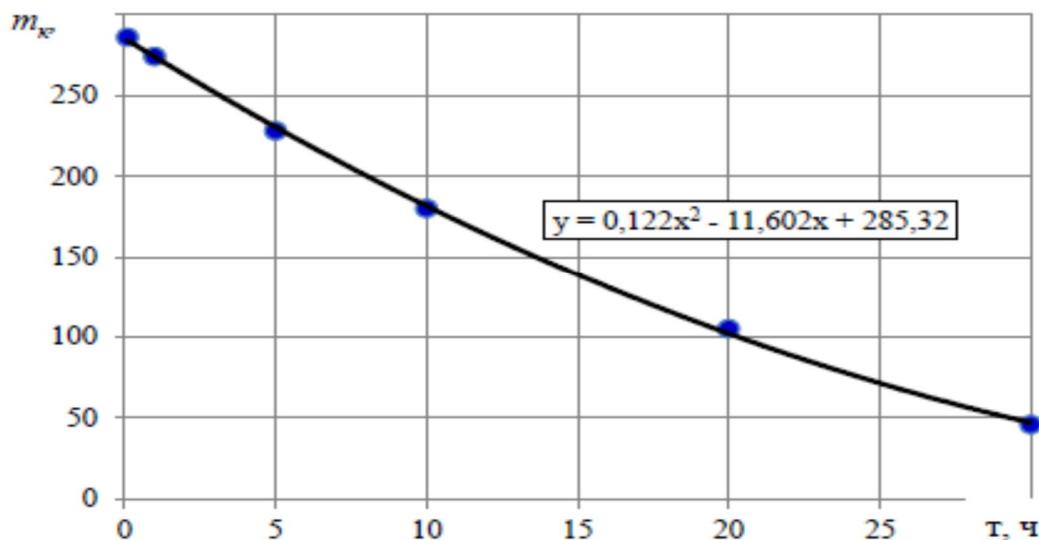


Рис. 2. График изменения содержания каротина в зависимости от времени сушки травы на прокосе.

По полученным уравнениям определена скорость изменения содержания каротина в зависимости от времени сушки травы. Значение скорости снижения каротина приведено на рисунке 3.

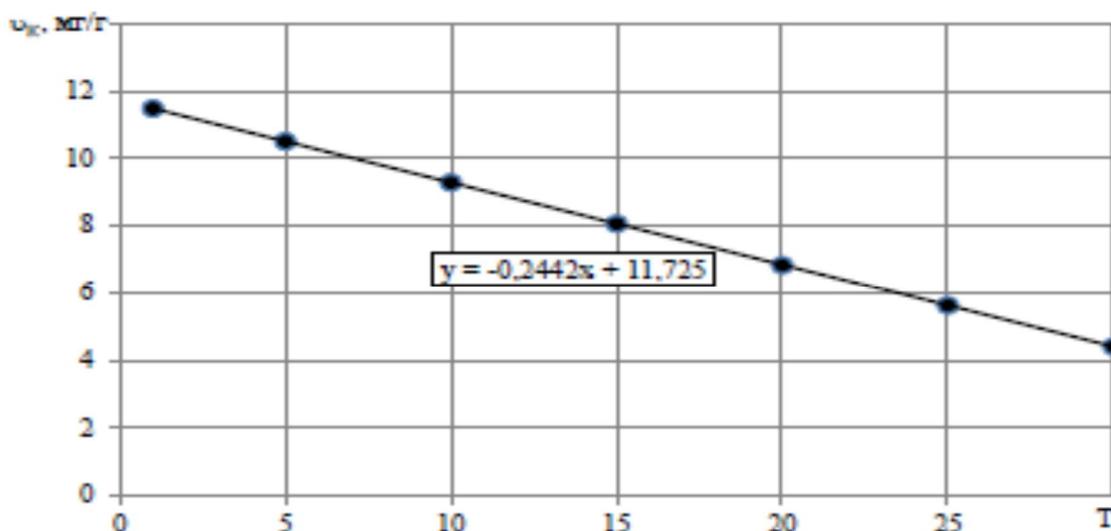


Рис. 3. График скорости снижения каротина в процессе сушки травы.

В результате обработки опытных данных получено уравнение скорости изменения содержания каротина:

$$v_{\text{кт}} = 11,725 - 0,2442 t. \quad (5)$$

Нам известно значение коэффициентов уравнения (4) и при этом по истечении времени T общая масса потерянного каротина определяется выражением

$$m_{\text{кт}} = \int_0^T (11,725 - 0,2441 t) dt = 11,725T - \frac{0,244}{2} T^2. \quad (6)$$

Наблюдение за процессом сушки травы, проведенное в 2015-2017 годы, показало, что влажность сена достигает 30...35% после сушки травы в течение 1,5 суток, т.е. за 15 часов сушки, поэтому определяем значение каротина после 15 часов сушки травы

$$m_{\text{кт}} = 11,725 T - \frac{0,244}{2} T^2 - \frac{0,0012T^3}{3} = 175,875 - 27,4725 = 148,4. \quad (7)$$

Известно, что первоначальное содержание каротина равно 286 мг/кг, то при влажности люцерны 30...35% содержание каротина равно 137,6 мг/кг.

