

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Заместитель**  
**Председателя Правления**  
**ООО «НПП «Агроинженерия»**  
**О.Е. Сейпаталиев**  
2024 г.



**ВЫПИСКА**  
из протокола №5 расширенного заседания  
лаборатории «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки  
кормов» и «Механизация процессов в животноводстве»

г. Алматы

25 октября 2017 г.

1. **Председатель:** Адильшеев А.С. – д.т.н., заведующий лабораторией «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки кормов».
2. **Секретарь:** Найденко Е.В., ведущий инженер лаборатории «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки кормов».

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

- Жортуылов О.Ж. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник;  
Солдатов В.Т. – к.т.н., ведущий научный сотрудник;  
Бекенов У.Е. – магистр с/х наук, старший научный сотрудник;  
Алексеек А.А. – старший научный сотрудник;  
Жумагулов Б.Е. – ведущий инженер;  
Ерболов Ш.Е. – инженер;  
Абилжанов Д.Т. – к.т.н., заведующий лабораторией механизации процессов в животноводстве;  
Голиков В.А. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник;  
Абилжанулы Т. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник;  
Артамонов В.Н. – ведущий научный сотрудник;  
Смагулов Т.А. – ведущий инженер;  
Оразахын Д. – ведущий инженер.  
Омаров Р.А. – д.т.н., заведующий лабораторией энергосбережения, автоматизации и возобновляемых источников энергии;  
Алтыбаев А.А. – д.т.н., руководитель исследовательской группы.

**ПОВЕСТКА ДНЯ**

1. Предварительное рассмотрение диссертационной работы **Абилжанова Данияра Токтаровича**, на тему «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав», представленной на соискание ученой степени доктора тех-

нических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Тема докторской диссертации и научный руководитель утверждены на основании решения Ученого совета РГП «Научно-производственный центр механизации сельского хозяйства» (РГП «НПЦМСХ») от 26 апреля 2006 года, протокол №4.

**Научный консультант** – д.т.н., заведующий лабораторией «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки кормов» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» Адильшеев Ануар Суйнбекович (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства).

**Назначенные рецензенты:**

1. Омаров Р. А. – д.т.н., зав. лабораторией «Энергосбережение, автоматика и возобновляемые источники энергии», ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства).

2. Алтыбаев А. А. – д.т.н., руководитель исследовательской группы, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (05.20.04 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве).

**СЛУШАЛИ:**

Доклад Абилжанова Д.Т., изложившего основное содержание работы на тему: «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук (*доклад сопровождался демонстрацией слайдов*).

*«Для повышения производства продукции животноводства необходимо произвести кормление животных полнорационными кормосмесями. Известно, что полнорационная кормосмесь состоит из сена, силоса или сенажа и комбикормов. Основным компонентом комбикорма являются зерновые корма и витаминная травяная мука. Здесь витаминно-травяная мука является основным ценным продуктом, в котором содержатся каротин, протеин и минеральные добавки. Во многих случаях причиной высокого падежа молодняка также является нехватка в составе кормов витаминно-травяной муки.*

*Ранее приготовление ВТМ осуществлялось высокотемпературным способом. Люцерновое сено скашивается косилками-измельчителями КИР-1,8 и сушка и приготовление ВТМ осуществляются на агрегате типа АВМ. Однако агрегат АВМ-0,4 имеет массу 13500 кг и на одну тонну муки расходует 200-250 литров топлива. В настоящее время такие расходы являются высокими даже для крупных хозяйств. Поэтому в настоящее время во многих странах производство ВТМ прекращено.*

*В настоящее время Россия предлагает оборудование на базе агрегата АВМ-0,4 и линии, работающие на основе высокотемпературной сушки. Одна-*

ко эти агрегаты и линия очень дорогие, поэтому они не имеют широкого распространения.

Первым процессом по приготовлению ВТМ является кошение и подбор сена, поэтому нами осуществлен обзор по кормоуборочным комбайнам, сушильным установкам и другого оборудования. Общим недостатком кормоуборочных комбайнов является ненадежный подбирающий механизм и высокая стоимость сушильной установки.

На этом способе приведено обоснование технологии заготовки измельченного сена и приготовление ВТМ. В процессе заготовки измельченного сена многие процессы осуществляются с высокими потерями листовой части трав, что можно оценить как потери общего урожая.

Нами получено аналитическое выражение для определения потерь урожая в зависимости от потерь листовой части трав.

Необходимо осуществить снижение потерь листовой части трав в операциях, или исключить эти операции.

На слайде. приведен график зависимости потерь общего урожая в зависимости от значения потерь листовой части трав. Отсюда видно, что 1% измельченной листовой части соответствует двум процентам потерь от общего урожая.

Для существенного снижения расходов приготовления ВТМ нами предложено два способа. По каждому способу приготовление ВТМ осуществляется во время заготовки измельченного сена.

При этом после сушки сена на прокосе осуществляется подбор сена подборщиком-измельчителем кормов. Измельченное сено транспортируется и складывается под навес. Далее с измельченного сена сепарируется мелко измельченная листовая часть и подается в дробилку для получения муки. Если учесть, что содержание каротина в листовой части трав в 10-12 раз больше, чем в стеблевой части, можно предположить получение ВТМ с содержанием каротина 100...150 мг/кг, т.е. муки второго или третьего класса.

Здесь особенности способа заключаются в том, что при измельчении сена в безрешетных измельчителях нежная листовая часть мелко измельчается, а стеблевая часть не крупной фракции.

