

№ 3 (19) - 2023

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ

ВЕСТНИК:

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК



ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК

Редакционный совет:

Главный научный редактор: к.т.н., доцент, Новопашин Леонид Алексеевич
Заместитель главного научного редактора: к.э.н., доцент, Юсупов Мамед Лечиевич
Ведущий научный редактор: к.т.н., Садов Артем Александрович

Редколлегия:

- д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ -Зорин В.А. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск);
- д.т.н., доцент - Баженов Е.Е. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург)
- д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор – Кольга А.Д. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., профессор – Набоков В.И. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Рушицкая О.А. (г. Екатеринбург).
- д.э.н., доцент – Чупина И.П. главный научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством (г. Екатеринбург).

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

Телефоны:

Гл. редактор 8-922-222-7095;
Зам. гл. редактора 8-912-600-95-55;
Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31;
E-mail для материалов: artemsadov@ya.ru (с пометкой статья в журнал МНТВ)

К сведению авторов

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).
2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:
 - Рубрика;
 - УДК;
 - Код ВАК
 - заголовок статьи (на русском языке);
 - Ф. И. О.(на русском языке);
 - Место работы (на русском языке);
 - *E-mail;
 - расширенная аннотация — 150–250 слов (на русском языке);
 - ключевые слова (на русском языке);
 - заголовок статьи (на английском языке);
 - Ф. И. О. (на английском языке);
 - Место работы (на английском языке);
 - *E-mail;
 - расширенная аннотация — 150–250 слов (на английском языке);
 - ключевые слова (на английском языке);
 - собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Введение», «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы и рекомендации»);
 - список литературы, использованных источников (на русском языке);
 - список литературы, использованных источников (на английском языке).
3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации вставляются в текст публикации.
4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.
5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.
6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.
7. Авторы представляют статью в электронном виде — 1 экземпляр, Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;

Содержание

Процессы и машины агроинженерных систем

1. **Л.К. Кибирев, Ю.В. Панков, М.Л. Юсупов** Кинетика удаления влаги из зерна при вакуумной сушке гороха4
2. **С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова** Инкапсуляция биопептида для обеспечения стабильности под действием пептидаз10
3. **С.Д. Шепелёв, В.В. Плис** Определение потребного количества опрыскивателей в зависимости от времени их заправки рабочим раствором15
4. **К.М.Потетня** Определение рациональной конструкции рабочего органа культиватора кпс-4, на почвах среднего урала20
5. **Е.А. Кузнецова** Разработка мембранной установки для концентрирования ягодного сока.....29
6. **А.П. Татарчук, А.С. Гусев** Сравнительная эффективность использования аэрофотосъемки при создании опорных точек на открытой местности34

Транспорт

7. **Г.А. Иовлев, И.И. Голдина** Технико-экономический анализ тракторов различной мощности двигателя.....39

Экономика АПК

8. **М. А. Хомякова** Экономические перспективы выращивания мискантуса в российской федерации.....48

КИНЕТИКА УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ ЗЕРНА ПРИ ВАКУУМНОЙ СУШКЕ ГОРОХА

Л.К. Кибирев^{1*}, Ю.В. Панков¹, М.Л. Юсупов¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

***E-mail: leonid.kibirev@bk.ru**

Аннотация: в ходе исследования вакуумных процессов сушки были изучены формы связи влаги в зерне и эффекты вакуума на сушку гороха. Традиционное тепловое высушивание зерновых культур требует больших энергозатрат, так как это приводит к нагреванию зерна и диффузионному испарению влаги из сердцевины зерна в атмосферу. Использование вакуума в процессе сушки зерна в агрегате позволяет более эффективно удалить избыточную влагу. Скорость перемещения воды к поверхности и ее отделение от зерна ускоряет процедуру сушки, что снижает энергозатраты.

Методы вакуумной сушки биологических продуктов широко применяются в пищевой промышленности. Одной из особенностей сушки гороха является то, что зерна в объеме зерновой массы равномерно распределены по степени зрелости и содержанию влаги. Качественная сушка свежих зерен гороха ускоряет процесс созревания.

Ключевые слова: кинетика, сушка гороха, вакуумная среда, диффузия, параметры сушки.

KINETICS OF PEA DRYING DURING VACUUM DRYING WITH JUSTIFICATION OF THE OPERATING MODE

L.K. Kibirev^{1*}, Yu.V. Pankov¹, M.L. Yusupov¹

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

***E-mail: leonid.kibirev@bk.ru**

Abstract: during the study of vacuum drying processes, the forms of moisture bonding in grain and the effects of vacuum on drying peas were studied. Traditional thermal drying of grain crops requires high energy consumption, as this leads to heating of the grain and diffusive evaporation of moisture from the grain core into the atmosphere. The use of vacuum in the process of drying grain in the unit allows you to more effectively remove excess moisture. The speed of water movement to the surface and its separation from the grain accelerates the drying procedure, which reduces energy consumption.

Methods of vacuum drying of biological products are widely used in the food industry. One of the features of drying peas is that the grains in the volume of the grain mass are evenly distributed according to the degree of maturity and moisture content. High-quality drying of fresh pea grains accelerates the ripening process.

Keywords: kinetics, drying of peas, vacuum medium, diffusion, drying parameters.

Введение (Introduction).

Снижение содержания влаги в зерне путем тепловой сушки уменьшает активность микроорганизмов, которые могут быть вредны для продукта. В некоторых случаях термическое обеззараживание используется в качестве процесса консервации, хотя потенциал порчи зерна гороха не всегда может быть полностью устранен. Процесс сушки гороха снижает жизнеспособность зерна, но при правильных условиях окружающей среды зерно будет продолжать дышать.

Сушка зерновой массы является важной частью сложного технологического процесса от сбора урожая до хранения зерна гороха. Содержание влаги в зерне после уборки урожая обычно составляет от 35% до 20,5%, в зависимости от погодных условий на момент сбора урожая. Для длительного хранения зерновой массы и получения качественной переработанной продукции следует создать зерна с влажностью 15% после сушки как необходимые условия хранения. После сбора урожая зерна гороха пропускают через аппаратное оборудование сушки зерновой массы. Снижение содержания влаги придает зерну благоприятные свойства хранения и играет важную роль при дальнейшем хранении и переработки. Удаление влаги из зерна гороха путем конвекции горячего воздуха требует большого количества тепловой энергии. Поэтому, в зависимости от условий окружающей среды, большие зерновые системы необходимо долго нагревать для удаления большого количества влаги из сложной структуры составных компонентов зерен гороха (рис. 1).

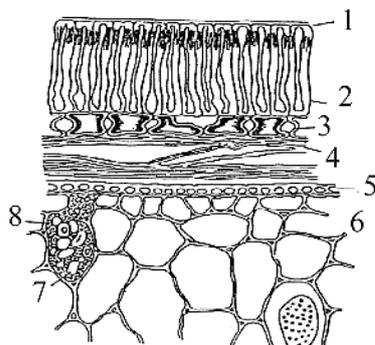


Рисунок 1. Поперечный разрез семени гороха:

1 – кутикула; 2 – палисадные клетки; 3,4 – слои семенной оболочки; 5,6 – ткань семядоли; 7 – зерна крахмала; 8 – алейроновые зерна

Основным содержимым ядра гороха является эндосперм или белок семени, который заполнен крахмальными зёрнами и клейковиной (особенно в небольшом количестве внутри) в клетках, и зародыш в основании. Зародыш и эндосперм имеют семенник, что состоит из двух слоев: пигментированного слоя около эндосперма и экзокарпа. За этими двумя слоями семенника находится околоплодник, состоящий из трех слоев, образованных стенкой завязи: эндокарпа, эпикарпа и экзокарпа. Эндосперм, прилегающий к семенной оболочке, состоит из толстостенных клеток и заполнен клейковиной - микроскопической массой, не содержащей крахмала, но содержащей азот. Клейковина также содержится в клетках эндосперма зерна. Имеется алейроновый слой, который легко поглощает воду из окружающей среды и

действует как переносчик воды для зародышей, которым нужна вода для прорастания [2]. Нагрев зерна путем конвекции потока горячего воздуха неэффективен.

Сушка зерна на самом деле является процессом сохранения продукта. Когда уровень жидкости в зерне падает, жизненная энергия, в данном случае гороха, после обработки уменьшается, но он продолжает дышать. Длительное хранение после обработки возможно только при условии вентиляции зернохранилища и соблюдения требуемого содержания влаги и оптимальной температуры. При подготовке пригодного зерна к хранению, из начального состояния 10%-15% влаги удаляется из внутреннего объема, что играет важную роль в подготовке товарного состояния и хранения зерновой массы. Это позволяет обеспечить физические и биологические параметры, обеспечивающие длительную сохранность зерна. Удаление воды снижает активность микроорганизмов [4-8].

Методология и методы исследования (Methods).

Целью исследования является:

- изучение влияния условия вакуума, окружающей среды зерновой массы, на удаление влаги из объема зерна;
- изучение количественного изменения веса зерен за счет удаления влаги вакуумом во времени;
- определение количественного удаления влаги из зерна в интервалах, фиксированных во времени.

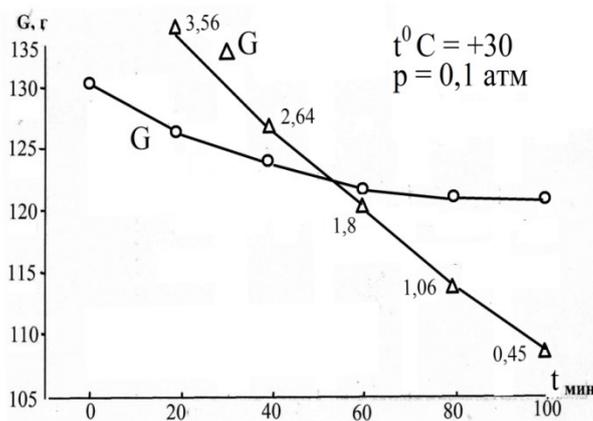
Основные задачи исследования включают:

Изучение процесса сушки зерен гороха в вакууме с определенным вакуумным давлением на скорость сушки зерна. Получение зависимости, циклового изменения веса зерновой массы гороха, при интервале выдержки 20 мин в вакууме 0,1 МПа., в течении пяти циклов.

Анализ полученной зависимости изменения веса навески при выдержке в вакууме в течении пяти циклов сушки (100 мин.). Получение последовательности процесса удаления влаги из объема зерна - начальная стадия сушки, участок ускоренной сушки и участок замедленной сушки.

