

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИОСУШКИ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ ИЗ ЛИСТОВОЙ МАССЫ ЛЮЦЕРНЫ В ВАКУУМ-УПАКОВКЕ

Жортуылов О.¹, доктор технических наук, академик НААН РК
ozhortuylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5365-4989>.

Жуматай Г.С.¹, кандидат технических наук, член корреспондент НААН РК
gani_shek@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4196-5987>

Кульшикова Э.С.², докторант
diasdias2323@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-9411-4695> Scopus Author ID

Мошанов К.А.³, докторант
kanat_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0186-0905>

Балгабаев М.А.⁴, кандидат технических наук
balgabaev.1972@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3870-7-138>

Садыкова А.В.⁵, Ученица 11 «О» класса
alishasadykova@gmail.com

¹ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы. Казахстан

³Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан

⁴Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

⁵Назарбаев Интеллектуальная школа естественно – математического направления, г. Алматы,
Казахстан

Аннотация. Обоснованы параметры рабочих органов машины для уборки листовой массы (очесывателя), барабанной сушилки и упаковщика листовой массы в вакуум-упаковке. Разработаны чертежная документация и изготовлены экспериментальные образцы технических средств.

В результате проведенных лабораторно-полевых испытаний машин установлено, что машина для уборки листовой массы очесывает листовую массу люцерны, отделяет от стеблей и загружает в бункер-накопитель, одновременно скашивая стебли на высоте 8-10 см с укладкой в прокос. На стационаре листовая масса загружается в бункер барабанной сушилки при активном перемешивании с использованием гелиосушки коллектора и листовая масса подсушивается до определённой влажности. Применение гелиоколлектора снижает затраты электроэнергии на сушку в 1,5-2,0 раза.

Упаковщик фасует листовую массу люцерны в контейнеры из полиэтиленовой пленки, упаковывает ее под вакуум, уложенные в мешки емкостью 25 или 50 кг. Листья содержат в 6–10 раз больше каротина, в 2–3 раза больше протеина и в 2–3 раза меньше клетчатки, чем стебли. При хранении БВД в вакуумной упаковке потери каротина и протеина исключаются.

Ключевые слова: очесыватель, сушильная установка, упаковщик, листовая масса, люцерна, гелиоколлектор, вакуум.

Введение. В настоящее время поголовье коров в Республике Казахстан насчитывает 8 490,7 тыс. голов, из них в хозяйствах населения 3 884 тыс. голов, в крестьянско-фермерских хозяйствах 3 745 тыс. голов, а в сельхозформированиях 867 тыс.голов. Основными производителями молока является хозяйства населения, чьи коровы недополучают сенаж и силос, а поддерживают свою жизнедеятельность за счет грубого сена. Продуктивность животных очень низкая, т.к. в кормовом рационе КРС отсутствуют сенаж и силос, являющиеся наиболее близкими к зеленым кормам по питательной ценности. Средний удой молока на корову составляет 2341 кг [1].

С целью повышения надоя молока в рационах коров используют много концентрированных кормов, содержащих высокий уровень крахмала, что часто приводит к

ухудшению здоровья коров, вплоть до их гибели. В кормах также наблюдается дефицит каротина, что также негативно влияет на их здоровье. Решение проблемы нормализации пищеварения у коров с высокой продуктивностью представляет для практиков сложную задачу, т.к. требует существенного совершенствования всех этапов выращивания, заготовки и использования кормов. Один из путей улучшения ситуации - это использование в рационе коров белково-витаминной добавки (БВД) в виде сенажа, травяной муки и гранул [2].

Белково-витаминная добавка (БВД) – однородная смесь высокобелковых кормов, минеральных и биологически активных веществ, предназначенная для обогащения комбикормов и кормосмесей протеином, макро-и микроэлементами, витаминами и другими веществами. Состав БВД должен быть таким, чтобы после введения в кормосмесь животные были бы обеспечены всеми необходимыми питательными и биологически активными веществами.

В Казахстане наиболее ценной из многолетних трав (люцерна, клевер, эспарцет, донник и др.) по содержанию протеина, каротина, витаминов и минеральных веществ является люцерна. Ее называют королевой кормовых культур [3]. Зеленая масса ее пригодна для приготовления белково-витаминной муки, сена, силоса, сенажа, гранул и брикетов, протеиновых концентратов и т.д. В республике намечено увеличить посевные площади под эту культуру более 3,4 млн.га.

Травяная мука – это ценный белково-витаминный продукт, полученный путем искусственной сушки и дробления свежескошенных трав. Ее используют в качестве БВД к кормам для всех видов животных. В рационах коров его можно заменить до 40% зерновых концентрированных кормов. В состав комбикормов для свиней включают 10-15% травяной муки, для сельскохозяйственной птицы – 3-5%, для кроликов – до 10%.

Во времена СССР для приготовления травяной муки применяли комплекс машин, оборудования: АВМ-0,4, АВМ-0,65 и АВМ-1,5, имеющих общую массу 13,5-36,0 т. [4].

К недостаткам этого способа являются высокая также энергоемкость процессов приготовления муки. На 1 т витаминной травяной муки в зависимости от исходной влажности расходуется от 130 до 470 кг дизтоплива, 85-170 кВт.ч. электроэнергии. [5].

Травяную муку и гранулы приготавливают в весенне-летний период, а используют преимущество в осенне-зимних рационах, т.е. с момента приготовления до скармливания проходит 7-9 месяцев. При обычных способах хранения травяной муки даже при затаривании ее в бумажные мешки потери каротина составляют 50-70%, а гранул – 50% [4]. Каротин разрушается в результате окисления кислородом воздуха, а усиливают окислительные процессы повышенная температура, свет, влага и т.д.

Травяную муку в рационах свиней и птицы используют в ограниченном количестве (не более 5-7%) из-за сравнительно высокого содержания клетчатки, которая в обычной травяной муке составляет 25-30%. Часто клетчатка, которую птица не переваривает совсем, а свиньи – плохо, не позволяет полностью сбалансировать рационы по каротину, другим витаминам и микроэлементам, так как ее содержание в рационе превышает допустимые нормы [6].

