АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТРАВЯНОЙ МУКИ

И.В. Семенов, Ю.А. Шапошников

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Аннотация: В рамках данной работы проанализированы общие принципы реализации процесса приготовления травяной витаминизированной муки. Объектом данного исследования является технологический процесс приготовления данного концентрированного сухого корма, в частности такие операции, как измельчение, сушка и помол растительного сырья. Предметом данного исследования является снижение затрат энергии на выполнение перечисленных операций. Регулярный спрос на данный продукт и недефицитность сырья, делает актуальной задачу по снижению общей себестоимости продукции путем снижения затрачиваемых мощностей. Цель проводимого исследования заключается в поиске способа снижения затрат энергии для приготовления травяной муки. Исследование проводилось путем анализа принципов работы существующей аппаратуры и перспективных разработок, выявлялись преимущества и недостатки технических решений, а также основные противоречия, препятствующие увеличению эффективности при изменении параметров работы. По итогам анализа сформулирована основная концепция развития технологического процесса, описаны противоречия, препятствующие ее реализации. Результаты работы применимы в дальнейших прикладных научно-исследовательских работах и опытно-конструкторских разработках по созданию аппаратуры для приготовления травяной муки и аналогичных сухих кормов, перевооружению и реорганизации данных производств. В результате проведенной работы выяснено, что только изменение принципа работы аппаратуры позволит добиться увеличения эффективности технологического процесса производства. Изменение режимов работы существующей аппаратуры не позволяет поднять эффективность процесса в целом, так как возрастает потребность в энергии у процессов, сопутствующих основному.

Ключевые слова: производство кормов, измельчение, помол, сушка, технология приготовления травяной муки, энергетическая эффективность; пневматический дезинтегратор; псевдоожиженный слой.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование технологий и технологического оборудования производства травяной муки является актуальным направлением отрасли кормопроизводства. Так как данный корм производится из недефицитного сырья и пользуется регулярным спросом, то выбор технологии изготовления и аппаратного оформления являются главными факторами рентабельности производства [1]. Существующая технология получения травяной муки предусматривает такие операции, как измельчение, помол и сушку растительного сырья – это основа производства данного полуфабриката. Дальнейшие операции – гранулирование (гранулы изображены на рис. 1) или брикетирование муки определяют лишь форму выпуска готового продукта. Снижение затрат энергии на переработку исходного сырья – главное направление развития производства травяной муки.

Рис. 1 – Внешний вид гранул травяной муки

Объектом данного исследования является технологический процесс приготовления травяной муки, в частности такие операции, как измельчение, сушка и помол растительного сырья. Предметом данного исследования является снижение затрат энергии на выполнение перечисленных операций.

Цель данного исследования заключается в поиске способа снижения затрат энергии для приготовления травяной муки.

В ходе исследования выполняется ряд задач:

- 1) Анализ существующих технологий приготовления травяной муки;
- 2) Поиск способов совершенствования существующих технологий;
- 3) Выявление и анализ противоречий, препятствующих снижению энергетических затрат на реализацию технологического процесса травяной муки;
- 4) Аналитическая разработка альтернативного способа реализации технологического процесса.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс приготовления травяной муки основывается на трех операциях – измельчении, сушке и помоле растительного сырья. Особенностью данного процесса является высокая скорость переработки исходного сырья, что требует от оборудования высокой производительности и, соответственно, мощности. Данные меры позволяют сохранить большую долю питательных веществ и

витаминов в продукте по отношению к исходному сырью [2].