Анализ процессов, происходящих в период циклового воздействия вакуума на состояние зерновой массы гороха. Оценка скорости удаления влаги из объема зерна

Экспериментальная установка (Рис. 2а), для проведения исследования, имеет вакуумный насос и объемный сосуд цилиндрической формы емкостью 5 литров. Внутренняя полость сосуда является зоной расположения объема зерновой массы гороха, подготовленного для эксперимента. Сосуд имеет прозрачную крышку, плотно прилегающую под действием вакуума. Вакуумный насос и сосуд с вакуумом соединены шлангом из вакуумной резины посредством штуцера и вакуумного одноходового крана. Для измерения внутреннего вакуума сосуд имеет штуцер с установкой манометра через вакуумный кран. При соединении с атмосферой используется шаровой кран манометра. Изменение веса зерновой массы гороха в режиме вакуума фиксировалось электронными весами (с точностью 0,05) взвешиванием навески на открытом воздухе после каждой цикловой выдержке. Экспериментальная установка объемно-вакуумной сушки зерна позволяет исследовать кинетику влагоудаления из зерен гороха.



а

б

Рисунок 2. Эксперимент вакуумной сушки гороха:
а-фото экспериментальной установки; б-процесс циклической вакуумной сушки гороха.

Таблица 1 - Изменение массы гороха при периодически фиксированном повторении эксперимента

t – время, мин;	0	20	40	60	80	100
G- масса гороха;	130,56	127	124,36	122,56	121,5	121,05
ΔG – изменение веса	0	3,56	2,64	1,8	1,06	0,45
$\Delta G/\Delta t$ - скорость изменения веса. г/с	-	$2,96 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$3,75 \cdot 10^{-4}$

Результаты и обсуждение (Results).

Процесс удаления влаги из объема зерна может быть оптимизирован путем применения вакуума в сушильном оборудовании периодического действия.

Целью эксперимента было изучение процесса удаления влаги из зерновой массы гороха воздействием вакуума. Своевременная и правильная сушка зерна без сильного теплового воздействия не только улучшает качество зерна при хранении, но и повышает его пищевую и семенную ценность. Вакуумная технология сушки биологических продуктов имеет важное стратегическое значение в сохранении свойств белка и крахмала, как структурных компонентов зерна. Сушка гороха снижает его жизнеспособность, но при правильно созданных условиях хранения зерна в окружающей среде воздуха зерно будет продолжать дышать, т.е. должны сохраняться все обменные процессы.

Экспериментально определено – при воздействии вакуума зерновая масса теряет влагу активно при температуре воздуха работы вокруг экспериментальной установки $+30^{\circ}\text{C}$. и вакуума 0,1 МПа. Учитывая снижение вязкости воды при ее нагревании, параметры вакуумного воздействия соответствуют быстрому испарению влаги как в процессе кипения влаги в объеме зерна.

Скорость удаления влаги $\Delta G/\Delta t$ в процессе вакуумной сушки заметно снижается в каждом интервале циклической выдержки при заданных условиях эксперимента.

Выводы (Results).

Результаты показали, что большая часть свободной воды в высушенном образце исчезает в течение первых 10 минут при давлении 0,1 МПа. После чего происходит устранение, адсорбированной в капиллярах и стенках капилляров, воды.

Построенный график кинетики сушки, отражает изменение массы влажного зерна при периодичном вакуумировании. (Рис. 2б).

Перед проведением экспериментов масса влажного гороха составляла 130,56 г. после сушки в вакуумной среде за 100 мин масса снизилась до 121,05 г. В процентном соотношении изменение составило 7,28%.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс сушки вакуумированием эффективно удаляет влагу из образца гороха. Отсутствие свободной воды в течение первых 10 минут говорит о высокой скорости удаления свободной влаги. Эффективность процесса сушки и демонстрирует потенциал применения вакуумной сушки для удаления влаги из гороха и подобных продуктов.

Библиографический список

1. Арндарчук А.В. Электротермическое оборудование направленного излучения/ А.В. Арндарчук, А.П. Слоботской.-М.: Энергоатомиздат, 1991.-80с.
2. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления: Пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 911 с.
3. Вобликов Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна/ Е.М. Вобликова, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопец. – Ростов н/Д: издательский цент «МарТ», 2001. – 240 с.
4. Бородин И.Ф. Связь между электрическими параметрами зерновой массы и влажностью: сб. науч. тр. / И.Ф. Бородин, В.Н. Столбов, В.И. Загинайлов. – М.: МИИСП, 1997. – Т.14. – Вып. 13. – С. 12–14.
5. Пиляева О.В. Исследования по определению тепловлажностных характеристик плотного слоя зерна/ Эпоха науки №8. – 2016. С. 131 – 135.
6. Ефремова Е.Н. Хранение и переработка продукции растениеводства: учебное пособие/ Е.Н. Ефремова, Е.А. Карпачева. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2015. – 148 с.
7. С.И. Савосин, В.В. Солдатов. Выбор методов для автоматизированного контроля влажности сельскохозяйственных объектов/ Вестник РГАЗУ. – 2014. С.15 – 16.
8. С.И. Савосин, В.В. Солдатов. Автоматизация контроля влажности зерна при его хранении. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – №3. – 2008. С. 28 – 30.
9. И.С. Ремпен, Е.Н. Егоров, А.Н. Савин, В.И. Пономоренко. Операционные усилители. Часть 2. Некоторые функциональные схемы: учебнометодическое пособие. Саратов, 2011. – 14 с.
10. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов К-14 (3-е переработанное и дополненное издание) – СПб. ГИОРД, 2005.-512 с. ISBN 5-901065-82-4

References:

1. Исследование и анализ условий процесса объемно-вакуумной сушки зерна / Ю. В. Панков, А. А. Садов, Л. А. Новопашин [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 63. – С. 43-46. – EDN JJNRDF.
2. Шевченко, И. В. Вакуумная сушка агрозерна / И. В. Шевченко, Ю. В. Панков, Л. К. Кибирев // Обзор тенденций в агропромышленном комплексе : сборник статей конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Тенденции в АПК», Екатеринбург, 24 октября 2022 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 59. – EDN EGOQBD.
3. Voblikov E.M. Post-harvest processing and grain storage/ E.M. Voblikova, V.A. Bukhantsov, B.K. Maratov, A.S. Prokopets. – Rostov n/A: publishing center "March", 2001. – 240 p.
4. Borodin I.F. The connection between the electrical parameters of grain mass and humidity: collection of scientific tr. / I.F. Borodin, V.N. Stolbov, V.I. Zaginailov. – M.: MIISP, 1997. – Vol.14. – Issue. 13. – p. 12-
5. Pilyaeva O.V. Studies to determine the heat and moisture characteristics of a dense layer of grain/ Epoch of Science No. 8. – 2016. pp. 131 – 135.
6. Efremova E.N. Storage and processing of crop production: textbook / E.N. Efremova, E.A. Karpacheva. – Volgograd: FGBOU VO Volgogradstky GAU, 2015. – 148 p.
7. S.I. Savosin, V.V. Soldatov. Selection of methods for automated moisture control of agricultural facilities/ Bulletin of RGAZU. – 2014. pp.15-16.
8. S.I. Savosin, V.V. Soldatov. Automation of grain moisture control during its storage. Bulletin of the FGOU VPO MGAU. – No. 3. – 2008. pp. 28 – 30.
9. I.S. Rempen, E.N. Egorov, A.N. Savin, V.I. Ponomorenko. Operational amplifiers. Part 2. Some functional schemes: textbook manual. Saratov, 2011. – 14 p.
10. Kazakov E.D., Karpilenko G.P. Biochemistry of grain and bread products K-14 (3rd revised and expanded edition) – St. Petersburg. GIORД, 2005.-512 p. ISBN 5-901065-82-4

**ИНКАПСУЛЯЦИЯ БИОПЕПТИДА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПОД
ДЕЙСТВИЕМ ПЕПТИДАЗ**

С.Л. Тихонов^{1*} Н.В. Тихонова¹

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

***E-mail: tihonov75@bk.ru**

Аннотация: При приеме внутрь пептиды должны оставаться стабильными, до достижения кишечника. Это сложная задача из-за кислой рН в желудке и наличия протеолитических ферментов. Одним из перспективных технологий обеспечения стабильности биопептидов в желудочно-кишечном тракте и увеличения периода полураспада является инкапсуляция. Установлено, что через 2 минуты инкапсулирования пептида в мальтодекстрин толщина защитного покрытия составила 12 мкм, после 3 минут – 14 мкм и 5 минут на уровне 16 мкм. Стабильность микрокапсулированного пептида с толщиной защитного покрытия из мальтодекстрина 14 мкм в модели желудка человека составила 97%, в то время, как свободного пептида 37%.

Ключевые слова: пептид, инкапсуляция, защитное покрытие, мальтодекстрин, стабильность

**ENCAPSULATION OF A BIOPEPTIDE TO ENSURE STABILITY UNDER THE ACTION OF
PEPTIDASES**

Tihonov S.L.^{1*} Tihonova N.V.¹

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

***E-mail: tihonov75@bk.ru**

Abstract. When ingested, peptides should remain stable until they reach the intestine. This is a difficult task due to the acidic pH in the stomach and the presence of proteolytic enzymes, encapsulation is one of the promising technologies for ensuring the stability of biopeptides in the gastrointestinal tract and increasing the half-life. It was found that after 2 minutes of encapsulation of the peptide in maltodextrin, the thickness of the protective coating was 12 microns, after 3 minutes – 14 microns and 5 minutes at the level of 16 microns. The stability of the microcapsulated peptide with a maltodextrin protective coating thickness of 14 microns in the human stomach model was 97%, while the free peptide was 37%.

Keywords: peptide, encapsulation, protective coating, maltodextrin, stability

Введение (Introduction)

Стабильность пептидов и пептидных препаратов и короткий период полураспада создает ограничения для их использования в составе биологически активных добавок к пище и специализированной пищевой продукции [1]. Что касается местного применения, простые препараты на основе пептидов для внутримышечного введения подвержены разрушению под воздействием факторов

окружающей среды (гидролиз, окисление, фотолиз). Быстрая протеолитическая деградация в крови пептидов, повышенный печеночный и почечный клиренс [2] и чувствительность к физиологическим концентрациям солей [3] и короткий период полураспада ограничивает эффективное использование биопептидов. Кроме того, плохое проникновение полипептидов через слизистую оболочку кишечника снижает возможность перорального введения [4].

Клиническое применение биоактивных пептидов сильно ограничено трудностью поиска эффективного метода введения [5]. В области фармакологии большинство препаратов на основе белка вводятся путем парентеральных инъекций. Однако такой подход к введению имеет несколько недостатков, главным образом (1) сложность самостоятельного введения, (2) короткий период полураспада белков и (3) белки могут легко разлагаться в кровотоке [6]. Хотя пероральный прием биоактивных пептидов является гораздо более простым и практичным подходом для потребителей, при его использовании существует множество проблем, которые необходимо преодолеть (рисунок 1).



Рисунок 1 Преимущества и недостатки использования биопептидов

1. Высокая гигроскопичность, которая может привести к физико-химической нестабильности и потере биоактивности [7].
2. Горечь из-за воздействия на вкусовые рецепторы гидрофобных аминокислотных остатков, образующихся в результате гидролиза. Это оказывает негативное влияние на восприятие потребителем [8].