В 90-е годы цена на ГСМ и тарифы на электроэнергию выросли. Серийный выпуск сушилки типа АВМ в Прибалтике был прекращен. В Казахстане была приватизация совхозов и колхозов. Многие хозяйства сдали в «Чермет» все агрегаты по производству витаминно-травяной муки и приготовление ВТМ в Республике был прекращен.

В НПО агроинженерии был разработан способ приготовления витаминно-травяной (сенной) муки [7]. Способ включает скашивание трав с укладкой в прокос и сушку до влажности 30-35%, подбор трав с прокоса с измельчением их на 200-300 мм, погрузка в транспортные средства и транспортировка под навес, высушивание трав на малогабаритном подстожном канале до влажности 12-14%, далее измельчение сена трав в безрешетном измельчителе на отрезки до 20-30 мм, сепарирования мелко измельченной листовой части трав и ее измельчение в муку в решетном измельчителе грубых кормов. При этом все

операции осуществляются за 12-15 часов, ожидаемые потери каротина и витаминов составит около 30%. Способ позволяет готовить сеной муки с содержанием до 250 мг/кг каротина.

Недостатком технологии приготовления сеной муки и гранул являются: потери, составляющие до 10-15% протеина и каротина 30- 40% при хранении в течение 6-9 месяцев для приготовления комбикормов и большие затраты на сушку сена и измельчение массы в муку. Балгабаев М.А. (2010) разработал устройство для подбора осыпавшейся массы люцерны в емкость при прессовании рулонными вальцовыми пресс-подборщиками [8]. Собранные листья и соцветия использовались для кормления животных и птиц.

Гипотеза планируемых исследований для получения высококачественной белково-витаминной добавки. В обычной травяной муке из цельных растений содержание клетчатки составит 25-30%, которую в рационах птиц и свиней используют в ограниченном количестве, не более 5-7% [6].

Снижение клетчатки в сырье обеспечивается фракционной уборкой листьев и стеблей по отдельности. Многими исследователями установлено, что в листьях каротина содержится больше в 6-10 раз, протеина в 2-3 раза, а клетчатки – в 2-3 раза меньше, чем в стеблях [6]. Отсюда следует, что из листьев целесообразнее готовить белково-витаминную добавку, а из стеблей – с большим содержанием клетчатки приготавливать корм для жвачных животных. Последние клетчатку переваривают хорошо, а при скармливании в большом количестве будет полностью удовлетворена потребность в каротине и протеине и других витаминах.

БВД необходимо подсушить до определенной влажности и обработать таким образом, что можно было хранить в течение года без снижения ее качества. Для этой цели подходит способ хранения продукции вакуумной упаковке.

Значимость работы. По результатам исследования будут разработаны технология и технические и изготовлены для приготовления белково-витаминной добавки (БВД) из листовой массы бобовых трав с досушиванием до заданной влажности с применением гелиоколлектора, упаковкой для хранения под вакуум в мягкие контейнера емкостью 25÷50 кг. Будут проведены производственные и приёмочные испытания опытных образцов технических средств, опубликованы статьи в рецензируемых научных изданиях, изданы рекомендации и подана заявка на получение патента РК на изобретение. БВД может использоваться для скармливания дойных КРС, овец, коз, лошадей. Также служит кормом для свиней, кроликов, птицы и т.д.

Целевые потребители БВД – агроформирования, малые фермерские хозяйства и хозяйства населения. При заготовке БВД из листовой массы люцерны без грубых стеблей, упакованных в мягкие полиэтиленовые контейнеры с вакуумированием, повышается качество корма, который не требует измельчения и раздаётся животным в свежем виде в рассыпную. Контейнеры с БВД могут храниться неограниченное время и транспортироваться на любые расстояния, т.к. они предварительно закладываются в транспортные мешки емкостью 25÷50 кг, не требуют специальных погрузчиков.

Объект исследования. Технологические процессы очесывания листовой массы, высушивания для определенной влажности, с использованием гелиосушки и упаковки в вакуумируемые контейнеры.

Предмет исследования. Закономерности, характеризующие влияние конструктивных параметров очесывателя, сушильной установки и упаковщика листовой массы на качественные показатели БВД.

Цель — Разработка технических средств для приготовления с использованием гелиосушки белково-витаминной добавки из листовой массы люцерны в вакуум-упаковке.

Задачи исследований

2024 год – Анализ научно-технической литературы патентных и информационных материалов по техническим средствам для приготовления белково- витаминной добавки (БВД) из листовой массы люцерны в вакуум-упаковке.

Обоснование параметров рабочих органов технических средств (очесывателя, барабанной

сушилки и вакуум упаковщика) для приготовления БВД из листовой массы в вакуум-упаковке.

Разработка технических требований и чертежной документации на изготовление экспериментальных образцов технических средств.

2025 год – Изготовление экспериментальных образцов машин технических средств и проведение их производственных испытаний.

2026 год – Разработка технических заданий и конструкторской документации на опытные образцы технических средств для приготовления БВД.

Разработка технической документации (КД, технический паспорт, инструкция по эксплуатации. Закуп материалов и комплектующих на изготовление опытных образцов технических средств для приготовления БВД с доработкой их конструкции из экспериментальных машин.

Проведение приемочных испытаний технических средств для приготовления БВД и оформление протоколов приёмочных испытаний. Оформление рекомендации по применению БВД в хозяйствах РК.

Научная новизна – для приготовления белково-витаминной добавки применяется **листовая масса люцерны**, в которых каротина содержится больше в 6-10 раз, протеина в 2-3 раза, клетчатки – в 2-3 раза меньше, чем в стеблевой части.