Для получения высококачественной муки из листовой части трав предлагается другой способ. После скашивания, сено на прокосе сушится до влажности 30...35%. Далее провяленная трава подбирается подборщиком-измельчителем (без контрмолотков) и транспортируется под навес. Здесь провяленная масса подсушивается на малогабаритном подстожном канале до влажности 14...16%. Высушенная масса подается в безрешетный измельчитель. В данном случае нежная листовая часть измельчается до среднего размера 10...15 мм, а стеблевая часть на фракции более 20 мм. Из предварительно измельченного сена сепарируется листовая часть и она подается в дробилку для получения ВТМ из листовой части трав.

На слайде. приведены цель и задачи исследований.

*При получении ВТМ первой операцией является подбор сена. Здесь нами предлагается разработать подборщик-измельчитель кормов с новым подбирающим механизмом.*

*На слайде. приведена структурная схема для обоснования параметрической модели процесса подбора сена. Здесь уточнено количество исследуемых параметров.*

*На слайде. приведена структурная схема для обоснования параметров сепаратора листовой части трав.*

*На слайде. приведена конструктивно-технологическая схема подборщика-измельчителя и нового подбирающего механизма без беговой дорожки. Здесь основным отличием является то, что горизонтальная ось подбирающего барабана установлена ниже горизонтальной оси кольца-ската. Из-за этого эксцентриситета угол  $\gamma$  между пальцами барабана и касательной к окружности кольца-ската меньше  $90^\circ$ . При этом, чтобы не произошло затаскивание массы во внутрь кольца-ската, значение  $\gamma$  должно быть более  $70^\circ$ . В верхней части кольца-ската пальцы барабана должны выступать на определенную длину. Исходя из этого условия, для определения параметров подбирающего механизма получены аналитические выражения и теоретические рациональные значения (слайд).*

*Другой особенностью данного механизма является то, что в процессе подъема пальца вверх, они попадают под кольца-скаты. В данном случае стебли сена, находящиеся на пальце, получают вращательное и прямоугольное движение вдоль пальцев. При этом на стебель действует центробежная сила, сила веса стеблей, сила трения и сила Кориолиса. С учетом всех сил определена равнодействующая сила. Получены аналитические выражения для определения равнодействующей силы в третьей и во второй четвертях. С учетом параметров существующих подборщиков, определено значение равнодействующих сил, имеющих отрицательное значение при диаметре подбирающего барабана ниже 550 мм. По конструктивно-технологической схеме подборщик поднимает массу к горизонтальному шнеку. В данном случае подача массы по шнеку осуществляется по четверти окружности желоба шнека, а также в зависимости от подачи изменяется плотность массы в желобе шнека.*

*С учетом этих особенностей получены аналитические выражения для определения производительности и потребной мощности подборщика, подпрессовывающего барабана, шнека и подпрессовывающего барабана измельчителя.*

*Получено аналитическое выражение для определения воздушного потока, создаваемого молотковым ротором, снабженного лопастями.*

*После проведенных теоретических исследований получено рациональное значение параметров разработанного подборщика-измельчителя кормов.*

*Разработана конструктивно-технологическая схема малогабаритной сушильной установки.*

*В зависимости от параметров определена производительность установки. В зависимости от начальной влажности определена динамика изменения влажности, т.е. скорость сушки.*

*Разработан малогабаритный питатель-дозатор стебельных кормов. Получены аналитические выражения для определения окружной скорости фрез-барабана и скорости цепочно-планчатого транспортера. Для обоснования необходимых параметров измельчителя, предназначенного для предварительного измельчения стебельных кормов, получено аналитическое выражение для определения среднего размера измельченных частиц в зависимости от шага расстановки молотков.*

*Здесь, в зависимости от максимальной длины измельченных частиц, получено аналитическое выражение для определения среднего размера измельченных частиц в горизонтальной плоскости и далее в вертикальной плоскости.*

*Одной из основных машин линии является сепаратор листовой части трав. Данный процесс рассматривается впервые и разработана конструктивно-технологическая схема сепаратора листовой части трав. Здесь начало решета получает вращательное движение. Преимуществом данной схемы является то, что легко осуществляется диаметровка решета и осуществляется подбрасывание массы.*

*В зависимости от угла поворота кривошипа определяется перемещение решета в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Получены дифференциальные уравнения скорости ускорения решета в горизонтальной и вертикальной плоскостях.*

*Получено аналитическое выражение для определения производительности сепаратора по массовой подаче и для этого получено выражение для определения средней скорости перемещения по поверхности решета. Также, учитывая коэффициенты выхода листовой части сена, можно определить производительность сепаратора по муке.*

*В зависимости от размера потайного отверстия решета получено аналитическое выражение для определения размера сепарируемых частиц. По конструктивно-технологической схеме предусмотрена установка подбрасывающего барабана для разрыхления толстого слоя по решету. Получены формулы для определения критического значения частоты вращения подбрасывающего барабана.*

*Рассматривая перемещение мелких стебельных кормов и зерновки, получено аналитическое выражение для определения толщины решета, установленного в дробилке, измельчающего зерновые и стебельные корма в муку.*

*Разработана экспериментальная установка подборщика-измельчителя кормов с новым подбирающим механизмом. Были установлены теоретические значения параметров подбирающего механизма. В результате проведенных исследовательских испытаний подбирающий механизм работал без нарушения технологического процесса. При повышении производительности более 6,0 т/ч происходило забивание дефлектора.*

*Поэтому было определено значение скорости воздушного потока в конце дефлектора. При этом скорость воздушного потока, создаваемого лопастным ротором, находилась в пределах 10...13 м/с.*

Для повышения скорости воздушного потока в камеру измельчения были установлены лопатки. Установка лопаток обеспечивает повышение скорости воздушного потока до 16 м/с.

Далее был разработан экспериментальный образец подборщика-измельчителя кормов.