3. Низкая растворимость в воде, ограничивающая введение гидролизатов или пептидов в пищевые матрицы, что требует создания дисперсных систем [9].
4. Физико-химическая нестабильность при хранении, переработке и переваривании из-за воздействия на пептиды условий окружающей среды (например, кислорода, тепла) или их взаимодействия с пищеварительными протеазами и другими соединениями, присутствующими в матрице пищевых продуктов [10].
5. Ограниченная биодоступность. После приема в организм пептиды должны оставаться нетронутыми до тех пор, пока они не всасываются в кишечнике, чтобы проявить свою биологическую активность. Это сложная задача из-за кислой pH в желудке и ферментативно активных желудочной и кишечных жидкостей [11].

Одним из перспективных технологий обеспечения стабильности биопептидов в желудочно-кишечном тракте и увеличения периода полураспада является инкапсуляция.

Цель исследований – определение технологических режимов инкапсуляции биопептида и оценка его стабильности в модели ЖКТ.

Методология и методы исследования (Methods)

Пептид, выделенный из молозива коров с аминокислотной последовательностью STKRHRMНACSWRGP LKALSNPRAEFRR и молекулярной массой 22 кДа. Инкапсуляцию пептида проводили в псевдокипящем слое из 10% водного раствора мальтодекстрина. Оценка толщины защитного покрытия определяли с помощью электронного микроскопа. Эффективность инкапсуляции (ЭИ) определяли как процентное содержание пептида, которое удерживается внутри матрицы-носителя по отношению к первоначально добавленному количеству.

Результаты исследований (The results of the research)

Установлено, что через 2 минуты инкапсулирования толщина защитного покрытия составила 12 мкм, после 3 минут – 14 мкм и 5 минут на уровне 16 мкм. Полученные данные согласуются с исследованиями [12] в которых установлено, что для повышения стабильности пептидов при хранении желательно, чтобы инкапсулированные пептиды были небольшого диаметра от 0,25 до 50 мкм.

ЭИ является одним из основных параметров, определяющих стабильность срока годности инкапсулированного биологически активного вещества. По данным [13] низкие значения ЭИ не оказывает существенного влияние на стабильность биопептидов. Установлено, что эффективность инкапсуляции пептида в псевдокипящем слое через 2, 3 и 5 минут обработки составила 65, 78 и 83 %, что согласуется с данными исследований [14] в которых ЭИ биоактивных веществ в один защитный слой превышала 50%, за исключением исследований Ying et al. [15], которые установили значения ЭИ в диапазоне 29,51-45,83% при инкапсуляции соевых пептидов с помощью W1 / O / W2. Возможно, это связано с тем, что эмульсия не была физически стабильной. Наибольшая ЭИ (~ 100%) была достигнута

[16], где овалбумин инкапсулировали с использованием декстрансульфата и поли-L-аргинина в качестве носителя при получении вакцин.

Установлено, что стабильность инкапсулированного пептида с толщиной защитного покрытия из мальтодекстрина 14 мкм в модели желудка человека составила 97%, в то время, как свободного пептида 37%, что согласуется с исследованиями [17] в которых получали инкапсулятов, содержащие пептиды, путем использования поверхностно-активных веществ, в частности, применяли Tween 80 с целью уменьшения миграции пептидов льняного семени на границу раздела воздух–вода. В эксперименте использовании мальтодекстрина в качестве носителя. Авторы [17] установили снижение деградации под действием напряжения сдвига и дегидратации, что также приводит к повышению биологической активности инкапсулированных пептидов.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Таким образом, инкапсуляция пептида в защитное покрытие из мальтодекстрина обеспечивает его стабильность в желудочно-кишечном тракте.

Библиографический список (References):

1. Mahlapuu, M., et al., 2020. Antimicrobial peptides as therapeutic agents: opportunities and challenges. *Crit. Rev. Biotechnol.* 40 (7), 978–992. <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1796576>
2. Vlieghe, P., et al., 2010. Synthetic therapeutic peptides: science and market. *Drug Discov. Today* 15 (1), 40–56. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2009.10.009>
3. Sarkar, T., et al., 2021. Antimicrobial Peptides and Proteins: From Nature’s Reservoir to the Laboratory and Beyond. *Front. Chem.* 9, 691532 <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.691532>
4. Deptuła, M., et al., 2018. Antibacterial peptides in dermatology—strategies for evaluation of allergic potential. *Molecules* 23 (2), 414. <https://doi.org/10.3390/>
5. Wang, L.; Wang, N.; Zhang, W.; Cheng, X.; Yan, Z.; Shao, G.; Wang, X.; Wang, R.; Fu, C. Therapeutic Peptides: Current Applications and Future Directions. *Signal Transduct. Target. Ther.* 2022, 7, 1–27
6. Moreira, A.; Lawson, D.; Onyekuru, L.; Dziemidowicz, K.; Angkawinitwong, U.; Costa, P.F.; Radacsi, N.; Williams, G.R. Protein Encapsulation by Electrospinning and Electrospraying. *J. Control. Release* 2021, 329, 1172–1197
7. Aguilar-Toala, J.E.; Quintanar-Guerrero, D.; Liceaga, A.M.; Zambrano-Zaragoza, M.L. Encapsulation of Bioactive Peptides: A Strategy to Improve the Stability, Protect the Nutraceutical Bioactivity and Support Their Food Applications. *RSC Adv.* 2022, 12, 6449–6458
8. Iwaniak, A.; Hryniewicz, M.; Bucholska, J.; Minkiewicz, P.; Darewicz, M. Understanding the Nature of Bitter-Taste Di- and Tripeptides Derived from Food Proteins Based on Chemometric Analysis. *J. Food Biochem.* 2019, 43, e12500.
9. Karami, Z.; Akbari-adergani, B. Bioactive Food Derived Peptides: A Review on Correlation between Structure of Bioactive Peptides and Their Functional Properties. *J. Food Sci. Technol.* 2019, 56, 535–547

10. Pei, J.; Gao, X.; Pan, D.; Hua, Y.; He, J.; Liu, Z.; Dang, Y. Advances in the Stability Challenges of Bioactive Peptides and Improvement Strategies. *Curr. Res. Food Sci.* 2022, 5, 2162–2170
11. Perry, S.L.; McClements, D.J. Recent Advances in Encapsulation, Protection, and Oral Delivery of Bioactive Proteins and Peptides Using Colloidal Systems. *Molecules* 2020, 25, 1161
12. Rahmani-Manglano, N.E.; Guadix, E.M.; Jacobsen, C.; García-Moreno, P.J. Comparative Study on the Oxidative Stability of Encapsulated Fish Oil by Monoaxial or Coaxial Electrospraying and Spray-Drying. *Antioxidants* 2023, 12, 266
13. Piñón-Balderrama, C.I.; Leyva-Porras, C.; Terán-Figueroa, Y.; Espinosa-Solís, V.; Álvarez-Salas, C.; Saavedra-Leos, M.Z. Encapsulation of Active Ingredients in Food Industry by Spray-Drying and Nano Spray-Drying Technologies. *Processes* 2020, 8, 889
14. Mohan, A.; Rajendran, S.R.C.K.; He, Q.S.; Bazinet, L.; Udenigwe, C.C. Encapsulation of Food Protein Hydrolysates and Peptides: A Review. *RSC Adv.* 2015, 5, 79270–79278.
15. Ying, X.; Gao, J.; Lu, J.; Ma, C.; Lv, J.; Adhikari, B.; Wang, B. Preparation and Drying of Water-in-Oil-in-Water (W/O/W) Double Emulsion to Encapsulate Soy Peptides. *Food Res. Int.* 2021, 141, 110148
16. De Koker, S.; Fierens, K.; Dierendonck, M.; De Rycke, R.; Lambrecht, B.N.; Grooten, J.; Remon, J.P.; De Geest, B.G. Nanoporous Polyelectrolyte Vaccine Microcarriers. A Formulation Platform for Enhancing Humoral and Cellular Immune Responses. *J. Control. Release* 2014, 195, 99–109.
17. Sarabandi, K.; Jafari, S.M. Improving the Antioxidant Stability of Flaxseed Peptide Fractions during Spray Drying Encapsulation by Surfactants: Physicochemical and Morphological Features. *J. Food Eng.* 2020, 286, 110131

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ИХ ЗАПРАВКИ РАБОЧИМ РАСТВОРОМ

С.Д. Шепелёв¹, В.В. Плис¹

¹Институт агроинженерии ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет,
г. Челябинск, Россия.

*E-mail: Shepelev2@ya.ru

Аннотация: Выявлена зависимость коэффициента использования полезного времени смены и
потребного количества опрыскивателей от производительности насоса при заправке рабочим раствором
опрыскивателя насосом растворного узла различной производительности.

Ключевые слова: Сменная производительность опрыскивателя, коэффициент использования
времени смены, растворный узел, техническая оснащённость.

DETERMINING THE REQUIRED NUMBER OF SPRAYERS DEPENDING ON THE TIME THEIR FILLING WITH WORKING SOLUTION

Shepelev S.D.¹, Plis V.V.¹

¹Institute of Agricultural Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education, South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia.

*E-mail: Shepelev2@ya.ru

Abstract. The dependence of the utilization rate of the useful shift time and the required number of
sprayers on the pump performance when filling the sprayer working solution with a solution unit pump of various
capacities has been revealed.

Keywords: Shift productivity of the sprayer, shift time utilization factor, mortar unit, technical equipment.

Введение (Introduction)

Важным резервом повышения производительности сельскохозяйственных агрегатов в
технологических линиях является их согласованность. В работах [1-4] указано повышение
производительности машин в уборочных процессах. В связи с переходом сельскохозяйственного
производства на минимальную и нулевую технологию востребованной операцией в настоящее время стала
гербицидная обработка посевов с помощью опрыскивателей.

Цель. Целью исследования является определение зависимости количества опрыскивателей от
производительности насоса при закачке рабочего раствора. Для достижения цели поставлены задачи по
получению математических выражений для выявления зависимости коэффициента использования

времени смены и количества опрыскивателей от производительности насоса для закачки рабочего раствора.

Методология и методы исследования (Methods)

Для эффективного использования опрыскивателей и увеличения их производительности предусмотрены автоматические растворные узлы для изготовления качественного раствора для защиты растений и некорневых подкормок. В результате проведенных хронометрических исследований было установлено суммарное время на приготовление рабочего раствора и заправку опрыскивателя при использовании растворного узла [5]. Дневная производительность зависит от таких параметров как скорость движения агрегата, ширина захвата, продолжительность смены. Но самым трудноопределимым параметром является коэффициент полезного времени сменной производительности. Дневную производительность определим по известной формуле:

$$Q_{\text{дн}}(\tau) = 0,1 \cdot B_p \cdot V \cdot \tau \cdot T_{\text{см}} \quad (7)$$

где B_p – ширина захвата опрыскивателя, м.; V – скорость движения агрегата, м/с.

τ – коэффициент использования времени смены; $T_{\text{см}}$ – продолжительность времени смены, ч.

Коэффициент использования времени сменной производительности представим, как отношение рабочего времени к общему времени:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{см}}} \quad (2)$$

где T_p – чистое время смены, час.