Растительное сырье в виде скошенной травы подлежит измельчению. Данный процесс может быть произведен в мобильных агрегатах, которые устанавливаются на сельскохозяйственную технику (например, ротационно-барабанный режущий аппарат), либо в стационарных агрегатах на участке производства [3, 4]. Второй вариант является предпочтительным, так как уменьшается промежуток времени между операциями. В процессе фрагментирования увеличивается поверхность взаимодействия растительной массы с кислородом воздуха и упрощается процесс окисления сока на срезе, поэтому длительное межоперационное хранение снижает качество полуфабриката. Эффективность действия ножей зависит от качества заточки режущей кромки, угла между продольной осью стебля растения и направлением движения ножа. Основной является работа по разрезанию растительных волокон. Второстепенная работа заключается в изгибе, растяжении растительных волокон, раздавливанию ствола и отрезанных частиц. Присутствие данных эффектов снижают коэффициент полезного действия измельчителя. Кроме того, деформации ствола и его волокон вызывают выдавливание сока, который уносит питательные вещества, данные потери необратимы – выжатый сок не участвует в производстве муки. Поэтому при проектировании измельчителей необходимо прорабатывать способы снижения второстепенных работ, которые связаны с деформацией растительной массы и выдавливанием сока.

Существуют технологические процессы, предусматривающие механическое обезвоживание зеленых кормов: из измельченного сырья намеренно отжимается сок, а жом отправляется на сушку и помол. Затраты на сушку в таком случае снижаются. Однако, зеленый сок служит сырьем для производства других продуктов – зеленой протеиновой пасты для питания животных и птиц, а также коричневого сока, который используется в качестве удобрения. Травяная мука из жома уступает по содержанию питательных веществ муке из свежего сырья, но также хорошо усваивается, превосходя в этом отношении грубые корма [5, 6].

Наибольших затрат энергии при производстве травяной муки требует процесс сушки измельченного сырья. Сушка производится сухим горячим воздухом. Уравнение теплопроводности в общем виде можно представить в формуле (1):

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{\lambda}{\delta} (t_r - t_x), \quad (1)$$

где q – удельный тепловой поток Вт/м²; Q – тепловой поток, Вт; F – площадь поверхности теплообмена, м²; λ – коэффициент теплопроводности Вт/(м·К); t_r – температура горячей поверхности

слоя, К; t_x – температура холодной поверхности слоя, К; δ – толщина слоя, м.

Согласно уравнению (1), теплопроводность между растительной массой и агентом сушки зависит от двух компонентов: площади поверхности сырья и удельного теплового потока [7]. Первый компонент зависит от конструкции сушильного агрегата. Как правило, используются сушильные барабаны, в рабочее пространство которых поступает агент сушки, например – так устроен агрегат АВМ-1,5Р, предназначенный для сушки и помола травы [8]. Чем больше размеры барабана, тем по большей площади можно распределить слой растительной массы, сделав сам слой более тонким и доступным для агента сушки. Недостатками такого решения являются громоздкость сушильного агрегата и сложности, связанные с охватом и прогревом большого рабочего пространства агентом сушки – стенки барабана и воздух внутри него также являются потребителями тепла. Основное противоречие данного решения – уменьшая расходы энергии на сушку, поднимаем второстепенные расходы энергии.

Второй путь увеличения эффективности процесса сушки – увеличение удельного теплового потока. Один из способов увеличения данной производной величины – увеличение разницы температур сырья и агента сушки. Однако, данное решение является опасным для обрабатываемого сырья, так как возникает риск возгорания, кроме того, это путь увеличения расхода энергии на сушку. Аналогичным решением является уменьшение разницы температур агента на входе и на выходе, что требует увеличения массового расхода агента и количества тепла для его нагревания. Общее противоречие для данных решений – увеличение эффективности увеличивает затраты энергии в целом. Возрастание величины удельного теплового потока происходит также с уменьшением толщины преграды между слоем сырья и тепловым агентом [7]. В качестве преграды в данном случае выступает то же самое сырье, лежащее в несколько слоев в рабочем пространстве сушильного агрегата. Процесс сушки будет происходить эффективнее, если растительная масса распределяется тонким слоем по рабочей поверхности сушилки, однако – это приводит уже к ранее описанному негативному эффекту, связанному с увеличением габаритов оборудования.

Наличие существенных противоречий на пути совершенствования технологии производства травяной муки говорит о том, что ряд вышеописанных решений является компромиссным, так как технологические операции не претерпевают принципиальных изменений. Параметры существующих технологических процессов уже существенно проработаны на практике. Одним из способов теоретического поиска первопричин противоречий является алгоритм решения

изобретательских задач. Согласно данному алгоритму, можно представить себе такое идеальное техническое решение, при котором расход энергии на измельчение, сушку и помол сырья снижался, а габариты оборудования, расход агента сушки и его температура не увеличивались [9].