Определены скорости воздушного потока дефлектора, имеющего круглую форму. В центре и в верхней части дефлектора скорость воздушного потока была в пределах 14...16 м/с. В результате экспериментальных исследований определены производительность и потребная мощность на процессе измельчения люцерны и разнотравья при влажности 18,8 и 17%. При этом оптимальная производительность была в пределах 9...10 т/ч, а также была определена потребная мощность при подборе валков люцерны. Здесь сравнение теоретического значения потребной мощности с действительным значением показало, что при оптимальной производительности разница между этими значениями составила 2%. Это доказывает достоверность полученных аналитических выражений.

Проведены процессы подбора сена при различной частоте вращения подбирающего барабана. При этом при частоте вращения  $50 \text{ мин}^{-1}$  процесс подбора осуществляется плавно, валок поднимается без разрыва валков сена. Здесь теоретическое значение частоты вращения также равно  $50 \text{ мин}^{-1}$ .

После обозначения параметров подборщика-измельчителя был разработан опытный образец широкозахватного подборщика-измельчителя кормов. При этом он состоял из основного подборщика с шириной захвата 1,8 м и из прицепного подборщика с шириной 1,2 м, т.е. общая ширина захвата 3,0 м. Данный подборщик-измельчитель предназначен для подбора сена с прокоса. Результаты приемочных испытаний показали хорошие результаты.

На слайде приведены записи потребных мощностей с тензостанцией ZET 017-T8. Отклонение мощности от среднего значения – всего лишь 4 н.м., т.е. отклонение всего лишь 2,2%.

При подборе сена с прокоса максимальная производительность 7,26 т/ч, потребная мощность 17,2 кВт.

В результате приёмочных испытаний подборщик-измельчитель рекомендован к постановке на производство.

В результате грантового финансирования разработаны машины линии приготовления ВТМ из листовой части трав.

Далее обоснованы параметры процесса сушки сена на малогабаритном подстожном канале. Здесь оптимальные значения скорости воздуха – 13,7 м/с, толщина слоя 0,4 м. За 5 часов работы вентилятора влажность сена уменьшается с 30 до 18%.

При этом получено эмпирическое уравнение, при его дифференцировании получена скорость снижения влажности.

Далее проведены экспериментальные исследования процесса сепарирования листовой части трав. При этом оптимальные значения угла решета  $15^\circ$ , амплитуда колебания 30 мм и частота вращения начала решета  $305 \text{ мин}^{-1}$ .

*После определения оптимальных параметров сепаратора по полученным аналитическим выражениям определены скорости и ускорения решета сепаратора в горизонтальном и вертикальном направлениях.*

*Эти графики определяют направление силы инерции, действующей на стебли.*

*Если анализировать график, ускорение решета в горизонтальном направлении высокое, по первой четверти ускорение снижается и интенсивность снижения в конце четверти увеличивается, т.е. решето движется с торможением. Сила инерции направлена вниз по ходу движения решета.*

*Для того, чтобы выяснить куда направлена равнодействующая сила, определено среднее значение ускорения решета.*

*Подставляя значение параметра решета, получено значение ускорения решета, действующее на стебель. Это показывает, что равнодействующая сила направлена вниз.*

*Такой анализ показал, что равнодействующая сила во второй и третьей четвертях направлена по ходу движения сена, а в четвертой четверти действует в обратном направлении. Однако кратковременное действие силы не влияет на направление движения стеблей.*

*Специальным экспериментальным исследованием определена скорость движения частиц по решету. Из графика (слайд) видно, что в начале решета скорость движения массы имеет большое значение и в конце решета она стабилизируется. Определена средняя скорость движения массы и получено выражение для определения средней скорости движения массы по поверхности решета.*

*Для определения достоверности теоретических исследований проведены экспериментальные исследования по определению влияния толщины решета на качество измельченных частиц.*

*Например, частицы размером до 1,7 мм при решете толщиной 1,8 мм – 42,5%, а при толщине решета 4 мм – 25,1%. Это показывает, что при обосновании диаметра отверстий толщина решета оказывает существенное влияние на качество измельченных кормов. Поэтому на дробилке для измельчения сена в муку установлено решето с диаметром отверстий 6 мм и толщиной 4 мм.*

*Для обоснования параметров подбрасывающего пальцевого барабана проведены экспериментальные исследования по методу планирования эксперимента.*

*В результате определены оптимальная частота вращения подбрасывающего вала, которая равна  $70 \text{ мин}^{-1}$ , и количество рядов пальцев – 1.*

*Для повышения производительности сепаратора проведены опыты при различном диаметре отверстий решета.*

*При решете с диаметром отверстий 9 мм производительность сепаратора была более 450 кг/ч, а выход муки составил 58%.*

*Изготовлен опытный образец линии, проведены производственные испытания линии в крестьянских хозяйствах «Мухамедиев» и «Айдарбаев» Енбекшиказахского района Алматинской области.*

*При этом включение в состав линии питателя-дозатора обеспечивает непрерывную работу линии приготовления ВТМ.*

*В результате испытаний средняя производительность линии по общей массе 953 кг/ч, а по муке в пределах 400...500 кг/ч.*

*Содержание каротина в муке было в пределах 315...337 мг/кг. Государственный стандарт – 200 мг/кг для муки первого класса.*

*Специалисты института животноводства и кормопроизводства проводили опыты по кормлению телят приготовленной нами ВТМ из листовой части трав. В корм опытной группы телят было добавлено 400 г муки, и при этом было получено повышение привеса телят на 13,9%.*

*Специальные расчеты показали, что использование линии обосновано снижением удельных эксплуатационных затрат в 7,2 раза по сравнению с агрегатом АВМ-0,4, повышение качества муки по содержанию каротина в 1,6 раза, по сравнению с первоклассной мукой существующего государственного стандарта.*

*На 100 голов КРС на откормочных фермах линия окупается за 1 год, а на молочной ферме с поголовьем 100 дойных коров окупается за 8 месяцев».*

#### **ВОПРОСЫ К ДОКЛАДЧИКУ:**

**1. Омаров Р.А.:** – Почему вы сравниваете со старым агрегатом АВМ-0,4, а нет ли новых зарубежных агрегатов для приготовления витаминно-травяной муки?