Время загрузки рабочего раствора определяется объемом ёмкости опрыскивателя (V_b) и производительностью насоса (Q_n):

$$T_z = \frac{V_b z}{60 Q_n} \quad (3)$$

где V_b – объемом ёмкости опрыскивателя, л; Q_n – производительностью насоса для заправки опрыскивателя, л/мин.; z – количество заправок в течение смены.

Чистое время работы (T_p) определяется выражением:

$$T_p = T_{\text{см}} - (T_z + T_{\text{то}} + T_{\text{пр}}) \quad (4)$$

где $T_{\text{см}}$ – время смены, час; $T_{\text{то}}$ – время на ТО, час, $T_{\text{пр}}$ – время простоев (на заправку топливом, ремонт и др. простои).

С учетом формулы (3) выражение по определению чистого времени смены примет вид:

$$T_p = T_{\text{см}} - \left(\frac{V_b z}{60 Q_n} + T_{\text{то}} + T_{\text{пр}} \right) \quad (5)$$

С учетом вышеизложенного коэффициент использования времени смены опрыскивателя примет вид:

$$\tau = 1 - \frac{\frac{V_b z}{60 Q_n} + T_{\text{то}} + T_{\text{пр}}}{T_{\text{см}}} \quad (6)$$

Результаты исследований (The results of the research)

Определена зависимость коэффициента использования времени смены от производительности насоса по закачке рабочего раствора при различном времени простоя (рисунок 1).

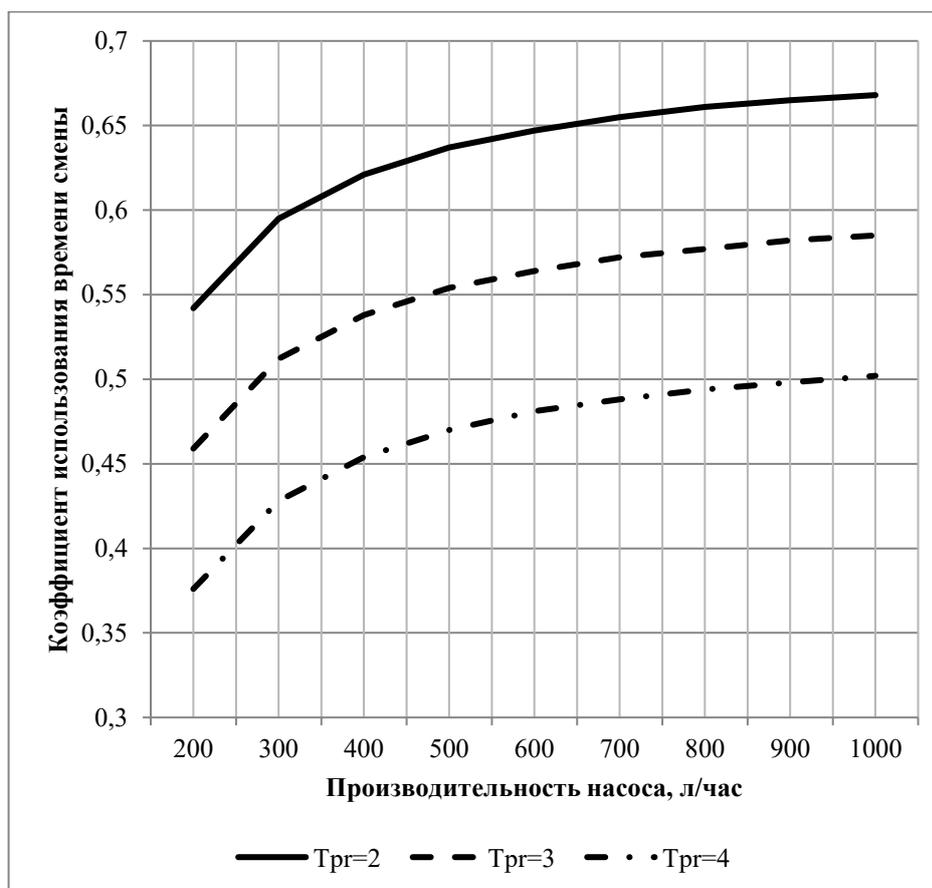


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента использования времени смены от производительности насоса ($V_b = 10 \text{ м}^3$, $V=10 \text{ км/час}$, $B = 36 \text{ м.}$, $z=5$, $T_{to}=1.6 \text{ час}$)

Установлено, что с увеличением производительности насоса для заправки ёмкости опрыскивателя с 200 до 1000 л/мин коэффициент использования времени смены возрастает до 26%. Определение рациональной формулы для определения требуемого количества опрыскивателей из условий объема работы является важной задачей в условиях неэффективных простоев при заправке их рабочим раствором. Представим расчет количества машин в следующем виде:

$$n = \frac{Q}{Q_{\text{дн}} \cdot D_r} \quad (8)$$

где Q – площадь опрыскивания, га.; $Q_{\text{дн}}$ – дневная производительность агрегата, га/см; D_r – количество рабочих дней, дней.

Для расчета необходимого количества опрыскивателей получено выражение:

$$n = \frac{Q}{0,1B_p V (T_{\text{cm}} - (\frac{V_b z}{60 Q_n} + T_{to} + T_{pr})) D_r} \quad (9)$$

Расчет позволил установить количество опрыскивателей, требуемых для выполнения данной операции в различные агротехнические сроки (рисунок 2).

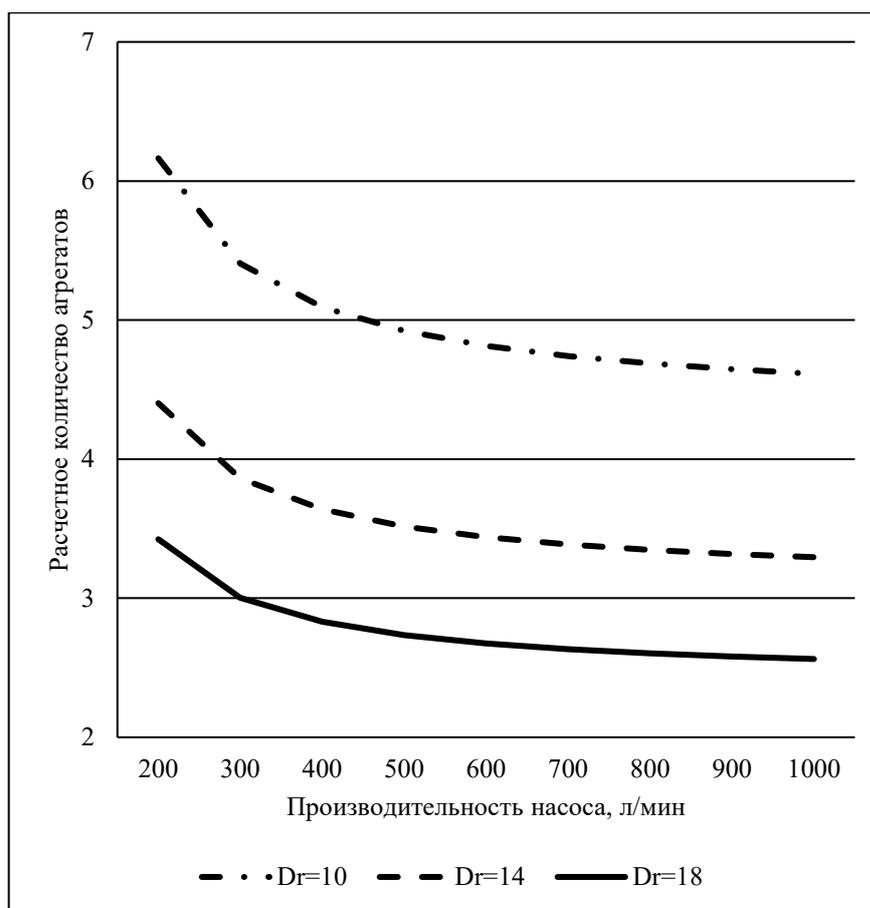


Рисунок 2 – Зависимость количества опрыскивателей от производительности насоса при загрузке рабочего раствора (Q=10000 га)

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

В результате расчетов, установлено, что при сокращении времени простоев на загрузку количество опрыскивателей можно снизить до 30%. Увеличение рациональных сроков обработки растений гербицидами с 10 до 18 дней снижает количество опрыскивателей при производительности насоса 500 л/мин с 5 до 3 машин.

Выявлен резерв в снижении потребности опрыскивателей за счет независимого приготовления рабочего раствора в растворных узлах и использования высокопроизводительных насосов для заправки опрыскивателей.

Библиографический список:

1. Шепелев С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Южно-Уральский государственный аграрный университет. Челябинск, 2010.
2. Шепелев С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. Т. 67. № 1. С. 65-73.

3. Шепелёв С.Д., Шепелёв В.Д., Черкасов Ю.Б. Обоснование потребности в трудовых ресурсах при проектировании зерноуборочных процессов. // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. /2012. Т. 61. С. 100-103.

4. Шепелёв С.Д. [и др.] Совершенствование технологии и средств выполнения зерноуборочных процессов в сельском хозяйстве : монография / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; С. Д. Шепелёв [и др.] .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 .— 256 с.

5. Шепелёв С.Д., Плис В.В. Взаимосвязь технологических операций приготовления растворов и опрыскивания для защиты растений. /В сборнике: Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК. //Материалы Международной научно-практической конференции. Курган, 2021. С. 105-110.

References:

1. Shepelev S.D. Coordination of parameters of technical means in harvesting processes // abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / South Ural State Agrarian University. Chelyabinsk, 2010.

2. Shepelev S.D. Coordination of parameters of technical means in harvesting processes // Bulletin of the Chelyabinsk State Agricultural Engineering Academy. 2014. Т. 67. No. 1. P. 65-73.

3. Shepelev S.D., Shepelev V.D., Cherkasov Yu.B. Justification of the need for labor resources when designing grain harvesting processes. // Bulletin of the Chelyabinsk State Agricultural Engineering Academy. /2012. Т. 61. pp. 100-103.

4. Shepelev S.D. [etc.] Improving technology and means of performing grain harvesting processes in agriculture: monograph / South Ural State Agrarian University, Institute of Agroengineering; S. D. Shepelev [etc.] .— Chelyabinsk: South Ural State Agrarian University, 2018 .— 256 p.

5. Shepelev S.D., Plis V.V. The relationship of technological operations for preparing solutions and spraying for plant protection. /In the collection: Engineering support in the implementation of socio-economic and environmental programs of the agro-industrial complex. //Materials of the International Scientific and Practical Conference. Kurgan, 2021. pp. 105-110.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА КУЛЬТИВАТОРА
КПС-4, НА ПОЧВАХ СРЕДНЕГО УРАЛА**

К.М.Потетня^{1*}

¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия

*E-mail: gto992@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена вопросу выбора рациональных видов рабочих органов культиватора КПС-4. В статье рассматривается возможность применения культиватора КПС-4 с выбранными рабочими органами для внесения удобрений внутрпочвенно при использовании сберегающей технологии обработки почвы STRIP-TILL что дословно переводиться как полосная почвообработка. В результате проделанной работы выбрана оптимальная компоновка рабочего органа для технологии STRIP-TILL. В статье рассмотрены преимущества технологии STRIP-TILL её основные особенности и зоны применения.