Одним из путей приближения к наилучшему результату при проведении процесса сушки, является способ сушки материала во взвешенном состоянии или псевдооживленном слое. Под таким состоянием следует понимать состояние покоя частиц при равенстве сил тяжести материала и сил воздействия потока агента сушки, либо же при движении частиц сырья в потоке по конечному маршруту или замкнутому контуру. Примером устройства, реализующего данный принцип, является изобретение инженера Д.И. Закирова – аэродинамическая сушилка комбинированного типа (АСКТ) (рис. 2). При реализации данного принципа частица взаимодействует с потоком горячего воздуха всей площадью поверхности. Взвешенное состояние позволяет избежать скопления частиц сырья в несколько слоев внутри агрегата, что улучшает доступ агента сушки к сырью [10], [11]. Недостатком такого способа является требование к схожести массы и аэродинамических свойств частиц сырья. Так, слишком маленькие частицы высохнут раньше и будут подвержены перегреву, а слишком большие не смогут быть подняты потоком воздуха и не смогут высохнуть до необходимого уровня влажности. Противоречие данного решения – увеличение производительности подвергает риску качество. Путем устранения противоречия является предварительное разделение частиц сырья по фракциям, а также удаление уже высушенных частиц из рабочей зоны [12].

Рис. 2 – Трехмерная модель аэродинамической сушилки комбинированного типа

Кроме прямых путей увеличения эффективности использования энергии при производстве травяной муки, необходимо обращать внимание и на косвенные – за счет высокой скорости процесса удастся сохранить максимальное количество питательных веществ в продукте. Потери питательных веществ происходят во время операций и при межоперационном хранении либо транспортировании, например – потеря сока измельченного сырья с течением времени. Целесообразно сокращать межоперационное хранение полуфабриката, оптимальным результатом было бы совмещение всех технологических операций единовременно.

Возможно объединение между собой операций измельчения и сушки, сушки и помола. В таком случае через рабочее пространство измельчителя и дезинтегратора будет осуществляться подача агента сушки. Частицы сырья будут находиться в подвижном состоянии, что будет способствовать проходу горячего воздуха сквозь массу. Однако, само по себе, наличие режущих инструментов создает перекрытие на пути агента сушки, так как при обтекании препятствий поток может пройти мимо частицы сырья. Движение режущих частей измельчителя либо пальцев дезинтегратора возмущает поток воздуха, заставляя его уходить с заданной траектории, что также может препятствовать равномерной просушке различных частей массы сырья.

Объединить между собой операции измельчения и помола сложно, ввиду того, что они рассчитаны на различный формат сырья. Их объединение потребует высокой точности и жесткости выполнения рабочих частей инструмента, выдержки гарантированных зазоров между подвижными элементами на высокой скорости. Кроме того, это такая комбинация оборудования – еще большая помеха для движения агента сушки.

В данной ситуации, оптимальным техническим решением было бы отсутствие каких-либо режущих и подвижных частей в рабочем пространстве агрегата. Дезинтеграция сырья в таком случае должна производиться потоком сжатого воздуха, который бы одновременно был агентом сушки. Однако, такое решение возвращает нас к проблеме разброса размеров частиц – слишком большие частицы не успевают подвергнуться измельчению и высохнуть к тому моменту, как мелкие частицы уже подвергнутся перегреву. В таком случае, необходимое решение заключается в том, чтобы поток воздуха не только дезинтегрировал и высушивал массу сырья, но и удалял уже измельченные легкие сухие частицы из рабочей камеры агрегата в сервисную емкость остужения. Таким образом, необходимым техническим решением является пневматический дезинтегратор с функцией отбора высушенных