**Ответ** – В настоящее время имеются агрегаты и линии для приготовления витаминно-травяной муки на основе высокотемпературной сушки, все процессы у них осуществляются как в агрегатах типа АВМ, в настоящее время эти агрегаты выпускаются в России, поэтому они были выбраны для сравнения с предлагаемой линией.

**2. Омаров Р.А.:** – Вы сказали: в камеру измельчения подборщика-измельчителя установили лопатки, расскажите пожалуйста влияние этих лопаток на воздушный поток?

**Ответ** – Установленные лопатки на роторе увеличивают скорость воздушного потока от 12 м/с до 15 м/с, что обеспечивает транспортировку измельченных частиц в кузов транспортного средства.

**3. Омаров Р.А.:** – Расскажите, пожалуйста, методику измерения потребной мощности на процессе измельчения, затрачиваемой подборщиком-измельчителем кормов?

**Ответ:** – Для определения потребной мощности подборщика-измельчителя был использован тензометрический кардан и для записи крутящего момента и частоты вращения карданного вала был использован осциллограф, а в экспериментальных исследованиях и в ходе приемочных испытаний была использована современная тензостанция ZET 017-T8.

**4. Алтыбаев А.Н.:** – Где тарифовочный график, необходимый для измерения момента?

**Ответ:** – Тарифовочный график имеется в журнале первичных результатов.

**5. Алтыбаев А.Н.:** – Сформулируйте, пожалуйста, проблемную ситуацию, научную новизну и научную проблему?

**Ответ:** – Если вкратце сказать, то приготовление ВТМ способом высокотемпературной сушки очень дорого, например, для приготовления 1 тонны муки используют 250 литров дизтоплива, поэтому при приготовлении комбикормов она не используется. Но для качественного кормления скота внесение в рецепт комбикорма ВТМ очень важно, особенно в зимний период. Поэтому возникает задача приготовления ВТМ с низкими экономическими затратами, но с высокими качественными показателями. Поэтому мы предлагаем новую технологию приготовления ВТМ из листовой части трав, что представляет технологическую новизну работы. Техническая новизна заключается в том, что впервые разработаны новый подбирающий механизм без беговой дорожки и сепаратор листовой части трав, а научная новизна работы заключается в теоретическом обосновании новых процессов подбора сена и сепарации листовой части трав из предварительно измельченного сена, а также процесса сушки провяленной травы на малогабаритном подстожном канале.

**6. Жортуылов О.Ж.:** – Измельчение сена давно известно, какова новизна вашей технологии?

**Ответ:** – По технологии заготовки измельченного сена мы предлагаем высушивать сено на прокосе до влажности 18...20%, затем произвести подбор, измельчение и погрузку измельченного сена в кузов транспортного средства разработанным нами широкозахватным подборщиком-измельчителем кормов. В этом заключается новизна технологии.

**7. Жортуылов О.Ж.:** – Почему вы считаете, что измельченное сено по предлагаемой технологии должно иметь хорошее качество по сравнению с рулонной технологией заготовки кормов?

**Ответ:** – При подборе сена с прокоса осуществляется быстрая уборка в течение трех дней. В данном случае потери листовой части трав составляют всего лишь 1,83%, а при заготовке сена по рулонной технологии происходят потери листовой части трав при операции сгребания в валки, прессовании в рулоны и рулоны остаются на поле. При этом в наружных слоях рулона происходят большие потери каротина и витаминов, поэтому считаем, что заготовленное измельченное сено имеет лучшие качественные показатели.

**8. Жортуылов О.Ж.:** – Многие считают, что для крупного рогатого скота нет необходимости измельчать грубый корм?

**Ответ:** – Необходимость измельчения грубых кормов доказана многими учеными и ими предложены оптимальные средние размеры измельченного сена для КРС 30...50.мм и для овец 20...30 мм. Кроме того, измельченные грубые корма лучше смешиваются с другими компонентами, например, можно добавлять комбикорм, при этом однородность смеси должна быть более 90%, т.е. при измельчении грубых кормов со средним размером 30...50 мм можно достигнуть требуемой однородности смеси.

**9. Голиков В.А.:** – Какова проблемная ситуация, и в работе какая научная проблема решена?

**Ответ:** – На эти вопросы я уже ответил. Здесь основная проблемная ситуация для нашей республики – заготовка зимних кормов для зимнего страхового запаса – осуществляется с большими потерями листовой части трав, например, при прессовании грубых кормов в рулоны потери листовой части

трав достигают 14% и это равноценно потерям общего урожая доя 29%, а также происходят потери листовой части трав в других операциях. При этом можно констатировать – мы осуществляем заготовку грубых кормов для зимнего страхового запаса не качественно, в приготовление ВТМ в настоящее время не осуществляется из-за высоких эксплуатационных расходов. Разработка и обоснование параметров новых технологий и технических средств является решением научной проблемы страны.

**10. Голиков В.А.:** – Какие преимущества технологии измельченного сена?

**Ответ:** – Основные преимущества предлагаемой технологии заготовки измельченного сена – это снижение количества операций в 2,0 раза и удельных эксплуатационных затрат в 2,5...3,0 раза, а также повышение качества заготовленных грубых кормов, за счет снижения потерь листовой части трав.

**11. Адильшеев А.С.:** – В чем новизна предлагаемой технологии?

**Ответ:** – Новизна технологии заготовки измельченного сена в том, что по этой технологии предлагается подбор сена с прокоса, а по технологии приготовления ВТМ исключена высокотемпературная сушка и приготовление ВТМ осуществляется из листовой части трав. Новизна технологии защищена патентами РК.