Оценка компоновки культиватора и способ внесения удобрения был проведен в 2020-2021 г. в ФГБОУ ВО Учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ Свердловская область, Белоярский район, п. Студенческий.

Анализ проведенного опыта включал несколько целей таких как равномерность внесения удобрений и возможность применения модернизированного для этого культиватора КПС-4М.

В результате проведенного опыта оценена схема компоновки модернизированного культиватора. Установлено что для работы требуется исключить один ряд рабочих органов культиватора КПС-4, а оставшиеся рабочие органы модернизировать в соответствии с поставленными задачами о определении рациональных видов рабочих органов культиватора.

Ключевые слова: удобрения, культиватор, культивация почвы, поверхностная обработка, ленточное внесение удобрений, жидкие комплексные удобрения.

**DETERMINATION OF THE RATIONAL DESIGN OF THE WORKING BODY OF THE
CULTIVATOR KPS-4, ON SOILS OF THE MIDDLE URAL**

K.M.Potetnya^{1*}

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: gti992@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the issue of choosing rational types of working bodies of the KPS-4 cultivator. The article discusses the possibility of using the KPS-4 cultivator with selected working bodies for applying fertilizers intrasoil when using the conservation technology of tillage STRIP-TILL, which literally

translates as strip tillage. As a result of the work done, the optimal layout of the working body for the STRIP-TILL technology was chosen. The article discusses the advantages of STRIP-TILL technology, its main features and areas of application.

An assessment of the layout of the cultivator and the method of applying fertilizer was carried out in 2020-2021 at the FGBOU VO Educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University, Sverdlovsk Region, Beloyarsky District, Studenchesky Settlement.

The analysis of the experience included several goals, such as the uniformity of fertilizer application and the possibility of using the KPS-4M cultivator upgraded for this purpose.

As a result of the experiment, the layout of the modernized cultivator was evaluated. It has been established that for work it is required to exclude one row of working bodies of the KPS-4 cultivator, and to modernize the remaining working bodies in accordance with the tasks set to determine the rational types of working bodies of the cultivator.

Keywords: fertilizers, cultivator, soil cultivation, surface tillage, band fertilization, liquid complex fertilizers.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время в России преобладает традиционная обработка почвы плугом. Такая обработка почвы помогает аэрировать почву, вносить пожнивные остатки и бороться с сорняками для подготовки посевного ложа. Вымывание питательных веществ из почвы является негативным фактором работы с плугом но смягчить данный фактор позволяет внесение удобрений.

Внесение удобрений может быть различными способами, но интерес для данной работы представляет внутрипочвенный способ внесения удобрений совмещённый с методом обработки почвы по технологии STRIP-TILL

Технология STRIP-TILL дословно переводиться как полосная почвообработка, это технология считается средней между технологией нулевой обработки NO-TILL и технологией классической обработки почвы. При технологии полосной почвообработки поле обрабатывают полосами что позволяет оставлять остальную площадь поля не тронутой. В современном сельскохозяйственном обществе технология STRIP-TILL считается современной и актуальной. Преимуществом данной технологии является возможность внесения удобрений одновременно с обработкой почвы специальными машинами. Технология STRIP-TILL была разработана и впервые применена в США. Применение технологии STRIP-TILL позволяет вносить удобрение на заданную глубину в ряды что в последствии позволяет возделываемой культуре создать сильную корневую систему вблизи питательных веществ.

Благодаря применению технологии STRIP-TILL отсутствует классическая свальная технология обработки почвы что на прямую позволяет избежать эрозии почвы и выветривания плодородного слоя.

При наличии специальной техники на возделывании почвы можно сэкономить до 25% ГСМ по причине обработки почвы (культивация) и внесении удобрений, так же не стоит забывать что большая часть земли остается не тронутая и ресурсы на её обработку не тратятся.

В результате внесения удобрений внутрипочвенно в ряды можно сэкономить до 30 % удобрений по причине их внесения не по всей площади широкими паласами, а только в местах будущего роста растений. [1, 2]

Европейский и Американский опыт показывает, что при применении данной технологии урожайность в сравнении с классической технологией увеличивается на 15-25%, а затраты на средства защиты и удобрения уменьшаются до 35% что влечет за собой повышение прибыли.

Современная сельхоз техника позволяет широко применять различные способы внесения удобрений в различных дозах и концентрациях. Растение должно получать питательные вещества в необходимом количестве и в срок и чем правильнее будет внесено удобрение и чем строже соблюдены все сроки и требования, тем больше вероятность хорошего урожая.

Применение рациональных видов рабочих органов на предлагаемом модернизированном культиваторе КПС-4М с технологией STRIP-TILL является актуальным[7, 8].

Методология и методы (Methods)

Анализ трудов учёных Уральского ГАУ по данному вопросу и результаты предыдущих лет работы в области внутрипочвенного внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостно-воздушной смеси позволили выработать оптимальное решение по нахождению рациональных видов рабочих органов культиватора.

В качестве культиватора был взят стандартный культиватор КПС-4 и проведена его модернизация с целью получения возможности внесения удобрений внутрипочвенно. Как итог был получен комбинированный агрегат способный не только культивировать почву, но и вносить удобрения внутрипочвенно в заданных дозах на заданную глубину в виде сплошной лкнты. Рабочие органы так же требовали модернизации, которая была проведена. В процессе модернизации рабочих органов были проверены несколько вариантов расположения подкормочных трубок, защитных экранов, форм форсунок, и выбраны наиболее оптимальные.[3]

Для работы по технологии STRIP-TILL был снят один ряд рабочих органов и заменен распределитель удобрений.

Область исследования и полевой эксперимент:

Опыт проводился в 2020 г. в ФГБОУ ВО Учебно-опытное хозяйство Уральского ГАУ Свердловская область, Белоярский район, п. Студенческий.

Опыт был поставлен на дерново-подзолистых почвах.

При обработке комплексное минеральное удобрение вносили внутрпочвенно с помощью специально разработанного культиватора КПС-4М, равномерно на глубину 6-12 см работы проводились модернизированными рабочими органами культиватора, удобрение вносилось под лапу культиватора.

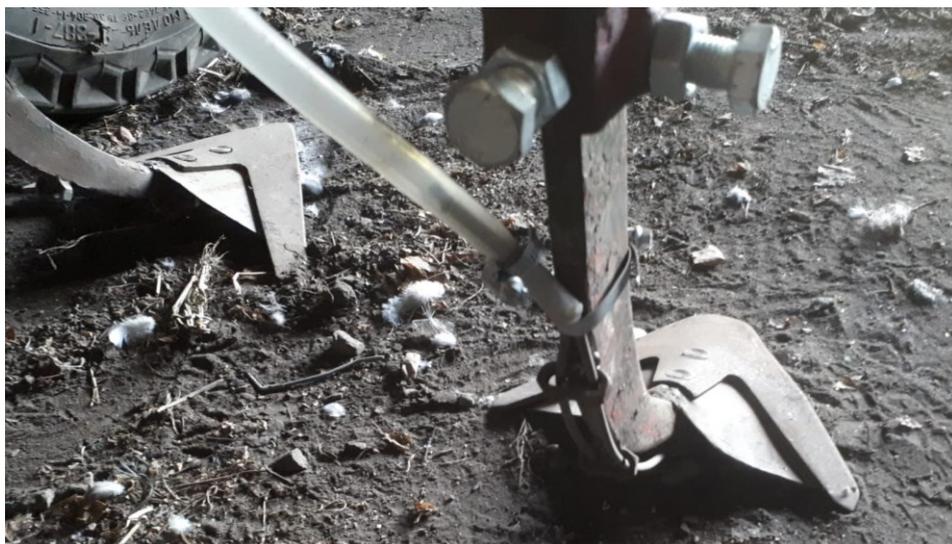


Рисунок 1. Рабочий орган культиватора КПС-4М.

В качестве рабочих органов были взяты модернизированные стрелчатые лапы с шириной захвата 220 и 330 мм оборудованные подкормочными трубками с плоскофакельными форсунками. (рис. 1) Испытание проводилось трёх делянках шириной 8 метров и длиной 25 метров с расстоянием между делянками 12 метров.

Результаты (Results)

В ходе полевых испытаний с применением культиватора КПС-4М пришлось дополнительно изготовить профиломер для снятия одного ряда (гребня) поверхности поля по прохождению и после прохождения культиватора и горизонтального взятия почвенных проб для определения зоны распространения ЖКУ в почве.

Взятие почвенных проб производилось горизонтальным введением бура в направлении прохода агрегата. После взятия пробы доводились до воздушно сухого состояния, перетирались и отправлялись в лаборатории ФГБОУ ВО Уральский ГАУ на факультете агротехнологий и землеустройства, где анализировались на содержание подвижного фосфора. Определение рационального вида рабочего органа для культиватора КПС-4 определялось зоной распределения ЖКУ в почве. Определение проводилось при внесении двумя рабочими органами с одной трубкой (рис. 2 и 3) и двумя подкормочными трубками с форсунками. (рис. 4 и 5)[4, 5, 6]