частиц. Недостатком такого решения является потребность в высоком давлении воздуха и сопловых блоках, необходимых для направления и фокусировки воздушного потока. Как показывает практика резки гидроабразивным инструментом, струя способна оказывать эффективное механическое воздействие (резку и разрушение слоев материала) на дистанции в несколько миллиметров. Поэтому возможности дезинтеграции при помощи агента сушки ограничивают рабочий объем комбинированного агрегата и, соответственно, пропускную способность и производительность. Противоречие данного решения – увеличение эффективности снижает производительность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования выяснено, что технические решения, направленные только на изменение количественных характеристик существующей аппаратуры (например – увеличение температуры агента сушки, увеличение количества режущих органов в измельчителе), не позволяют добиться увеличения энергетической эффективности оборудования в целом, либо имеют последствия, пагубно сказывающиеся на качестве продукта и безопасности работы. В перечисленных технических решениях выявлены противоречия, которые делают выбор в их пользу компромиссным. В связи с этим было принято решение перейти от количественного (изменение лишь технических характеристик) к качественному подходу в поиске и анализе технических решений.

Ярким примером существующего технического решения, в котором используется качественно новый принцип работы, является аэродинамическая сушилка комбинированного типа, производящая сушку измельченного сырья в псевдооживленном слое агента сушки. По аналогии с ним качественным решением является сушка частиц сырья во взвешенном состоянии, либо при движении по замкнутому контуру [11], [12]. Однако, такие решения также повлекли за собой ряд противоречий, что потребовало разработки альтернативной технологии, направленной на решение первопричин возникших противоречий.

Так, в результате исследования выяснено, что техническим решением, позволяющим повысить энергетическую эффективность производства травяной муки будет пневматический дезинтегратор. Данное техническое решение качественно отличается от остальных тем, что совмещает операции измельчения, сушки и помола сырья. Такое устройство должно позволить производить сушку частиц сырья во взвешенном состоянии. При этом, такой дезинтегратор должен предохранять легкие частицы от перегрева, удаляя их потоком воздуха из рабочей зоны, а также не допускать накопление

недосушенных тяжелых частиц, фрагментируя их на более мелкие. Такие меры позволяют добиться равномерной просушки сырья, а разброс размера частиц будет незначительным, так как частицы определенного размера и массы удаляются из рабочей зоны вместе с отработанным агентом сушки. Недостатком такого дезинтегратора является малый размер рабочей камеры.

Несмотря на выявленные недостатки, такие меры, как совмещение операций, снижение числа аппаратов и межоперационного времени являются перспективными направлениями развития технологического процесса приготовления травяной муки. Аппаратурного способа реализации такого процесса пока не обнаружено, однако аналитически была разработана концепция такого решения и выявлены основные противоречия, которые могут быть заложены в алгоритм решения изобретательских задач. Поэтому дальнейший поиск аналитических решений и выработка концепций в данном направлении совершенствования технологического процесса приготовления данного корма является целесообразным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Леута, И. А. Производство витаминно-травяной муки – востребованный высокодоходный бизнес / И. А. Леута // Экономика и управление в современных условиях: материалы международной (заочной) научно-практической конференции, Красноярск, 04 декабря 2015 года / Главный редактор Забуга В.Ф. – Красноярск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский институт бизнеса, управления и психологии", 2015. – С. 130-132.
2. Сыроватка, В. И. Тепловой баланс агрегата для производства травяной муки / В. И. Сыроватка // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 6. – С. 52-54.
3. Авторское свидетельство № 1706694 А1 СССР, МПК В02С 13/04, А01F 29/02. Измельчитель кормов: № 4824654 : заявл. 04.04.1990 : опубл. 23.01.1992 / А. И. Милентьев, В. С. Мовчан, Г. А. Торговцев; заявитель ЗАПОРЖСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО СОЗДАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ МАШИН ПО ПОДГОТОВКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ.
4. Патент № 2347617 С1 Российская Федерация, МПК В02С 18/06. Измельчитель : № 2007128372/03 : заявл. 23.07.2007 : опубл. 27.02.2009 / А. П. Блажко.
5. Чаплыгина И.А., Матюшев В.В. Технология и оборудование получения белково-витаминного коагулята из зеленого сока люцерны // Вестник КрасГАУ. 2019. №11 (152). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-i-oborudovanie-polucheniya-belkovo-vitaminogo-koagulyata-iz-zelenogo-soka-lyutserny> (дата обращения: 18.12.2021).
6. Шуранов Василий Васильевич, Матюшев В.В., Чаплыгина И.А. Использование продуктов переработки зеленого сока при производстве экструдированных кормов // Эпоха науки. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-produktov-pererabotki-zelenogo-soka-pri-proizvodstve-ekstrudirovannyh-kormov> (дата обращения: 18.12.2021).
7. Кузнецов, В. А. Численное моделирование конвективной теплоотдачи турбулентного потока газов / В. А. Кузнецов // Теоретические основы химической технологии. – 2017. – Т. 51. – № 6. – С. 720-726. – DOI 10.7868/S0040357117060094.
8. Сушильный комплекс АВМ 1,5 – агрегат витаминной муки [Электронный ресурс] // Фермерское хозяйство «ВЕРЕС». – 2021. –