**12. Адильшеев А.С.:** – Каковы потери при подборе сена из валка?

**Ответ:** – При подборе сена из валка потери составляют 1,83%, что допустимо для кормоуборочных машин.

**13. Адильшеев А.С.:** – Вами предложено аналитическое выражение для определения производительности шнека. В чем новизна вашего выражения?

**Ответ:** – Да имеются аналитические выражения для определения производительности шнека, обеспечивающего транспортировку различных материалов в цилиндрической трубе. В наших аналитических выражениях предусмотрено изменение плотности массы в камере шнека в зависимости от значения массы, находящейся на одном погонном метре, и транспортировка массы осуществляется в желобе, имеющем угол схода 90°.

**Выступление рецензентов:**

**1. Омаров Р. А.,** д.т.н., заведующий лабораторией энергосбережения, автоматизации и возобновляемых источников энергии.

**Актуальность темы диссертации.**

Действительно, для повышения производства продукции животноводства необходимо произвести кормление скота качественными кормами. В составе рационов комбикормов для всех видов животных и птиц должна быть включена витаминно-травяная мука. Из-за высокой стоимости оборудования и существующих способов приготовления в настоящее время приготовление ВТМ почти прекращено. Исходя из этого, разработка новых способов и технических средств является решением актуальной проблемы сельского хозяйства.

**Научная новизна**

Разработаны новые технологии и технические средства для приготовления ВТМ из листовой части трав.

Получены аналитические выражения для определения среднего размера измельченных частиц, скорости и ускорения решета в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Теоретические зависимости для определения параметров подбирающего механизма и технических средств для приготовления ВТМ являются научной новизной диссертационной работы. Технологии и технические средства защищены патентами РК.

#### **Практическая и экономическая значимость**

Разработаны новые технологии и технические средства обеспечивают снижение удельных эксплуатационных затрат в 7,2 раза по сравнению с существующим высокотемпературным способом приготовления ВТМ.

Предложенный способ обеспечивает приготовление ВТМ из листовой части трав и это способствует повышению содержания каротина в муке в 1,6 раза по сравнению с существующим способом.

Разрабатываемые технические средства внедрены в крестьянских хозяйствах. разработанная линия имеет в 6...8 раз меньшую стоимость и высокую производительность. Все это обеспечивает практическую и экономическую значимость диссертационной работы.

#### **Замечания:**

- Описание структурных схем расширить.
- Расчеты по определению удельных эксплуатационных затрат заготовки измельченных кормов обеспечить современными ценами дизтоплива и зарплатами рабочих.

#### **Заключение:**

Рассматриваемая диссертация Абилжанова Данияра Токтаровича, на тему «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав» является завершенной квалификационной научной работой, выполненной на достаточном научном уровне и отвечающей требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Считаю, что диссертационная работа Абилжанова Данияра Токтаровича, соответствует паспорту специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Рекомендую данную работу представить в диссертационный совет.

#### **Ответ соискателя рецензенту:**

Уважаемый Рашит Абдыгаравович, я полностью согласен с вашими замечаниями, и они будут устранены в самое приемлемое время. Спасибо за ваш объективный отзыв.

#### **2. Алтыбаев А. Н., д.т.н.:**

##### **Актуальность темы диссертации.**

В настоящее время приготовление витаминно-травяной муки осуществляется с применением дизельного топлива с применением способа высокотемпературной сушки трав. При этом для приготовления 1 т травяной муки расходуется 160 кВт электроэнергии и 250 л дизельного топлива, поэтому ввиду высоких затрат данной технологии многие крестьянские хозяйства не имеют возможности приготовления ВТМ с применением дорогостоящих технических средств. Поэтому приготовление качественных комбикормов является проблемной задачей современного сельского хозяйства.

### **Научная новизна.**

Исследование, проведенное соискателем, имеет научную новизну в нескольких аспектах.

Обоснована математическая модель энергоемкости всех процессов подбора, подпрессовывания и подачи массы в измельчитель, связанных конструктивно-технологической схемой подборщика-измельчителя.

Обоснованы закономерности изменения параметров подбрасывающего барабана, обеспечивающего интенсификацию процесса сепарации листовой части при перемещении предварительно измельченного сена по решетку.

Предложены новые способы приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав, которые обеспечивают приготовление муки без применения высокотемпературной сушки.

Обоснованы оптимальные конструктивно-режимные и технологические параметры технических средств приготовления ВТМ из листовой части трав.

Как достоинство работы можно отметить, что в работе предложены новые технологии заготовки и приготовления кормов, а также технические средства для осуществления технологии. Новизна технологии и технических средств защищена патентами РК.

Все компоненты для докторской диссертации имеются. Предлагаю рекомендовать работу к защите.

### **Практическая и экономическая значимость.**

Практическая значимость работы заключается в следующем:

Предложена новая технология и технические средства для приготовления ВТМ из листовой части трав.

Получены новые аналитические выражения, определяющие основные параметры нового высоконадежного подбирающего механизма подборщика-измельчителя

Экономическая значимость работы заключается в том, что предложенные новые технологии приготовления ВТМ обеспечили разработку линии приготовления ВТМ со снижением стоимости в 9,27 раза и снижением удельных эксплуатационных затрат в 7,2 раза, и повышение качества муки в 1,6 раза по сравнению с агрегатами, работающими на основе высокотемпературной сушки.

### **Замечания:**

- Текст диссертации имеет ряд орфографических и стилистических упущений.

- Некоторые рисунки (схемы, фотографии, чертежи) следовало бы сделать более качественными для восприятия.

### **Заключение:**

Рассматриваемая диссертация Абилжанова Данияра Токтаровича, на тему «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав» является завершенной квалификационной научной работой, выполненной на достаточном научном уровне и отвечающей требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

С учетом изложенного, считаю, что диссертационная работа Абилжанова Данияра Токтаровича, соответствует паспорту специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. Рекомендую данную работу представить в диссертационный совет.