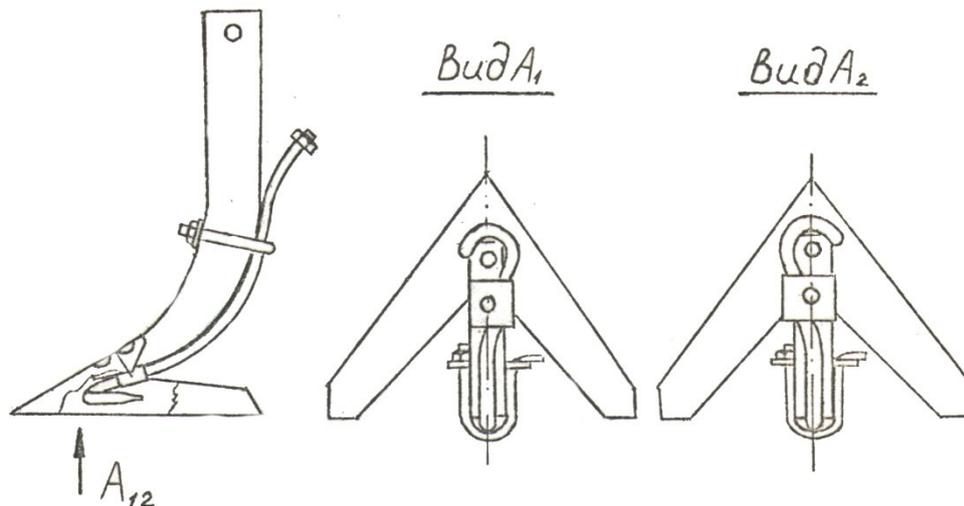


Рисунок 2. Рабочий орган культиватора КПС-4М. с одной подкормочной трубкой



Рисунок 3. Рабочий орган культиватора КПС-4М. с одной подкормочной трубкой

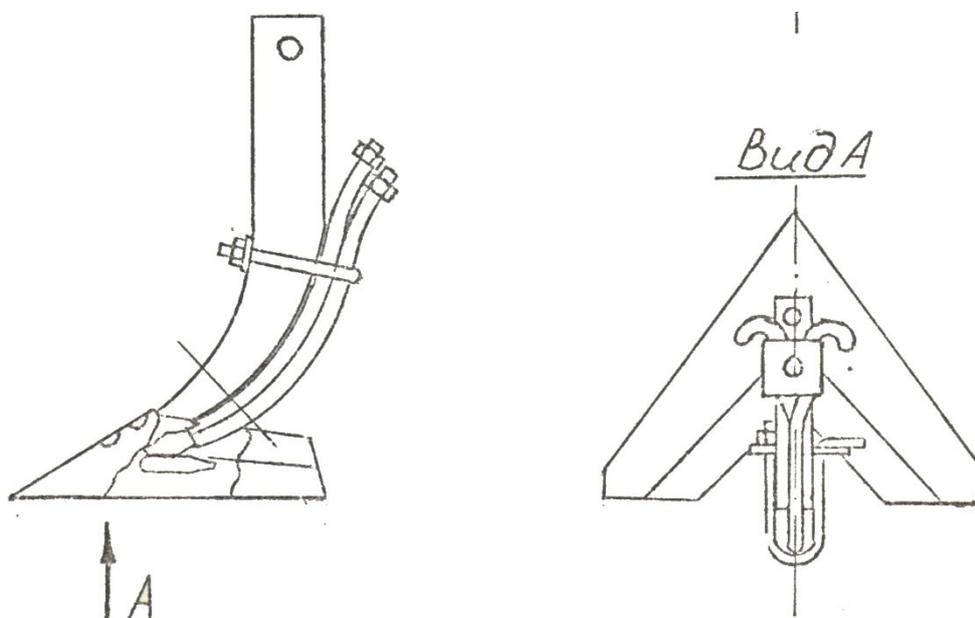


Рисунок 4 . Рабочий орган культиватора КПС-4М. с двумя подкормочными трубками



Рисунок 5 . Рабочий орган культиватора КПС-4М. с двумя подкормочными трубками

Из рисунка 6 видно, что зона распространения ЖКУ от одной подкормочной трубки в ширину составляет 20-22 см, в высоту до 8 см, форма разреза зоны в виде овала, вытянутого по горизонтали.

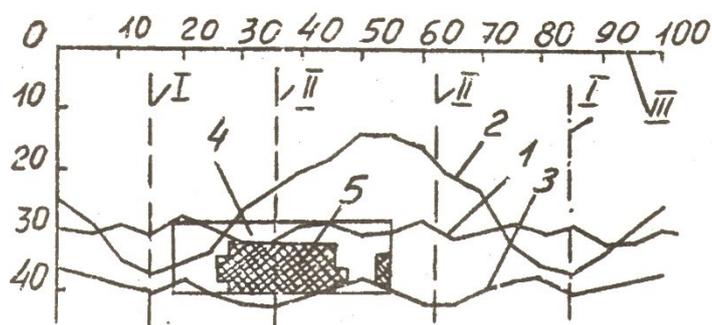


Рисунок 6 . Распространение в почве ЖКУ

I-стойки окучников; II-стойки лап 220 мм с одной подкормочной трубкой; III-рейка профиломера. Профиль поля: 1-до прохода агрегата; 2-после прохода; 3-дно борозды; 4-положение направляющей рамы кура; 5-зона распространения ЖКУ у левой лапы.

На рисунке 7 показана зона распространения ЖКУ от двух подкормочных трубок. Общая ширина 38-40см, высота около 12 см.

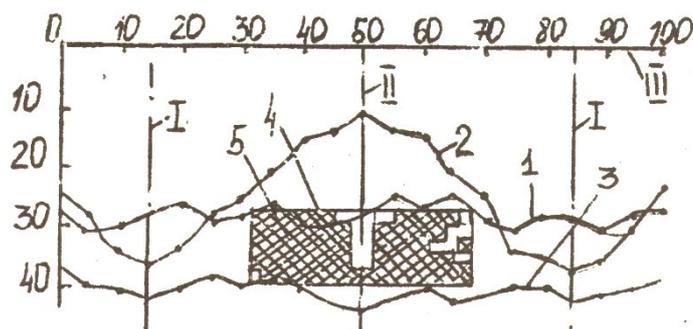


Рисунок 7 . Распространение в почве ЖКУ

I-стойки окучников; II-стойки лап 330 мм с двумя подкормочными трубками; III-рейка профиломера. Профиль поля: 1-до прохода агрегата; 2-после прохода; 3-дно борозды; 4-положение направляющей рамы кура; 5-зона распространения ЖКУ у левой лапы.

На рисунке 7 показана зона распространения ЖКУ от двух подкормочных трубок.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

С учетом способа внесения удобрений, дозы удобрений и слоя почвы, а также взаимодействие этих факторов содержание в почве фосфора, калия. Влияние способа внесения удобрений, дозы удобрений, слоя почвы и взаимодействия факторов.

Результаты проведенного анализа внесения удобрений показали что рациональным видом рабочих органов для культиватора КПС-4 в поставленных нами условиях при применении технологии STRIP-TILL является рабочий орган имеющий стрельчатую лапу 330 мм с защитным экраном и двумя подкормочными трубками с форсунками.

В почве, отобранной на делянках, где удобрения вносились из двух трубок было замечено большее значение фосфора в почве нежели чем при использовании одной трубки.

Применение двух подкормочных трубок на одном рабочем органе позволило добиться большой равномерности распределения удобрений по гребню и позволило внести удобрения на большую площадь.

Библиографический список

1. Потетня, К. М. Возможность внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостной воздушной смеси в почву при сплошной культивации / К. М. Потетня // Направления развития технического сервиса : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Екатеринбург, 26 ноября 2020 года. Том выпуск 3. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 87-91. – EDN CWDBOX.

2. Потетня, К. М. Питательный стресс почвы как следствие использования непропорциональных норм химических удобрений / К. М. Потетня // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2023. – № 1(17). – С. 35-43. – EDN IJXGRH.

3. Патент на полезную модель № 215302 U1 Российская Федерация, МПК А01С 23/04, А01В 49/06. Комбинированный агрегат для внутрпочвенного внесения и эффективного распределения жидких комплексных удобрений с одновременной обработкой почвы : № 2022116071 : заявл. 14.06.2022 : опубл. 07.12.2022 / М. Л. Юсупов, А. Н. Зеленин, К. М. Потетня [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Уральский Государственный Аграрный Университет". – EDN NBFKJS.

4. Потетня, К. М. Механизация процесса внесения жидких удобрений в капельно-воздушном виде / К. М. Потетня, А. Н. Зеленин // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий, технических средств и цифровой платформы АПК, Екатеринбург, 25–26 февраля 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 131-132. – EDN PRPGIK.

5. Губанов, Д. А. Модернизация лап культиватора КПС-4 с целью получения возможности внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостно-воздушной смеси / Д. А. Губанов, К. М. Потетня, А. А. Садов // Молодежь и наука - 2021 : Сборник трудов международной научно-практической

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 19 марта 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 156-159. – EDN FFIUEM.

6. Потетня, К. М. Обоснование конструкции подкормочных трубок для внесения жидких комплексных удобрений в виде жидкостно-воздушной смеси / К. М. Потетня, А. А. Садов // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2021. – № 3(11). – С. 36-41. – EDN DMEWMG.

7. Эйсерт Э. К. и др. Локальное внесение жидких комплексных удобрений..- Химия в сельском хозяйстве, 1980, № 3, с. 23-25

8. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. – 426 с 2.

References

1. Potetnya, K. M. The possibility of introducing liquid complex fertilizers in the form of a liquid air mixture into the soil during continuous cultivation / K. M. Potetnya // Directions for the development of technical service: Proceedings of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, November 26, 2020 . Volume issue 3. - Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021. - P. 87-91. – EDN CWDBOX.

2. Potetnya, K. M. Soil nutritional stress as a consequence of the use of disproportionate norms of chemical fertilizers / K. M. Potetnya // Scientific and technical bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. - 2023. - No. 1(17). – P. 35-43. – EDN IJXGRH.

3. Utility model patent No. 215302 U1 Russian Federation, IPC A01C 23/04, A01B 49/06. Combined unit for subsoil application and effective distribution of liquid complex fertilizers with simultaneous soil cultivation: No. 2022116071: Appl. 06/14/2022 : publ. 07.12.2022 / M. L. Yusupov, A. N. Zelenin, K. M. Potetnya [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Agrarian University". – EDN NBFKJS.

4. Potetnya, K. M. Mechanization of the process of applying liquid fertilizers in a drop-air form / K. M. Potetnya, A. N. Zelenin // From import substitution to export potential: scientific and innovative support for the development and implementation of resource-saving technologies, technical means and the agro-industrial complex digital platform, Yekaterinburg, February 25–26, 2021. - Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021. - P. 131-132. – EDN PRPGIK.

5. Gubanov, D. A., Potetnya K. M., Sadov A. A. Modernization of the paws of the KPS-4 cultivator in order to obtain the possibility of applying liquid complex fertilizers in the form of a liquid-air mixture / D. A. Gubanov, K. M. Potetnya, A. A. Sadov // Youth and science - 2021: Proceedings of the international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists, Yekaterinburg, March 19, 2021. - Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021. - P. 156-159. – EDN FFIUEM.

6. Potetnya, K. M. Justification of the design of feeding tubes for applying liquid complex fertilizers in the form of a liquid-air mixture / K. M. Potetnya, A. A. Sadov // Scientific and technical bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. - 2021. - No. 3(11). - S. 36-41. – EDN DMEWMG.

7. Eysert E. K. et al. Local application of liquid complex fertilizers. Chemistry in agriculture, 1980, No. 3, p. 23-25

8. Agrochemistry: a course of lectures. At 3 pm H 1. Fertilizers: types, properties, chemical composition / L.A. Mikhailov; M-in s.-x. RF, federal state budget education. higher institution. images. "Perm state. s.-x. acad. them. acad. D.N. Pryanishnikov. - Perm: CPI "Prokrost", 2015. - 426 p. 2.

РАЗРАБОТКА МЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЯГОДНОГО СОКА

Е.А. Кузнецова^{1*}

¹ ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия

*E-mail: k.katyamich@mail.ru

Аннотация: В статье предложена альтернатива существующим технологиям производства ягодного сока – технология с использованием мембран и представлена разработанная принципиальная схема мембранной установки для концентрирования ягодных соков.

Ключевые слова: ягодные соки, концентрирование, мембранная технология

DEVELOPMENT OF A MEMBRANE INSTALLATION FOR CONCENTRATING BERRY JUICE

E.A. Kuznetsova^{1*}

¹ FSBEI HE Michurinsk SAU, Michurinsk, Russia.