Для этого листовая масса люцерны в фазе бутонизации убирается на корню гребенками очесывателя, загружается в бункер, проветриваясь, транспортируется к месту сушилки. Одновременно стебли скашиваются и укладываются в прокос для досушивания на сено. На стационаре листовая масса досушивается до заданной влажности, с использованием гелиосушки и упаковывается в вакуум-упаковку. БВД высокого качества в упаковке массой 25 и 50 кг сохраняется в анаэробных условиях, без потери качества до использования.

Материалы и методы исследования. Методика теоретических исследований очесывателя на применении и основных положений теоретической механики, теории механизмов сельскохозяйственных машин. Экспериментальные исследования проводятся с применением классического метода проведения экспериментов, при определении энергетических показателей используются методы тензометрирования, оценка агротехнических показателей проводится с использованием нормативной документации. Оценка достоверности результатов проводится методами математической статистики. При расчетах используются программные средства Excel и Statistika.

При производственных испытаниях очесывателя листовой массы люцерны проводили методы определения функциональных показателей ГОСТ [9]:

Полеглость травостоя $П_{пол.}$, % вычисляют по формуле:

$$П_{пол.} = \frac{\bar{l} - \bar{l}_1}{\bar{l}} 10^2, \quad (1)$$

где \bar{l} – средняя высота растений в выпрямленном состоянии, см; \bar{l}_1 – средняя высота растений в естественном состоянии, см;

Густоту травостоя $n_{тр}$, шт/м², вычисляют по формуле:

$$n_{тр} = \frac{n_p}{S}, \quad (3)$$

где n_p – число стеблей растений на учетной площадке, шт; S – площадь учетной площадки, м².

Урожайность травы Y , т/га, в пересчете на 18% влажность вычисляют по формуле:

$$Y = \frac{Y_1(100 - w_1)}{100 - w}, \quad (4)$$

где Y_1 – урожайность травы при фактической влажности, т/га; w_1 – влажность травы фактическая, %; w – влажность травы, равная 18%.

Определение показателей качества выполнения технологического процесса:

Потери по видам P_{vi} , вычисляли по формуле:

$$P_{vi} = \frac{M_{n_i}}{S_0} = 10^{-2}, \quad (9)$$

где M_{n_i} – средняя масса i -го вида потерь, собранных с учетных площадок, г; S_0 – площадь учетной площадки, m^2 .

Результаты и их обсуждение. Из анализа научно-технической литературы выяснили, что «АСК-групп» (Россия) разработала комплексную линию по производству травяной муки в гранулах. В комплексную линию входят: участок приемки и дозировки сырья, универсальный теплогенератор (газ/топливные гранулы), реконструированный сушильный барабан АВМ-1,5, участки измельчения, гранулирования и упаковки готовой продукции. Общая установленная мощность электрооборудования – 250 кВт, на получение 1 т продукции расход электроэнергии составляет 140 кВт/ч, расход газообразного топлива – 250 m^3 , твердого – 450 кг. Линию в смену обслуживают два человека [10].

ООО «ФХ «Глебовское» применяет это оборудование ООО «АСК-групп» для приготовления кормов трав методом искусственной сушки, и является производителем витаминной травяной муки в гранулах из однолетних и многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Выпускается витаминная травяная мука в гранулированном виде и соответствует ГОСТ Р 56383-2015. [11]. Также производят и продают сенные гранулы, произведенные из сена сеянных многолетних бобово-злаковых трав. Недостатком технологии приготовления травной муки и гранул являются потери при хранении каротина – 30-40% и протеина – 10-15%.

Во «ВНИИ кормов» им. В.Р.Вильямса (Россия) Отрошко С.А. (2002) установил, что из верхней листовой массы люцерны, можно приготовить на АВМ высококачественную травяную муку, содержащую 23...28% сырого протеина, 15...18% сырой клетчатки, питательностью 12...13 М Дж ОЭ в 1 кг сухого вещества. Из стеблей люцерны получили сено, содержащее 9...11% сырого протеина, питательностью 0,4...0,6 кормовых единиц (7-9 МДж ОЭ) в 1 кг сухого вещества. Жвачные животные поедали сено охотно [12].

Бондарев В.(2005) разработал технологию приготовления высокобелковой травяной муки из листовой массы путем среза верхней части растения и измельчения, а нижняя стеблевая часть скашивается и сушится на сено. [13]. Затраты энергии на сушку травы снизились значительно, но недостатком являются потери каротина на 30% и протеина на 10% при хранении травяных гранул в мешках в течение года.

Капустин Н.Ф. (1999) применил гелиоподогреватель воздуха при досушивании сена активным вентилированием, а Эрк Ф. (2015) и Папушин Э.Л. (2015) применили гелиоподогреватель для сушки семян трав [14, 15]. В работе Косолаповой Е.В. (2014) приведено силосование зеленой массы с использованием вакуумирования, которое позволяет быстро и с меньшей трудоемкостью создать безвоздушную среду и уплотнить зеленую массу за счет разного давления [16]. Некрашевич В.Ф. (2017) и др. разработали способ приготовления и хранения силосованного корма в мягких контейнерах из воздухо непроницаемой плёнки [17].

Хазимов М.Ж. (2019) с Некрашевичем В.Ф. (2019) и др. разработали комплект машин и оборудования для силосования зеленой массы растений в мягких вакуумируемых контейнерах, приготовление силоса производится в полевых условиях [18]. Найти

В КазНИИМЭСХ разработаны экспериментальные образцы очесывающего механизма для уборки колосьев зерновых культур [19] машины для уборки листовой массы и семян люцерны, оборудованный резиновыми гребенками [20 Куаныш], чистота очеса которой массы составляет до 75%, и машины с щеточным барабаном, чистота очеса листовой массы снижается до 60%. [21 [патент]]. На полегшем травостое капроновые щетки очесывают листья и семена растений на половину их высоты.

В настоящее время используются очесывающие жатки с активными рабочими органами

(гребенками), закрепленными на вращающемся барабане, разработанные компаниями «Shelbourne Reynold Inc.» (Великобритания), «Укр.Агросервис» (Украина), «Пензмаш» (Россия) [22].