Режим доступа: <http://www.zernosushilka.by/pages/oborudovanie/avm-15.php>

9. Гин А.А. Теория решения изобретательских задач. Учебное пособие I уровня: учебно-методическое пособие / А.А. Гин, А.В. Кудрявцев, В.Ю. Бубенцов, А. Серединский. – 3-е изд. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 64 с.

10. К вопросу восстановления производства травяной муки / Г. А. Погосян, А. С. Абрамян, Н. П. Сударев [и др.] // Повышение конкурентоспособности племенного животноводства и кормопроизводства в современной России : Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, Тверь, 14–16 февраля 2017 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2017. – С. 3-5.

11. Патент № 2577670 С2 Российская Федерация, МПК F26B 20/00. Аэродинамическая сушилка комбинированного типа (АСКТ); № 2014124854/06: заявл. 18.06.2016; опубл. 27.12.2015 / Д.И. Закиров, О.В. Закирова; заявитель: Общество с ограниченной ответственностью "Агро Профиль Плюс" (ООО "Агро Профиль Плюс")

12. Патент № 2622215 С1 Российская Федерация, МПК F26B 3/10. Способ производства высоковитаминной травяной муки : № 2016119474 : заявл. 19.05.2016 : опубл. 13.06.2017 / В. И. Сыроватка, А. Д. Обухов, Н. В. Жданова, Т. С. Комарчук; заявитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства, ФГБНУ ВНИИМЖ.

Семенов Илья Владимирович – аспирант, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, тел. (3854)301992, 89237917254, e-mail: ilyasemenov9715@mail.ru

Шапошников Юрий Андреевич – д.т.н., профессор, кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, тел. 89059870721, e-mail: u_shaposhnikov@mail.ru

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR PREPARING HERBAL FLOUR

I.V. Semenov, Y.A. Shaposhnikov
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

Abstract – This work is aimed at analyzing the general principles of the implementation of the process of preparing herbal vitaminized flour. The object of this study is the technological process of preparing this concentrated dry feed, in particular, such operations as grinding, drying and milling plant materials. The subject of this study is the reduction of energy consumption for the performance of the listed operations. The demand for this product and the abundance of raw materials makes the task of reducing the cost of production and energy costs actual. The aim of this research is to find a way to reduce energy costs for making herbal flour. The study was carried out by analyzing the principles of operation of the existing equipment and promising developments; the advantages and disadvantages of technical solutions, as well as the main contradictions that hinder the increase in efficiency when changing the operating parameters, were revealed. Based on the analysis results, the main concept of the technological process development was formulated, the contradictions that hinder its implementation were described. The results of the work are applicable in further applied research and development work on the creation of equipment for the preparation of grass meal and similar dry fodder, re-equipment and reorganization of these industries. As a result of the work carried out, it was found that only a change in the principle of operation of the equipment will increase the efficiency of the production process. Changing the operating modes of the existing equipment does not allow to increase the efficiency of the process as a whole, since the demand for energy in the processes accompanying the main one increases.

Index terms: production of feed, grinding, milling, drying, herbal flour preparation technology, energy efficiency; pneumatic disintegrator; fluidized bed.