*E-mail: k.katyamich@mail.ru

Abstract. The article proposes an alternative to existing technologies for the production of berry juice - technology using membranes and presents the developed schematic diagram of a membrane installation for concentrating berry juices.

Keywords: berry juices, concentration, membrane technology.

Введение (Introduction)

Соки – незаменимая составная часть питания людей всего мира, а плоды и ягоды являются ценной сырьевой базой для их изготовления. Для сохранения и улучшения здоровья необходимо получать витамины, значительная часть которых содержится в соках. Поэтому производство соков имеет большое значение для человека, и максимальное сохранение полезных веществ в них является актуальной задачей.

Цель исследований – повысить выход ягодных соков функционального назначения путем предварительного разжижения мезги и концентрирования полученного сока с помощью мембранной установки до нормативного значения после его извлечения.

Задачи исследований:

- провести биохимический анализ соков;
- проанализировать технологии производства ягодных соков;
- разработать технологию извлечения соков и мембранную установку для концентрирования.

Методология и методы исследования (Methods)

В процессе исследования произведен анализ существующих технологий производства соков и проведен биохимический анализ по стандартной методике для определения содержащихся в соке черной смородины и выжимках полезных веществ, результаты которого представлены в таблице 1.

Результаты исследований (The results of the research)

Таблица 1 – Биохимический анализ сока черной смородины и выжимок

Анализируемый материал	РСВ, %	Влажность, %	Кислотность, °	Витамин С, мг/%	Сахара, %		Р-активные вещества	
					моно	ди	катехины	флавонолы
Сок черной смородины	19,26	-	1,005	126,8	10,4	1,605	50	257,2
Выжимки черной смородины	-	62-65	2,1775	43,44	8,89	1,89	30	196,7

По результатам исследования, представленного в таблице 1, видно, что большая часть полезных веществ (витамин С, катехины, флавонолы) переходит из ягод в сок после прессования.

Кроме этого проводился биохимический анализ цитрусовых плодов и цитрусового сока. Результаты показали, что в плодах содержится больше полезных веществ, чем в восстановленном соке известной торговой марки.

В таблице 2 представлены нормы расхода сырья на производство натуральных ягодных соков.

Таблица 2 – Нормы расхода сырья на производство 1 т натуральных ягодных соков (пастеризованных)

Сырье	Отход при сортировке и прессовании, %	Потери на технологических операциях, %	Всего отходов и потерь, %	Выход неотстоенного сока, %	Выход готового продукта, %	Норма расхода сырья, кг
Смородина черная без обработки ферментами	38	8	46	62	54	1852
Смородина черная с обработкой ферментов	29	8	37	71	63	1588

Исходя из полученных результатов, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что после прессования на последующих технологических операциях происходят значительные потери полезных веществ.

Существуют различные технологии производства соков. Технология изготовления сока прямого отжима представлена на рисунке 1. Главным недостатком является низкий выход продукта, вследствие чего технологии производства соков прямого отжима практически не используются.



Рисунок 1 – схема производства сока прямого отжима

Высокий выход сока возможен при применении экстрагирования веществ из мезги, но это требует последующей концентрации. На рисунке 2 представлена схема производства диффузионного сока.



Рисунок 2 – схема производства диффузионного сока

Основной проблемой концентрирования соков является сохранение большого количества биологически активных веществ и потеря полезных веществ. При использовании выпарных установок происходит потеря летучих веществ, витаминов и других полезных веществ [3]. Устранить данные недостатки позволит использование мембран.

Мембранные технологии – перспективное и активно прогрессирующее направление развития науки и техники XXI века. Применение мембран имеет массу преимуществ: низкое энергопотребление, сохранение ароматических веществ, простота установки, легкое увеличение ее производительности, хорошие санитарные условия производства.

Мембранные технологии применяются для очистки и разделения смесей. Разделение происходит с помощью полупроницаемых мембран. Они нашли широкое применение в водоочистке, также применяются в химико-фармацевтической, электронной, пищевой промышленности, биотехнологии.

Предлагаемая технология (рисунок 3) заключается в концентрировании разжиженных ягодных соков с помощью мембран до нормативного значения после их извлечения. На рисунке 4 представлена принципиальная схема экспериментальной мембранной установки [2].



Рисунок 3 – предлагаемая технология производства соков

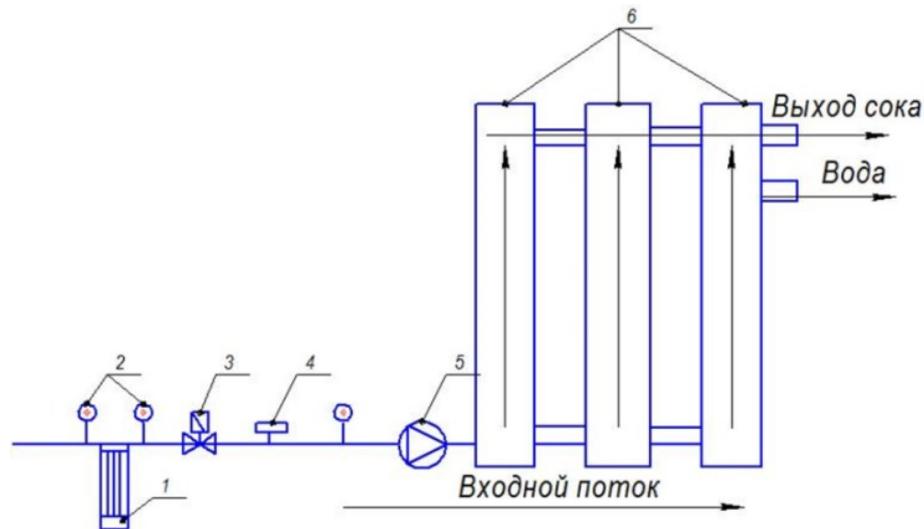


Рисунок 4 – принципиальная схема экспериментальной мембранной установки: 1 – предварительный фильтр; 2 – манометры; 3 – электромагнитный клапан; 4 – реле давления; 5 – насос высокого давления; 6 – мембраны

В основе установки лежит обратный осмос, который необходимо проводить при высоком давлении. Осмотическое давление плодовых соков с содержанием 10-12% сухих веществ составляет 1,5 МПа, яблочного концентрата с содержанием 40% сухих веществ – 9 МПа [1].

На внешнюю поверхность мембран действует давление сока. Давление жидкости, проходящей через мембраны и выходящей из установки, равно атмосферному. Концентрирование осуществляется с помощью селективных мембран, расположенных в камере и имеющих форму труб. Концентрируемый сок может циркулировать в установке до получения необходимого содержания сухих веществ.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Усовершенствовать технологию производства ягодных соков возможно путем использования современного оборудования для получения продукта с высоким содержанием полезных веществ исходного сырья. Для этого необходимо проведение научно-исследовательских и опытно-

конструкторских работ. Предлагаемая мембранная установка имеет техническую значимость, которая заключается в развитии технологии производства соков и производства продуктов функционального назначения, которое сейчас имеет большое значение и широкое распространение.

Библиографический список:

1. Кузнецова, Е.А. Возможность применения мембранных технологий при производстве сока / Е.А. Кузнецова, Д.В. Пустовалов // Материалы 67-й научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов (2 раздел): сб. науч. тр. – Мичуринск: Изд-во Мичуринский ГАУ. – 2015. – С. 239-243.

2. Кузнецова, Е.А. Технология и теория процесса разделения соков на фракции с помощью мембран / Е.А. Кузнецова, А.И. Завражнов // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ. – 2016. – С. 63-69.

3. Кузнецова, Е.А. Совершенствование технологии производства ягодного сока функционального назначения с использованием газоразделительных мембран: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук. – Мичуринск, 2019.

References:

1. Kuznetsova, E.A. Possibility of using membrane technologies in juice production / E.A. Kuznetsova, D.V. Pustovalov // Materials of the 67th scientific and practical conference of students, undergraduates and graduate students (section 2): collection. scientific tr. – Michurinsk: Publishing house Michurinsky State Agrarian University. – 2015. – P. 239-243.

2. Kuznetsova, E.A. Technology and theory of the process of separating juices into fractions using membranes / E.A. Kuznetsova, A.I. Zavrazhnov // Current problems of scientific and technological progress in the agro-industrial complex. – Stavropol: AGRUS Stavropol State Agrarian University. – 2016. – P. 63-69.

3. Kuznetsova, E.A. Improving the technology for the production of functional berry juice using gas separation membranes: abstract of thesis. ... candidate of agricultural sciences. – Michurinsk, 2019.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ СОЗДАНИИ ОПОРНЫХ ТОЧЕК НА ОТКРЫТОЙ МЕСТНОСТИ**А.П. Татарчук^{1*}, А.С. Гусев¹**¹ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Екатеринбург, Россия*E-mail: brassica@inbox.ru

Аннотация: Использование БПЛА (беспилотного летательного аппарата) в геодезии значительно упрощает проведение работ, сокращает временные затраты, повышает общую эффективность. Преимущества беспилотного аппарата над традиционными методами инструментальной съёмки очевидны: для БПЛА не существует труднодоступных мест, водных препятствий, особенностей рельефа. Чем больше площадь съёмки, тем экономически выгоднее становится использование беспилотного аппарата.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, топографическая съёмка.

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF USING AERIAL PHOTOGRAPHY IN CREATING REFERENCE POINTS IN OPEN AREAS**A.P. Tatarchuk^{1*}, A.S. Gusev¹**¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia*E-mail: brassica@inbox.ru

Abstract. The use of UAVs in geodesy greatly simplifies the work, reduces time costs, increases the overall efficiency. The advantages of an unmanned vehicle over traditional instrumental survey methods are obvious: there are no hard-to-reach places, water obstacles, or relief functions for a UAV. The larger the survey area, the more cost-effective it becomes to use an unmanned vehicle.

Keywords: unmanned aerial vehicle, topographic survey.

Введение (Introduction)

Работа геодезиста предполагает измерение расстояний на местности, расчёт площадей, выполнение других вычислений, составление топографической карты. Для осуществления этой работы традиционно применяется методика наземной съёмки посредством электронного тахеометра. Процесс разработки топографического плана большой территории достаточно длительный и трудоемкий. Использование квадрокоптера для геодезических съёмок позволяет более оперативно получить топографическую карту местности в любом масштабе от 1:500 до 1:2000 и более мелкого [1].

В данной работе рассмотрена возможность использования аэрофотосъёмки в целях геодезии. Произведено сравнение временных и трудовых затрат классического метода съёмки (тахеометрической) и съёмки при помощи БПЛА (квадрокоптера). На основании полученных с беспилотника снимков

создаются детальные 3D модели местности, матрицы высот и ортофотопланы. Результаты дистанционной съёмки с воздуха применяются:

- ведение кадастрового учета и контроль градостроительной деятельности;
- создание географических информационных систем (ГИС);
- обновление топографических карт;
- мониторинг состояния пашни, лесного хозяйства, целевого землепользования;
- контроль рек и водохранилищ, для предотвращения заторов льда и прогнозирования наводнения [2].