Принимаем за прототип конструктивно-технологическую схему очесывающего барабана, реализованную в навесной очесывающей жатке типа «ОЗОН» производства «Пензмаш», где ротор выполняет функции как очесывающего, так и транспортирующего устройства. Очесывающий барабан имеет рабочий диаметр около 600 мм и частоту вращения 540 об/мин. Гребенки по своей форме представляют пальцы – зубья равного сопротивления, имеющие у основания ловитель колосков в виде замочной скважины. Барабан вращается снизу вверх по ходу движения машины, обеспечивают прорезы гребенки надежные обрывания листьев и семян и сбор отделившихся семян. Кожух закрытого сверху очесывающегося устройства не дает падать семенам на землю во время очесывания. Гребенки жатки очесывающего типа ОЗОН изготавливаются штамповкой из нержавеющей стали. Для надежной работы очесывающего барабана скорость гребенки должна составлять 14-17 м/с. Скорость воздушного потока на входе должна быть выше, чем на выходе и должна быть не менее 5 м/с. Качество уборки листовой массы люцерны зависит от высоты роста растений, на которой производится сбор необходимой продуктивной части продукции. При уборке листовой массы люцерны способом очёса растений на корню, данной высотой будет являться высота начала контакта очёсывающей гребёнки с наклоненным растением $h_{очес}$. После схода с нижней кромки обтекателя, растение удерживается в отклонённом положении очёсывающим ротором (рисунок 1) [23].

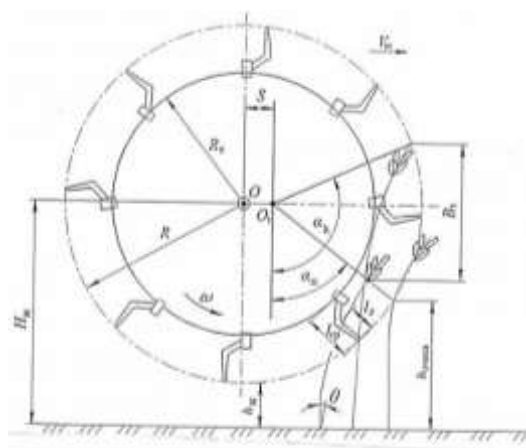


Рисунок 1 – Схема к определению $h_{ж}$ расстояния от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя

Как видно из рисунка (1), справедливо равенство:

$$h_{ж} + R = h_{очеса} + R \cos \alpha_n, \quad (1)$$

где $h_{ж}$ – расстояние от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя, м;
 $h_{очеса}$ – высота очёса (расстояние от поверхности поля до гребёнки в положении угла начала очеса α_n), м.

Расстояние от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя $h_{ж}$ равно:

$$h_{ж} + R = h_{очеса} + R \cos \alpha_n - R, \quad (2)$$

Высота очёса $h_{очеса}$ определяется:

$$h_{очеса} = h_{ср} \sin \theta \quad (3)$$

где h_{cp} – средняя высота растений, исходя из морфологических признаков убираемой культуры, м; θ – угол наклона растения при взаимодействии с обтекателем, град.

Высоту $H_{ж}$ установки очёсывателя от центра ротора до поверхности поля определяем по формуле:

$$H_{ж} = h_{ж} + R \quad (4)$$

Определение количества рядов гребёнок ротора

Уравнение для расчета количества рядов гребёнок z_p очёсывающего ротора определяем [23]:

$$z_p = \frac{2\pi V_m n_{об}}{l_3 \omega}, \quad (5)$$

где, $n_{об}$ – частота вращения очёсывающего ротора, об/мин, z_p – расчетное значение количества рядов гребёнок очёсывающего ротора, шт.

Зная количество рядов z , возможно определить число прочесов одной гребёнкой $z_{пр}$ за единицу времени t , для этого составим соотношение:

$$z_{пр} = \frac{n_{об}}{60} \quad (6)$$

Расстояние, пройденное очесывателем S за единицу времени t , определяется по формуле:

$$S = \frac{2\pi R}{\lambda} \quad (7)$$

Определим расстояние, пройденное очесывателем $S_{п}$ за один прочёс ротора, по формуле (рисунок 2) [24]:

$$S_{п} = \frac{S}{z_{пр}} \quad (8)$$

где, $S_{п}$ – расстояние, пройденное очесывателем за один прочёс ротора, м.

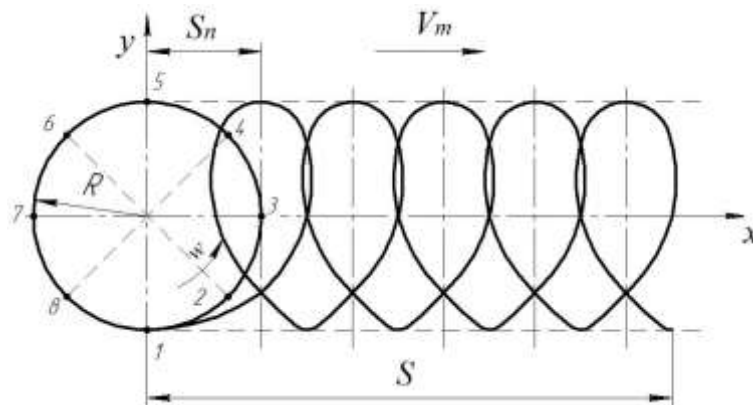


Рисунок 2 – Схема для определения количества прочесов гребенками очесывающего ротора при его движении

Определено значение количества рядов гребёнок очёсывающего ротора $z_p = 7,5$ шт. На основании расчетов примем количество рядов гребёнок очёсывающего ротора $z = 8$ шт. Разработана чертежная документация на технические средства и изготовлены

экспериментальные образцы очесывателя, барабанной сушилки с гелиоколлектором и упаковщика листовой массы люцерны в вакуум-упаковку.