REFERENCES

1. Leuta, I.A. Production of vitamin-herbal flour is a highly profitable business in demand / I.A. Leuta // Economics and management in modern conditions: materials of the international (correspondence) scientific and practical conference, Krasnoyarsk, December 04, 2015 / Editor-in-chief Zabuga V.F. – Krasnoyarsk: Non-state educational institution of higher professional education "Siberian Institute of Business, Management and Psychology", 2015. – S. 130-132.
2. Syrovatka, V.I. Thermal balance of the unit for the production of grass flour / V. I. Syrovatka // Russian agricultural science. – 2016. – No. 6. – S. 52-54.
3. Copyright certificate No. 1706694 A1 of the USSR, IPC B02C 13/04, A01F 29/02. Forage grinder: No. 4824654: app. 04/04/1990: publ. 01/23/1992 / A. I. Milent'ev, V. S. Movchan, G. A. Torgovtsev; applicant ZAPOROZHKA RESEARCH AND PRODUCTION ASSOCIATION FOR CREATION AND MANUFACTURE OF MACHINES FOR PREPARATION OF ORGANIC FERTILIZERS.
4. Patent No. 2347617 C1 Russian Federation, IPC B02C 18/06. Chopper: No. 2007128372/03: Appl. 07/23/2007: publ. 02/27/2009 / A.P. Blazhko.
5. Chaplygina I.A., Matyushev V.V. Technology and equipment for obtaining protein-vitamin coagulum from green juice of alfalfa // Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 11 (152). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-i-oborudovanie-polucheniya-belkovo-vitaminogo-koagulyata-iz-zelenogo-soka-lyutserny> (date of access: 12/18/2021).
6. Shuranov Vasily Vasilievich, Matyushev V.V., Chaplygina I.A. The use of green juice processing products in the production of extruded feed // Epoch of science. 2015. No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-produktov-pererabotki-zelenogo-soka-pri-proizvodstve-ekstrudirovannyh-kormov> (date accessed: 18.12.2021).
7. Kuznetsov, V.A. Numerical modeling of convective heat transfer of a turbulent gas flow / V.A. Kuznetsov // Theoretical foundations of chemical technology. - 2017. - T. 51. - No. 6. - S. 720-726. - DOI 10.7868 / S0040357117060094.
8. Drying complex AVM 1.5 - aggregate of vitamin flour [Electronic resource] // Farm "VERES". - 2021. - Access mode: <http://www.zernosushilka.by/pages/oborudovanie/avm-15.php>
9. Gin A.A. The theory of inventive problem solving. Textbook of the I level: teaching aid / A.A. Gin, A.V. Kudryavtsev, V.Yu. Bubentsov, A. Seredinsky. – 3rd ed. – Tomsk: Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2017. – 64 p.
10. On the issue of restoring the production of grass flour / G. A. Pogosyan, A. S. Abramyan, N. P. Sudarev [and others] // Increasing the competitiveness of livestock breeding and forage production in modern Russia: Collection of materials of the VIII international scientific-practical conference, Tver, 14-16 February 2017. – Tver: Publishing house of the Tver State Agricultural Academy, 2017. – S. 3-5.
11. Patent No. 2577670 C2 Russian Federation, IPC F26B 20/00. Combined type aerodynamic dryer; No. 2014124854/06: Appl. 06/18/2016; publ. 12/27/2015 / D.I. Zakirov, O.V. Zakirova; applicant: Limited Liability Company "Agro Profile Plus" (LLC "Agro Profile Plus").
12. Patent No. 2622215 C1 Russian Federation, IPC F26B 3/10. Method for the production of high-vitamin herbal flour: No. 2016119474: app. 05/19/2016: publ. 06/13/2017 / V. I. Syrovatka, A. D. Obukhov, N. V. Zhdanova, T. S. Komarchuk; applicant Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization, FGBNU VNIIMZH.

Semenov Ilya Vladimirovich – postgraduate, Polzunov Altai State Technical University, (3854)301992, 89237917254, e-mail: ilyasemenov9715@mail.ru

Shaposhnikov Yuri Andreevich – Doctor of Technical Science, Professor, Department of "Automobiles and Automotive Industry", Polzunov Altai State Technical University, 89059870721, e-mail: u_shaposhnikov@mail.ru