**Ответ соискателя рецензенту:**

Уважаемый Алшын Нарикович, я полностью согласен с вашими замечаниями, и они будут устранены в самое приемлемое время. Спасибо за ваш объективный отзыв.

**ВЫСТУПИЛИ:**

**Голиков В.А., д.т.н., профессор:** – Необходимость измельчения грубых кормов доказана многими учеными. Например, при кормлении овец не измельченными грубыми кормами потери достигают 25%. Действительно измельченные грубые корма лучше смешиваются с другими компонентами. Перспективность технологии приготовления ВТМ очевидна. Все материалы имеются для защиты докторской диссертации. Предлагаю диссертационную работу Абилжанова Д.Т. рекомендовать к защите.

**Жортуылов О., д.т.н., профессор:** – Как достоинство работы можно отметить, что в работе предложены новые технологии заготовки и приготовления кормов, а также технические средства для осуществления технологии. Новизна технологии и технических средств защищена патентами РК. В теоретических исследованиях рассмотрены новые процессы подбора сена новым подбирающим механизмом без беговой дорожки, сушки провяленной травы и сепарации листовой части трав из предварительно измельченного сена. Т.е. все компоненты для докторской диссертации имеются. Предлагаю рекомендовать работу к защите.

**Адилшеев А.С., д.т.н.:** – В ходе обсуждения видно, что диссертационная работа решает проблему заготовки грубых кормов и приготовления витаминно-травяной муки. Как было отмечено другими выступающими, все компоненты диссертации по специальности «05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства» имеются. Диссертант квалифицированно ответил на все заданные вопросы. Я тоже считаю, что диссертационную работу Абилжанова Д.Т. рекомендовать к защите.

После обсуждения и обмена мнениями участники расширенного заседания лаборатории «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки кормов» и «Механизация процессов в животноводстве» пришли к единогласному мнению принять следующее постановление.

1. Утвердить следующее заключение по диссертационной работе Абилжанова Данияра Токтаровича, на тему «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**лабораторий «Механизация процессов улучшения пастбищ и заготовки кормов» и «Механизации процессов в животноводстве» по диссертации Абилжанова Данияра Токтаровича, на тему «Технологии и технические средства заготовки измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства**

**Актуальность темы диссертации.** На молочных и откормочных фермах для повышения продуктивности животных необходимо производить качественные полнорационные кормосмеси. В свою очередь качество полнорационных кормосмесей зависит от качества заготовленного сена и приготовленных комбикормов.

В существующих технологиях заготовки прессованных грубых кормов потери самой ценной листовой части достигают 14% от общей убираемой массы сена. Если учесть, что в листовой части трав содержание витаминов и каротина в 10...12 раз больше по сравнению со стеблевой частью, то вышеуказанные потери составляют 30% от общей массы убираемого сена.

В настоящее время приготовление витаминно-травяной муки осуществляется с применением дизельного топлива на агрегатах типа АВМ, работающих с применением способа высокотемпературной сушки трав. При этом для приготовления 1т травяной муки расходуется 160 кВт электроэнергии и 250 л дизельного топлива, поэтому ввиду высоких затрат многие крестьянские хозяйства не имеют возможности приготовления витаминно-травяной муки с применением существующих технических средств. Поэтому приготовление качественных комбикормов является проблемной задачей современного сельского хозяйства.

Основной причиной заготовки грубых кормов и приготовления витаминно-травяной муки с низким качеством и высокими удельными эксплуатационными затратами является то, что они многооперационные и имеют операции, снижающие качество кормов. Следовательно, разработка новых ресурсосберегающих технологий заготовки грубых кормов и витаминно-травяной муки для приготовления качественных кормосмесей, а также технических средств с обоснованными параметрами для осуществления предложенных технологий является решением актуальной научной проблемы сельского хозяйства.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами**

- Национальный план развития Республики Казахстан до 2025 года.
- Национальный проект "Технологический рывок за счет цифровизации, науки и инноваций".
- Проект «Разработать импортозамещающие, энергосберегающие технологии и технические средства для заготовки, приготовления и раздачи кормов с учетом форм хозяйствования», 2001-2005 гг.

- Бюджетная программа 212 МСХ РК, проект «Разработка экспериментального образца универсального подборщика-измельчителя для заготовки грубых кормов в измельченном виде, силоса и для измельчения всех видов кормов и приготовления кормосмесей», 2012-2014 гг.

- Бюджетная программа 055 МОН РК, проект «Разработка технологии и линии приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав, обеспечивающей снижение эксплуатационных затрат», 2012-2014 гг.

- Бюджетная программа 217 МОН РК, проект «Разработка ресурсосберегающих технологий и опытного образца широкозахватного подборщика-измельчителя для заготовки измельченного сена и сенажа», 2015-2017 гг.

- Бюджетная программа 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований», Научно-техническая программа «Разработка интенсивных технологий по отраслям животноводства», проект «Разработка эффективных технологий в кормлении товарного мясного скота», задача «Разработка опытного образца линии приготовления витаминно-травяной муки для крупного рогатого скота, мясного направления продуктивности», 2018-2020 гг.

**Целью диссертационной работы** является снижение удельных эксплуатационных затрат процессов подготовки высококачественных кормов за счет разработки ресурсосберегающих технологий и технических средств заготовки измельченного сена, подбора провяленной травы и приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав.