Проведены производственные испытания очесывателя в КХ «Мухамедиев Ч.К.» Енбекшиказахского района Алматинской области, а лабораторно-полевые испытания барабанной сушилки и упаковщика – в экспериментальном цехе центра и в мастерской лаборатории. Во время испытаний определено качество выполнения технологического процесса очесывания листовой массы люцерны и кошения стеблей травы с укладкой в прокос показатели работы очесывателя приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1– Условия проведения производственных испытаний

Параметры	Значение параметров
Травостой	люцерна
Высота люцерны, см	от 35 до 75
Густота растений, шт/м ²	172,0
Влажность травы, %	67,0
Относительная влажность воздуха, %	51,0
Температура воздуха, °С	28,0
Полеглость травостоя, %	2,0
Урожайность при фактической влажности, т/га	8,0

Метеоусловия: относительная влажность воздуха составляла Н=51%, t= 28⁰С, скорость ветра – 0,1 м/с, Р= 670 мм рт.ст.= 89,3 кПа.

Таблица 2 – Результаты испытаний экспериментального образца очесывателя

Параметры	Значение параметров
1	2
Средняя высота люцерны, см	60,0
Высота установки центра вала от поверхности почвы очесывающего барабана, см	40,0-45,0
Фактическая ширина захвата, м	2,0
Диаметр очесывающего барабана, мм	700,0
Расстояние между гребенками, мм	8,0
Длина гребней, мм	160,0
Высота среза стеблей люцерны, см	9,0-12,0
Частота вращения вала барабана, об/мин	645,0-750,0
Чистота очеса, %	80,0-95,0
Скорость движения очесывателя, м/с	1,0...1,4
Частота вращения очесывающего барабана, мин ⁻¹	645,0-750,0
Эксплуатационно-технологические показатели	
Производительность за 1 ч, га/ч:	
- основного времени	1,1
- сменного времени	0,9
- эксплуатационного времени	0,8
Коэффициент надежности технологического процесса	0,9

В период производственных испытаний экспериментального образца очесывателя не наблюдалось недостатков, способствующих нарушению технологического процесса для которого она предназначена. Для снижения потерь листовой массы очесывающий барабан необходимо закрыть обтекателем, установленного с возможностью перемещения посредством гидроцилиндра (рисунок 3) .



Рисунок 3 – При очесывании листовой массы люцерны 3 укоса в КХ «Мухамедиев»

Производственные испытания экспериментальных образцов барабанной сушилки с гелиоколлектором и упаковщика листовой массы люцерны в вакуум-упаковке (контейнере) проводились в мастерской лаборатории НПЦ агринженерии при метеоусловиях: относительная влажность воздуха – 55%, температура – 25⁰С, давление – 94,0 кПа =700 мм рт.ст. Экспериментальный образец барабанной сушилки с гелиоколлектором приведен на рисунке 4).



Рисунок 4 – Экспериментальный образец барабанной сушилки с гелиоколлектором

Характеристика барабанной сушилки приведена на таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика барабанной сушилки

Показатели	Ед.изм.	Показания
Диаметр цилиндра барабана	м	0,8
Длина цилиндра	м	4,0
Частота вращения барабана	об/мин	2,0- 4,0
Высота барабана над землей	м	1,5
Скорость движения сушильного воздуха в барабане	м/с	3,0-4,4
Толщина осыпаемого слоя материала в барабан	мм	10-15
Степень заполнения барабана	%	8-10
Производительность сушилки	кг/ч	80-90
Угол наклона осей к горизонту	град	до 6

По технологии приготовления БВД период между уборкой листовой массы и ее сушкой (включая период хранения на площадке у сушильного агрегата) не должен превышать 2-3 часов. Поэтому через 2-3 часа выгружали листовую массу и транспортировали ее к сушильному барабану. Упаковщик листовой массы люцерны в вакуум-упаковке (контейнере). В циклоне измеряются температура и влажность листовой массы люцерны. Предварительно подготавливаются мягкие контейнеры рукава из поливинилхлоридной пленки толщиной 0,1-0,2 мм, запаянным концом вниз, и ставятся в мешки.

Заключение. Из анализа проведенных патентных исследований, аналитического обзора по технологии и техническим средствам для приготовления БВД из листовой массы люцерны выявлено, что недостатками известных технологий приготовления сенной муки и гранул являются большие потери протеина и каротина. За год хранения теряются 10-15% протеина и каротина – 30-40%. В Республике Казахстан отсутствуют способ и технические средства для устранения потерь.

Для приготовления БВД были изготовлены экспериментальные образцы машин технических средств (очесыватель, барабанная сушилка и упаковщик листовой массы люцерны) для приготовления белково-витаминной добавки из люцерны. Проведены производственные испытания экспериментального образца очесывателя в КХ «Мухамедиев Ч.К.» Енбекшиказахского района Алматинской области. При работе частота вращения барабана очесывателя составляет в пределах 645-750 об/мин, скорость движения очесывателя 1, 4 м/с, чистота очеса составляет 90,0 %. Пробы собранной листовой массы люцерны сдали на экспертизу в лабораторию КазНИИЖиК. Анализ листовой массы из люцерны на натуральную влажность и абсолютно-сухом состоянии показал содержание протеина 23,78 %, клетчатки 12,73%. и каротина 35,67 мг (%)RFV (относительная кормовая ценность в кормах) 331,55%.

Разработаны технические задания на опытные образцы машин технических средств для приготовления белково-витаминной добавки. Оформлена и подана заявка на изобретение для получения патента РК: «Способ приготовления и хранения белково-витаминной добавки (БВД) из листовой массы бобовых трав в вакуум-контейнерах».

В 2026 году будут: изготовлены опытные образцы машин с доработкой из экспериментальных образцов, проведены производственные и приемочные испытания их, проекты технических условий на машины.

Финансирования. Работа выполняется в рамках программно-целевого финансирования МПС РК по научно-технической программе ИРН BR23992300 «Разработка и совершенствование технических средств и технологического оборудования, обеспечивающих реализацию научно-обоснованных технологий производства продукции животноводства» (2024-2026 годы).