Из графика видно, что содержание каротина после 15-ти часов сушки травы составляет 140 мг/кг, а разница между теоретическими и действительными значениями всего лишь 3,2%, что показывает достоверность проведенных теоретических исследований по определению качества заготовленных кормов.

По полученному аналитическому выражению (4) можно определить содержание каротина листовой части трав после сушки травы в течение 1,5 суток.

$$m_{\text{кт}} = 2,2 \cdot 137,6 = 302,7 \text{ мг/кг}. \quad (8)$$

Таким образом, при сушке травы до влажности 30...35% содержание каротина в листовой части трав будет более 300 мг/кг.

Это показывает, что качество получаемой муки из листовой части трав очень высокое, а содержание каротина в первоклассной муке согласно государственного стандарта должна быть 200 мг/кг. [9]

Кроме того, следует отметить, что при влажности сена 17,3%, т.е. после сушки травы в течений 3-х суток, содержание каротина составляло 46 мг/кг и при этом в листовой части трав содержание каротина более 100 мг/кг.

Эти результаты показывают, что можно использовать заготовленное измельченное сено для заготовки страхового запаса, и для приготовления витаминно-травяной муки третьего класса. При этом произведя заготовку измельченного сена своевременно и в первом укосе можно произвести приготовление витаминно-травяной муки второго класса, т.е. с содержанием каротина 150 мг/кг.

Эти результаты теоретических и экспериментальных исследований подтверждаются результатами испытаний, среднее содержание каротина в полученной муке в 2013 г. составляло 305...337 мг/кг, а в 2014 году 307...323 мг/кг. Эти результаты показали также достоверность полученных аналитических выражений.

Выводы:

1. В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения содержания потерянного каротина в процессе сушки травы на прокосье и содержание каротина полученной ВТМ из листовой части трав.

2. В результате экспериментальных исследований получен график содержания и скорости снижения каротина в зависимости от времени сушки на прокосье.

3. Результаты экспериментальных исследований позволили определить коэффициенты аналитических выражений. Это обеспечило теоретическое определение содержания каротина в полученной муке. Сравнение теоретических и экспериментальных значений показателей качества ВТМ показало, что разница между этими значениями составила 3,2%, что доказывает достоверность теоретических исследований по определению качества заготовленных кормов.

Литература:

1. Интернет ресурс. URL: <https://agroru.com/doska/liniya-po-proizvodstvu-vitaminno-travyanoj-muki-756269.htm>.
2. Интернет ресурс. URL: <http://vitmuka.ru/page.php?alias=oborudovanie>.
3. Патент РК №30197 «Способ приготовления витаминно-травяной муки». / Т. Абилжанулы, Жортуылов О.Ж., Солдатов В.Т., Утешев В.Л., Абилжанов Д.Т., Нурлыбаев К.К., Альшурина А.С. заявитель и патентообладатель ТОО «КазНИИМЭСХ». – 2013/0545.1, заявл. 23.04.2013. - Оpubл. 17.08.2015. Бюллетень №8.

4. Абилжанулы Т., Абилжанов Д.Т., Хамитов Н.М., Бакыт А. Определение производительности сушильной установки при приготовлении витаминно-травяной муки из листовой части трав // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2014. - №2. - С. 76-82.
5. Абилжанулы Т., Абилжанов Д.Т. Обоснование параметров сепаратора мелкой листовой части трав // Тракторы и сельхозмашины. - №8. - 2014. - С. 16-18.
6. Абилжанулы Т. Абилжанов Д.Т. Обоснование параметров решета дробилок при измельчении зерновых и грубых кормов в муку // Материалы Международной научно-практической конференции «Система технологий и машин для инновационного развития АПК России», посвящается 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика В.П. Горячкина (г. Москва, 2013 г.). - М., 2013.
7. Никитина Т.К. Корма и комбикорма / Под редакцией Т.К. Никитиной. - СПб.: ООО «Респекта», 2000. - 256 с.
8. Киреев В.Н., Щеглов В.В., Игловиков В.Г., Конюшков Н.С., Мовсисянц А.П. Корма: справочная книга / Под редакцией М.А. Смурыгина. - М.: Колос, 1977. - 368 с.
9. ОСТ 10.242-2000 - Требование к качеству искусственно высушенных травяных кормов.

Рецензент: д.т.н., профессор Умбаталиев Н.А.