**Для достижения поставленной цели решались следующие задачи исследования:**

- провести анализ технологии заготовки грубых кормов и приготовления витаминно-травяной муки на основе концепции технологии приготовления высоко-качественных кормов;

- обосновать технологию заготовки измельченного сена, обеспечивающую снижение удельных эксплуатационных затрат и повышение качества кормов за счет исключения операций, снижающих качество, из системы заготовки кормов;

- обосновать технологию приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав, обеспечивающую существенное снижение удельных эксплуатационных затрат и повышение качества приготовленной муки;

- обосновать конструктивно-технологическую схему и параметры подборщика-измельчителя, обеспечивающего заготовку измельченного сена для приготовления витаминно-травяной муки и кормосмесей для ферм по предложенным технологиям и выявить закономерности, определяющие влияние параметров рабочих органов на энергоемкость процессов подбора, подпрессовывания сена и транспортировки измельченных грубых кормов;

- обосновать конструктивно-технологические схемы машин линии приготовления витаминно-травяной муки, которая исключает из технологии высоко-температурную сушку и включает в нее процессы измельчения, сушки без применения высоких температур, сепарирования листовой части трав из предварительно измельченного сена;

- выявить возможность интенсификации процесса сушки трав за счет применения комбинированного способа сушки, т.е. основную влагу снять на прокосье в естественных условиях и сушка провяленной травы вентилированием без подогрева воздуха, и получить динамическую модель процесса сушки провяленной травы;

- обосновать технологию процесса сепарирования листовой части трав из предварительно измельченного сена на решетке, передняя часть которого получает вращательное движение, способствующее сегрегации измельченной стеблевой части сена и выявить основные закономерности движения массы в одном направлении;

- обосновать возможность интенсификации процесса измельчения грубых кормов в муку за счет обоснования закономерности изменения скорости движения частиц внутри отверстия решета, которая устанавливает связь с диаметром отверстий и толщиной решета;

- провести лабораторно-полевые исследовательские испытания и экспериментальные исследования по обоснованию оптимальных параметров технических средств заготовки измельченного сена и приготовления витаминно-травяной муки;

- разработать и изготовить опытные образцы универсального подборщика-измельчителя кормов и линии приготовления витаминно-травяной муки, а также провести производственные испытания технических средств;

- определить технико-экономическую эффективность предложенных технологий и технических средств.

**Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:**

1. Новая закономерность, определяющая скорость снижения каротина при сушке травы на прокосье, достоверность которой подтверждена результатами экспериментальных исследований.

2. Закономерности изменения равнодействующей силы, действующей на стебель при подъеме их постепенно уходящими под кольца-скаты пальцами, высоконадежного подбирающего механизма без беговой дорожки, роликов, кривошипов и подшипников, отличающегося от существующих тем, что в процессе подъема стебли получают вращательное и поступательное движения, которые характеризуют появление силы Кориолиса и трения.

3. Математическая модель общей энергоемкости всех процессов подбора, подпрессовывания и подачи массы в измельчитель, связанных конструктивно-технологической схемой подборщика-измельчителя, отличающегося от существующих подобных машин по совокупности выполняемых процессов.

4. Закономерность изменения скорости воздушного потока, создаваемого молотковым рабочим органом и специальными лопатками, установленными на роторе измельчителя, отличающимися от существующих тем, что у существующих машин процесс создания воздушного потока осуществлен специальными ускорителями потока.

5. Получена теоретическая закономерность изменения средней длины измельченных частиц в зависимости от шага расстановки молотков.

5. Новые аналитические зависимости, характеризующие процесс сепарации листовой части трав из предварительно измельченного сена безрешетным измельчителем, отличающимся от существующих тем, что процесс сепарации листовой части из предварительно измельченного сена, осуществленный на решете, передняя часть которого получает вращательное движение, рассматривается впервые.

6. Закономерность, характеризующая связь толщины решета с диаметром его отверстий, применение положения данной закономерности обеспечивает снижение энергоемкости процесса измельчения грубых кормов в муку и зерновых кормов.

7. Закономерности изменения параметров подбрасывающего барабана, обеспечивающего интенсификацию процесса сепарации листовой части при перемещении толстого слоя предварительно измельченного сена по решету.

8. Выдвигая концепцию объединения систем летней заготовки и зимнего приготовления грубых кормов в одну систему, предложена технология заготовки измельченного сена, исключая из существующих технологий операции, которые снижают качество заготовленных кормов, т.е. процессы прессования, выгрузки рулонов и тюков на поле и погрузки их в транспортные средства.

9. Предложены новые способы приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав, которые обеспечивают приготовление муки без применения высокотемпературной сушки.

10. Обоснованы оптимальные конструктивно-режимные и технологические параметры технических средств приготовления ВТМ из листовой части трав. На защиту выносятся все материалы диссертации, представляющие научную новизну. Новизна технических решений подтверждена четырьмя патентами на изобретение технических средств РК, а также двумя патентами на изобретение РК, полученными на способ приготовления ВТМ.

#### **Практическая значимость полученных результатов.**

Предложенная технология обеспечивает заготовку измельченного сена со сниженными эксплуатационными затратами в 2,5 раза и повышение качества кормов в 1,5 раза по сравнению с заготовкой кормов в прессованном виде.

Разработанный подбирающий механизм может быть использован в конструкции существующих кормоуборочных и зерноуборочных комбайнов. Новые закономерности процесса сепарации листовой части трав из предварительно измельченного сена, а также предложенные новые технологии приготовления ВТМ обеспечивали разработку линии приготовления ВТМ со снижением стоимости в 9,27 раза и удельных эксплуатационных затрат в 7,2 раза, а также повышение качества муки в 1,6 раза по сравнению с линиями и агрегатами, работающими на основе высокотемпературной сушки.

Широкозахватный подборщик-измельчитель кормов ПИК-3,0 был внедрен в крестьянском хозяйстве «Жанико» Илийского района, Алматинской области.

Подборщик-измельчитель кормов шириной захвата 1,2 м был внедрен в крестьянском хозяйстве «Алдабергенов» Илийского района, Алматинской области.