Литературы:

- [1] Статистика Казахстан: <https://stat.gov.kz/> [https:// dairynews.today](https://dairynews.today).
- [2] **Федорова, З.Л.**, Романенко Л.В. Белково-витаминная добавка для высокопродуктивных молочных коров // Генетика и разведение животных, 2017. – №3. – С.78-81.
- [3] **Жаринов, В.И.**, Клюй В.С. Люцерна. – Киев: Урожай, 1983. – 239 с.
- [4] **Кольвах, И.А.** Технология производства травяной муки. – М.: Высшая школа, 1982. – С.134-135.
- [5] **Долговец, А.П.** Внедрение энергосберегающих технологий – важное условие повышения эффективности кормопроизводства // Механизация сельского хозяйства, 1988. – №2. – С.17-18.
- [6] **Валушис, В.** Технология уборки консервирования и хранения кормов /Под ред. И.Блажек. – М.:Агропромиздат, 1985. – С.94-95

[7] Патент KZ 30917, Республика Казахстан МПК A23K 1/00, A23K 1/14, Способ приготовления витаминно-травяной муки/ Әбілжанұлы Токтар, Жортуылов Омирсерик, Солдатов В.Т., Утешев В.Л., Абилжанов Д.Т., Нурлыбаев К.К., Альшурина С.С.; заявитель и патентообладатель: ТОО «КазНИИМЭСХ»; заявл.2013/0545.1 от 23.03.2013, опубл. 15.07.2016., бюл.№8– 8с.

[8] **Балгабаев, М.А.** Совершенствование технологического процесса прессования сена рулонным пресс-подборщиком, снижающим потери листьев и соцветий: автореф. ...к.т.н.:05.20.01.– Алматы: Издательская компания «Раритет», 2010. – 22 с.

[9] ГОСТ 28722. Техника сельскохозяйственная. Косилки и косилки-плющилки. Методы испытаний. Введ.2020-07-01.–Москва: Стандартинформ, 2019.– 35 с.

[10] **Кайнов, А.** Комплексная линия по производству травяной муки //Комбикорма.– №4.– 2012.– С.41-42

[11] ООО «ФХ ГЛЕБОВСКОЕ»: производство витаминной муки [[электронный ресурс](https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html)]: <https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html>

[12] **Отрошко, С.А.** Разработка технологии и средств механизации для производства высокобелковой травяной муки из листовой массы бобовых трав: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Всерос. науч.-исслед. и-т кормов им. В. Р. Вильямса. – Москва, 2002. – 22 с. <https://dlib.rsl.ru/01002300719>.

[13] **Бондарев, В.А.** Приготовление травяной муки из бобовых трав // Комбикорма, 2005. – №2. – С.62-63.

[14] **Капустин, Н.Ф.** Интенсификация процесса досушивания сена активным вентилированием путем использования теплоподогревателя воздуха. – автореф. дисс. ...канд.техн.наук.: 05.20.01. – Минск, 1999. – 21 с.

[15] **Эрк, А.Ф., Папушин Э.А.** Сушка семян трав с использованием гелиоколлектора // Сборник научных трудов ИАЭП, 2015.– Вып.87. – С.254-258.

[16] **Косолапова, Е.В.** Силосование зеленой массы с использованием вакуумирования // Кормопроизводство, 2014. – №7. – С.39-41.

[17] **Некрашевич, В.Ф.** Использование вакуума при уплотнении силосуемой массы в контейнерах из воздухонепроницаемой пленки / В.Ф. Некрашевич, А.С. Попов, К.С. Афанасьева. - DOI 10.18286/1816-4501-2017-3-159-162. – Текст: электронный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии: научно-теоретический журнал. – Ульяновск : УлГАУ, 2017. – №3 (39), июль-сентябрь. – С. 159-162. - URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/1469>

[18] Патент № 33744, Республика Казахстан, МПК A23K 30/10, A23K 39/10, A01F 25/16. Комплект машин и оборудования для силосования зеленой массы растений в мягких вакуумируемых контейнерах из воздухонепроницаемой пленки/ Некрашевич В.Ф. Некрашевич В.Ф., Торженева Т.В., Афанасьева К.С. Хазимов М.Ж., Хазимов К.М. и др. заявл.2018/0204.1 от 02.04.2018; опубл.12.07.2019, бюл. – №28.

[19] **Джамбуршин А.Ш.,** Турымбетова Г.Д. Эволюция очесывающих механизмов для уборки зерновых культур в Казахстане // Международная агроинженерия, 2016. – вып.1. – С.23-44.

[20] **Куаныш А.Г.** Разработка машины для уборки семян кормовых растений методом очеса на корню (на примере житняка): автореф. ...к.т.н.:05.20.01. – Алматы: Онер, 2003. – 30 с.

[21] Патент № 32437, республика Казахстан, МПК A01D 41/08, A01D 43/077, A01D 45/00, A01D 45/30. Машина для уборки листьев и семян растений очесыванием на корню/ Жортуылов Омирсерик, Евтифеев А.Г., Солдатов В.Т., Алексеев А.А., Бекенов У.Е., Жуматай Г.С.: заяв.2015/1370.1 от 20.11.2015; опубл. 30.10.2017, бюл.№ 20.

[22] Современные очесывающие жатки: [Электронный ресурс]: АгроИнфо: информационная аграрная газета, 24.03.2018 г. С.1-3. <https://agroinfo.kz/sovremennye-ochesyvayushhie-zhatki/>

[23] **Летошнев М.Н.** Сельскохозяйственные машины: Теория, расчет, проектирование и испытания: – М.: Ленинград, 1955. – С.329-342.

[24] **Жортуылов О.Ж.,** Куаныш А.Г. Теоретические основы процесса очесыванием семян, листьев кормовых растений роторным рабочим органом // Вестник с/х науки Казахстана, 2001. – №11.– С.71-75.

References:

- [1] Statistika Kazakhstan: <https://stat.gov.kz/> //dairynews.today. [in Russian]
- [2] **Fedorova Z.L.**, Romanenko L.V. Belkovo-vitaminная добавка для высокопродуктивных молочных коров // Генетика и разведение животных.– №3.– 2017.– S.78-81. [in Russian]
- [3] **Zharinov V.I.**, Kluj V.S. Ljucerna. – Kiev: Urozhaj, 1983. – 239 s. [in Russian]
- [4] **Kol'vah I.A.** Tehnologija proizvodstva travjanov muki. – M.: Vysshaja shkola, 1982. – S.134-135. [in Russian]
- [5] **Dolgov A.P.** Vnedrenie jenergosberegajushhih tehnologij – vazhnoe uslovie povyshenija jeffektivnosti kormoproizvodstva // Mehanizacija s/h. – №2. – 1988. – S.17-18. [in Russian]
- [6] **Valushis V.** Tehnologija uborki konservirovanija i hranenija kormov / Pod red. I.Blazhek. – M.: Agropromizdat, 1985. – S.94-95. [in Russian]
- [7] Patent KZ 30917, Respublika Kazakhstan MPK A23K 1/00, A23K 1/14, Sposob prigotovlenija vitaminno-travjanov muki / Äbilzhanuly Toqtar, Zhortuylov Omirserik, Soldatov V.T., Uteshev V.L., Abilzhanov D.T., Nurlybaev K.K., Al'shurina S.S.; zajavitel' i patentoobladatel': TOO «KazNIIMJeSH»; zajav. 2013/0545.1 ot 23.03.2013, opubl. 15.07.2016., bjul. №8 – 8s. [in Russian]
- [8] **Balgabaev M.A.** Sovershenstvovanie tehnologicheskogo processa pressovanija sena rulonnym press-podborshhikom, snizhajushhim poteri list'ev i socvetij: avtoref. ...k.t.n.:05.20.01. – Almaty: Izdatel'skaja kompanija «Raritet», 2010. – 22 s. [in Russian]
- [9] GOST 28722. Tehnika sel'skohozjajstvennaja. Kosilki i kosilki-pljushhilki. Metody ispytanj. Vved. 2020-07-01. – Moskva: Standartinform, 2019. – 35 s. [in Russian]
- [10] **Kajnov A.** Kompleksnaja linija po proizvodstvu travjanov muki // Kombikorma. – №4. – 2012. – S.41-42. [in Russian]
- [11] ООО «FH GLEBOVSKOE»: proizvodstvo vitaminnoj muki [jelektronnyj resurs]: <https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html> [in Russian]
- [12] **Otrosko S.A.** Razrabotka tehnologii i sredstv mehanizacii dlja proizvodstva vysokobelkovo travjanov muki iz listovoj massy bobovyh trav: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.02 / Vseros. nauch.-issled. i-t kormov im. V.R. Vil'jamsa. – Moskva, 2002. – 22 s. <https://dlib.rsl.ru/> [in Russian]
- [13] **Bondarev V.A.** Prigotovlenie travjanov muki iz bobovyh trav // Kombikorma. – №2. – 2005. – S.62-63. [in Russian]
- [14] **Kapustin N.F.** Intensifikacija processa dosushivanija sena aktivnym ventilirovanijem putem ispol'zovanija teplopodogrevatelja vozduha.– avtoref. diss. ...kand. tehn. nauk.: 05.20.01. – Minsk,1999. – 21 s. [in Russian]
- [15] **Erk A.F., Papushin Je.A.** Sushka semjan trav s ispol'zovanijem geliokollektora // Sbornik nauchnyh trudov IAJeP, 2015. – vyp.87. – s.254-258. [in Russian]
- [16] **Kosolapova E.V.** Silosovanie zelenoj massy s ispol'zovanijem vakuumirovanija // Kormoproizvodstvo. – №7. – 2014. – S.39-41. [in Russian]
- [17] **Nekrashevich V.F.** Ispol'zovanie vakuum pri uplotnenii silosuemoj massy v kontejnerah iz vozduhonepronicajemoj plenki / V.F. Nekrashevich, A.S. Popov, K.S. Afanas'eva. – DOI 10.18286/... – Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – Ul'janovsk: UIGA, 2017. – №3(39). – S.159-162. <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/1469> [in Russian]
- [18] Patent № 33744, Respublika Kazakhstan, MPK A23K 30/10, A23K 39/10, A01F 25/16. Komplekt mashin i oborudovanija dlja silosovanija zelenoj massy rastenij v mjagkih vakuumiruemyh kontejnerah iz vozduhonepronicajemoj plenki/ Nekrashevich V.F., Torzhenova T.V., Afanas'eva K.S., **Hazimov M.Zh.**, Hazimov K.M. i dr.; zajav. 2018/0204.1 ot 02.04.2018; opubl.12.07.2019, bjul. №28. [in Russian]
- [19] **Dzhamburshin A.Sh.**, Turymbetova G.D. Jevoľucija ochesyvajushhih mehanizmov dlja uborki zernovyh kul'tur v Kazahstane // Mezhdunarodnaja agroinzhenierija, 2016, vyp.1.– S.23-44. [in Russian]
- [20] **Kuanys A.G.** Razrabotka mashiny dlja uborki semjan kormovyh rastenij metodom ochesa na kornju (na primere zhitnjaka): avtoref. ...k.t.n.:05.20.01. – Almaty: Öner, 2003. – 30 s. [in Russian]
- [21] Patent № 32437, Respublika Kazakhstan, MPK A01D 41/08, A01D 43/077, A01D 45/00, A01D 45/30. Mashina dlja uborki list'ev i semjan rastenij ochesyvanijem na kornju / Zhortuylov Omirserik, Evtifeev A.G., Soldatov V.T., Aleksejčik A.A., Bekenov U.E., Zhumataj G.S.; zajav.2015/1370.1 ot

20.11.2015; opubl. 30.10.2017, bjul. №20. [in Russian]