Линия приготовления витаминно-травяной муки из листовой части трав ЛВМ-0,4 была внедрена в крестьянском хозяйстве «Айдарбаев Б» Енбекшиказахского района Алматинской области и в крестьянском хозяйстве ИП «Каримов» Коксуского района, Алматинской области.

#### **Экономическая значимость полученных результатов.**

Разработанная линия по массе и стоимости в 6...7 раз меньше агрегатов, работающих способом высокотемпературной сушки травы. При использовании линии обеспечивается снижение удельных эксплуатационных затрат в 7,2 раза по сравнению с агрегатом АВМ-0,4, и повышение качества муки по содержанию каротина в 1,6 раз по сравнению с первоклассной ВТМ существующего государственного стандарта. Линия обеспечивает экономическую эффективность на молочных и откормочных фермах. На 100 голов КРС на откормочных фермах линия окупается за 1 год, а на молочной ферме с поголовьем 100 дойных коров она окупается за 8 месяцев.

#### **Достоверность результатов работы.**

Результаты работы, приведенные в диссертации, достоверны и основаны на тщательных теоретических и экспериментальных исследованиях. Для подтверждения достоверности этих результатов были использованы современные методы численного моделирования с применением вычислительной техники.

Общей методологической основой исследований являлись системный подход, методы теоретической механики, теории вероятностей, математической статистики и регрессионного анализа. Теоретические исследования выполнялись на основе законов теоретической механики и теории вероятностей. Экспериментальные исследования проводились на основе однофакторного и многофакторного экспериментов с использованием поверенных приборов. Для определения крутящего момента машин применялась тензостанция ZET017-T8, для определения качества кормов использован экспресс-анализатор IntaxХаст7500. Достоверность теоретических исследований подтверждается результатами экспериментальных исследований.

#### **Личный вклад соискателя.**

Автор диссертационного исследования следовал установленному порядку использования источников и осуществлял его под научным руководством, как это требуется. Теоретические исследования, их анализ и обобщение результатов были выполнены автором совместно с научным консультантом. Разработка конструктивного решения и проведение экспериментальных исследований были осуществлены самим автором.

Такое взаимодействие между автором и научным консультантом является типичной практикой в диссертационных исследованиях. Сотрудничество и взаимодействие с научным консультантом обеспечивает научную поддержку, экспертные советы и критическую оценку проводимой работы. Вместе автор и научный консультант совместно работали над теоретическими и практически-

ми аспектами исследования, чтобы обеспечить качество и достоверность результатов.

Таким образом, можно утверждать, что автор диссертационного исследования активно участвовал во всех этапах исследования, включая теоретическое обоснование, разработку конструктивного решения и проведение экспериментальных исследований.

#### **Апробация результатов диссертации.**

Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на международную научно-практическую конференцию «Система технологий и машин для инновационного развития АПК России», посв. 145-летию со дня рожд. основоположника земледельческой механики академика В. П. Горячкина (Москва, 2013); XVI международной конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии» (г.Улан-Батор, 2013); II международной научно-технической конференции «Сельскохозяйственные машины» (г. Варна, 2014); XVII международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии» (г. Новосибирск, 2014); III Международном научном конгрессе «Машины для сельского хозяйства» (г.Варна 2015); XVIII международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Белоруссии и Болгарии» (г. Новосибирск, 2015); научно-практической конференции, посвященной 85-летию КазНАУ «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК» (г.Алматы, 2015); Technology of making roughage and forage pick up-cutter //Материалы VI международной научной конференции «European Applied Sciences: challenges and solutions», Штутгарт, Германия (10-12 марта 2016 г.); 15 Международной конференции молодых ученых «BioPhys Spring 2016» (Прага, Чешская Республика, 5-6 мая 2016 г.); XVIII международной научной конференции молодых ученых (г. Нитра, Словацкая Республика,(15-16 июня 2016 г.); VI Международной конференции «Trends in Agricultural Engineering 2016» (г. Прага, Чешская Республика, 7-9 сентября 2016 г.); XVIII Международной конференции «Medzinárodná vedecká konferencia mladých» (Nitra, Slovakia, 2016); Международная научно-техническая конференция (Узбекистан, г.Гулбахор, 27.05.2022).

#### **Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.**

Основное содержание диссертации изложено в 55 работах, опубликованных в сборниках научных трудов, в различных республиканских и международных журналах, в материалах научно-практических конференций, в т.ч. 21 в изданиях, рекомендованных ВАК КР, и 3 статьи в рецензируемых научных изданиях базы Scopus. Новизна технических решений защищена 6 патентами на изобретение.

#### **Оценка внутреннего единства диссертации.**

Диссертационная работа Абижжанова Данияра Токтаровича соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и обладает внутренним единством научного исследования. Работа представляет собой полноценный объем исследования, включающий теоретические, методические, мето-

дологические и практические аспекты решения поставленной задачи. Весь труд представлен логически и последовательно, образуя единое целое.

Соискатель строго придерживается выбранной темы исследования, что подчеркивает фокусировку работы на конкретной проблеме. Весь материал, представленный в диссертации, является частью единого исследовательского процесса и служит цели и задачам исследования.

Таким образом, диссертационная работа Абилжанова Данияра Токтаровича соответствует требованиям, обладает внутренней логикой и последовательностью, а также является целостным и самостоятельным трудом.

#### **Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

Автореферат (рукопись) полностью соответствует содержанию представленной диссертационной работы. В автореферате (рукопись) представлены введение, основная часть, заключение, список опубликованных работ по теме диссертации, а также резюме на кыргызском, русском и английском языках.

Председатель поставил вопрос на голосование: «Прошу проголосовать». Голосование: «За» - 16; «Против» - нет; «Воздержавшиеся» - нет. Принято единогласно. Спасибо.