[22] Sovremennye ochesyvajushhie zhatki: [Je-lektronnyj resurs]: AgroInfo, 24.03.2018, S.1-3. <https://agroinfo.kz/sovremennye-ochesyvayushhie-zhatki/> [in Russian]

[23] Letoshnev M.N. Sel'skhozjajstvennyye mashiny: Teorija, raschet, proektirovanie i ispytaniya: M.: Leningrad, 1955.– S.329-342. [in Russian]

[24] Zhortuylov O.Zh., Kuanysh A.G. Teoreticheskie osnovy processa ochesyvaniyem semjan, list'ev kormovyh rastenij rotnym rabochim organom // Vestnik s/h nauki Kazahstana. – №11.– 2001.– S.71-75. [in Russian]

АҚУЫЗДЫ-ДӘРУМЕНДІ ҚОСПАНЫ ЖОНЫШҚАНЫҢ ЖАПЫРАҚ МАССАСЫНАН ВАКУУМДЫҚ ҚАПТАМАДА ГЕЛИОКЕПТІРГІШТІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ДАЙЫНДАУҒА АРНАЛҒАН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

Жортуылов О.¹, техника ғылымдарының докторы, ҚР ҰАҒА академигі
Жұматай Ғ.С.¹, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР ҰАҒА корреспондент-мүшесі
Кульшикова Э.С.², PhD
Мошанов Қ.А.³, PhD
Балғабәев М.А.⁴, техника ғылымдарының кандидаты
Садықова А.В.⁵, 11 «О» сыныбының оқушысы

¹*«Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан*

²*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

³*Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

⁴*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

⁵*Жаратылыстану-математика бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебі, Алматы қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Жапырақты жинауға арналған машинаның (тарағыштың), барабанды кептіргіштің және вакуум-орамдағы жапырақты массаны ораушының жұмыс органдарының параметрлері негізделген. Сызба құжаттамасы әзірленіп, техникалық құралдардың эксперименттік үлгілері дайындалды.

Гелиоколлекторлы кептіргіш қондырғысы жапырақ массасын қажетті ылғалдылыққа дейін кептіреді. Гелиоколлекторды қолдану электр энергиясының кептіру шығынын 1,5-2,0 есеге азайтады.

Буып-түюші жоңқаның жапырақ массасын полиэтилен су өтпейтін пленкадан жасалған контейнерлерге буып-түйеді, сыйымдылығы 25 немесе 50 кг қаптарға салынған вакуум бойынша буып-түйеді. Жапырақтарда 6-10 есе көп каротин, 2-3 есе көп протеин, ал талшық сабақтардағыдан 2-3 есе аз болады. БВД-ны вакуум-қаптамада сақтау кезінде каротин мен протеиннің жоғалуына жол берілмейді.

Жапырақ массасын жинауға арналған тарағыш, барабанды кептіргіш және вакуум-орамда ораушының жұмыс органдарының параметрлері негізделді. Сызба құжаттамасы әзірленіп, эксперименттік үлгілер дайындалды. Зертханалық және далалық сынақтар көрсеткендей, тарағыш жоңышқаның жапырақтарын сабақтардан бөліп, жинағыш бункерге тиейді, сабақтарды 8-10 см биіктікте кию арқылы айдауға орналастырады. Барабанды кептіргіште жапырақ массасы белсенді араластыру арқылы гелиоколлектор көмегімен қажетті ылғалдылыққа дейін кептіріледі. Гелиоколлектор қолдану электр энергиясының шығынын 1,5-2 есе азайтады. Ораушы жапырақ массасын полиэтилен контейнерлерге салу арқылы вакуумдық орамада 25 немесе 50 кг қаптарға орналастырады. Жапырақтарда каротин 6-10 есе, протеин 2-3 есе көп, ал талшық 2-3 есе аз болады. Вакуумдық қаптамада сақтау кезінде каротин мен протеиннің жоғалуы болмайды.

Тірек сөздер: тарағыш, кептіргіш қондырғы, ораушы, жапырақ массасы, жоңышқа, гелиоколлектор, вакуум.

DEVELOPMENT OF TECHNICAL MEANS FOR PREPARATION USING HELIOSYING OF PROTEIN-VITAMIN SUPPLEMENT FROM ALFALFA LEAF MASS IN VACUUM PACKAGING

Zhortylov O. V.¹, Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

Zhumatai G. S.¹, Candidate of Technical Sciences, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

Kulshikova E. S.², doctoral student

Moshanov K. A.³, doctoral student

Balgabaev M. A.⁴, Candidate of Technical Sciences

Sadykova A.V.⁵, Student of the 11th "O" class

¹*TOO "Scientific and production center of agroengineering", Almaty, Kazakhstan*

²*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

³*Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan*

⁴*Kyzylordinsky University named after Korkyt Ata, Kyzylorda, Kazakhstan*

⁵*Nazarbayev Intellectual School of Natural Mathematics, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The parameters of the working parts of the machine for harvesting leaf mass (thresher), drum dryer and vacuum packer for leaf mass have been substantiated. Drawing documentation has been developed and experimental samples of technical equipment have been manufactured.

As a result of laboratory and field tests of the machines, it was established that the machine for harvesting leaf mass threshes alfalfa leaf mass, separates it from the stems and loads it into a storage hopper, simultaneously mowing the stems at a height of 8-10 cm and placing them in swaths. At the stationary site, the leaf mass is loaded into the hopper of a drum dryer with active mixing using a solar collector, and the leaf mass is dried to a certain moisture content. The use of a solar collector reduces the energy consumption for drying by 1.5-2.0 times.

The packer packs the alfalfa leaf mass into polyethylene film containers, vacuum packs it, and places it in 25 or 50 kg bags. The leaves contain 6-10 times more carotene, 2-3 times more protein, and 2-3 times less fibre than the stems. When stored in vacuum packaging, there is no loss of carotene or protein.

Keywords: protein-vitamin supplement, brush, silage, leaf mass, drying unit, solar collector, packer, vacuum.