Методология и методы исследования (Methods)

Качество снимков с летающего дрона на порядок превосходят спутниковые аналоги, а расшифровка и создание топографических планов производится автоматически при помощи программного обеспечения [3,4,5]. Тактово-технические характеристики приведены на рисунке 1:

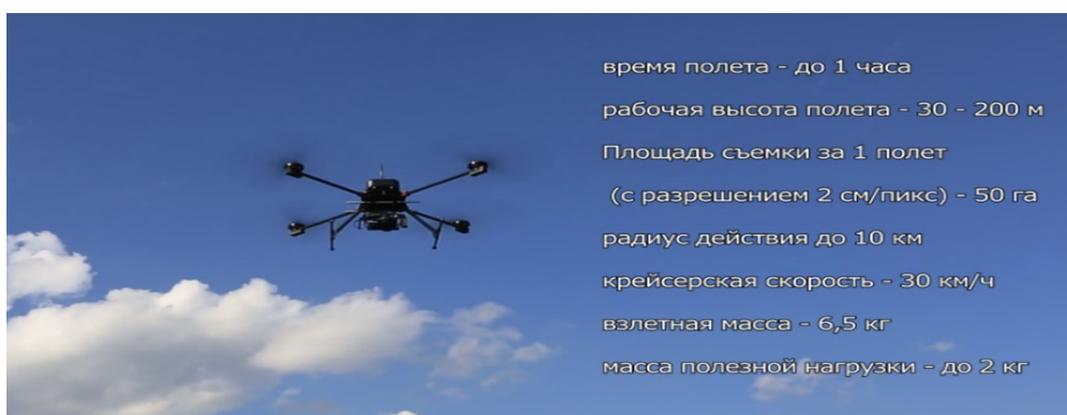


Рисунок 1. Тактово-технические характеристики БПЛА

Результаты исследований (The results of the research)

В основе работы БПЛА комплекса для геодезических работ лежит проведение аэросъёмки исследуемого участка. Борт такого летательного аппарата оснащён качественной аппаратурой для выполнения съёмки, сантиметровую точность которой обеспечивает геодезический приемник.

Данные съёмки автоматически обрабатываются, а результаты доступны для просмотра любой ГИС - совместимой программой. Все геодезические работы возможно намного эффективнее и быстрее выполнить с помощью БПЛА, а в дальнейшем создавать цифровую модель местности (рисунок 2).

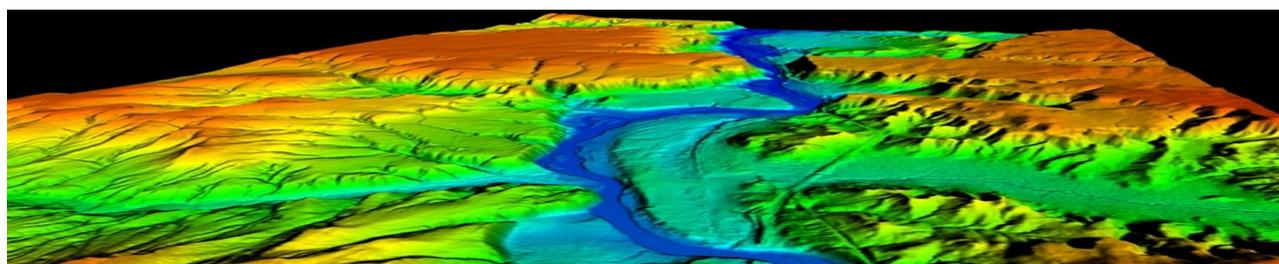


Рисунок 2. Цифровая модель местности

Создание цифровых моделей местности и рельефа призваны решать задачи топографии, вести подсчет объемов, разрабатывать проекты планировки территории. Использование дронов с применением

цифровых фотокамер значительно упрощает задачу построения 3D-поверхностей. На беспилотные аппараты может быть установлено различное оборудование для проведения изыскательских работ после которых создаются ортофотопланы (рисунок 3) – один из самых востребованных продуктов БПЛА в геодезии. Обработка снимков происходит с помощью специальных программ [3]. Беспилотный аппарат совершает полет в автоматическом режиме по заданному курсу. Дроны способны справиться с подобной задачей, но чтобы добиться по настоящему высокой точности - стоит использовать опорные точки и приобретать дополнительную полезную нагрузку.



Рисунок 3. Ортофотоплан

Использование же опорных точек для аэрофотосъемки – это метод повышения точности. Опорные точки значительно повышают общую точность карт, составляемых дронами, которые являются важным инструментом для проведения точного картографирования местности (рисунок 4). Создаются опорные точки различными методами, главное условие яркий и заметный цвет - красный, синий.



Рисунок 4. Создание опорных точек

Сравнение затрат времени при использовании классического метода съемки (тахеометрического) и съемки при помощи БПЛА. В качестве задачи необходимо отснять участок сельскохозяйственных угодий прямоугольной формы, размерами 200х100 м., получить высотные отметки поля, для определения объема земляных работ под снятие ПРС (плодородно-растительного слоя), с целью получения высотных отметок, для корректной работы техники (экскаватора) в дальнейшем. При подсчете затрат времени примем что все специалисты являются опытными, и выполняют действия максимально быстро. Также исключим из суммарного времени затраты на личные нужды и время на доставку людей и оборудования до места работы.

Подсчет времени при использовании тахеометрической съемки. Для выполнения данной задачи требуется 2 человека – человек за тахеометром, человек с вешкой – помощник. Это обосновано тем, что съемку данного поля невозможно сделать в «без-отражательном режиме» съемки тахеометра, т.к. геодезист не сможет увидеть куда именно попадает лазерный луч прибора в силу расстояния и иных факторов. Поэтому данный вид съемки выполняется только с помощником, который будет ходить с вешкой.

Выводы и рекомендации (Conclusions and recommendations)

Временные затраты на выбор места установки прибора (станции) с которого должны быть видно весь участок съемки, либо хотя бы его половину. Далее, если примем за условие снимать данный участок местности квадратами шагом 5*5 метров, то: $(200/5)*(100/5)=40*20=800$ измерений на весь участок. Примем, что на одно измерение потребуется 1,5 минуты. 30 сек. на установку вешки по уровню, 30 сек. на наводку и съемку геодезистом и 30 сек. на выбор нового места установки и переход к нему. Следовательно, на съемку участка уйдет $800*90=72000$ сек., что равняется 20 часам рабочего времени. Это больше рабочего дня в 8 часов и составляет $20:8=2,5$ рабочих дня, без учета камеральной обработки данных, или 40 человеко-часов.

Подсчет времени при использовании квадрокоптера. Для выполнения данной задачи потребуется лишь один человек. Для этого необходимо нарисовать несколько опорных знаков на местности, на это уйдет 30 минут. На настройку оборудования уйдет 30 минут. На съемку самого участка размерами 200*100 метров уйдет 1 час, или 2 человека-часа. Соответственно, в первом случае, затраты времени в 20 раз больше. А во втором случае, эффективность по сравнению с первым составляет 2000%.

Библиографический список:

1. Беличев А.А., Гусев А.С. Некоторые аспекты применения беспилотных летательных аппаратов для повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий // В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. Сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2022. С. 429-431.

2. Гусев А.С., Варнина В.А., Броницкая С.А., Беличев А.А., Вяткина Г.В. Применение стереомодели при мониторинге земель сельскохозяйственного назначения // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 7.

3. Васенев И. Смарт-системы агроэкологического мониторинга для интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР) [Электронный ресурс] / Ресурсосберегающее земледелие. 2022. № 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr>

4. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>

5. Воронков И. В. Разработка методов и аппаратно-программных средств автоматизированного мониторинга и контроля выполнения посевных работ: дисс. ... канд. техн. наук. – Москва, 2018. – 147 с.

References:

1. Belichev A.A., Gusev A.S. Some aspects of the use of unmanned aerial vehicles to increase the efficiency of use of agricultural land // In the collection: Current problems of agricultural science: applied and research aspects. Collection of scientific works of the II All-Russian (national) scientific and practical conference. Nalchik, 2022. pp. 429-431.

2. Gusev A.S., Varnina V.A., Bronitskaya S.A., Belichev A.A., Vyatkina G.V. Application of a stereo model in monitoring agricultural land // Moscow Economic Journal. 2023. T. 8. No. 7.

3. Vasenev I. Smart systems of agroecological monitoring for intelligent decision support systems (DSS) [Electronic resource] / Resource-saving agriculture. 2022. No. 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr>

4. Departmental project “Digital Agriculture”: official publication. – M.: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019. – 48 p. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>

5. Voronkov I.V. Development of methods and hardware and software for automated monitoring and control of sowing operations: diss. ...cand. tech. Sci. – Moscow, 2018. – 147 p.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

Г.А. Иовлев^{1*}, И.И. Голдина¹

¹Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Аннотация: Парк сельскохозяйственной техники в России прирастает новинками из Китая и Индии. Вопрос в том, чтобы покупатели сделали правильный выбор, конкретный для данного хозяйства. В статье дано сравнение эксплуатационных показателей и экономической эффективности тракторов индийского производства Solis 90 и Solis 110, на основе нормативно-технических документов тракторов. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств проведен через производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), расход топлива взят для выполнения технологической операции культивация. Сравнительные характеристики представлены в таблицах. Сделан вывод, что трактор Solis 90 более предпочтителен для сельхозорганизаций с малыми объемами производства и для малых форм хозяйствования.

Ключевые слова: эксплуатационные свойства, индийские тракторы, китайские тракторы, балластирование, тяговое усилие.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF TRACTORS OF DIFFERENT ENGINE POWER

G.A. Iovlev^{1*}, I.I. Goldina¹

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Abstract: The fleet of agricultural machinery in Russia is growing with new products from China and India. The question is that buyers make the right choice, specific to a given farm. The article compares the performance and economic efficiency of the Indian-made tractors Solis 90 and Solis 110, based on the regulatory and technical documents of tractors. A comparative analysis of operational properties was carried out through the performance of the machine-tractor unit (MTA), fuel consumption was taken to perform the technological operation cultivation. Comparative characteristics are presented in tables. It is concluded that the Solis 90 tractor is more preferable for agricultural organizations with small production volumes and for small forms of management.

Keywords: operational properties, Indian tractors, Chinese tractors, ballasting, tractive effort.

Постановка проблемы (Introduction)

В сельскохозяйственном производстве, в сельхозорганизациях с различными объемами производства, крестьянских фермерских хозяйствах могут использоваться сельскохозяйственные

машины различной мощности, ширины захвата, пропускной способности молотильно-сепарирующего устройства, измельчающего устройства. Для эффективного ведения производства важно сформировать парк сельскохозяйственной техники, отвечающий требованиям оптимальных затрат при производстве работ, при поддержании его работоспособного состояния. То есть для каждого объёма производства, должен быть сформирован парк машин оптимальный по количеству, по мощности двигателя, по грузоподъёмности транспортных средств и т.д.

В силу сложившейся международной ситуации, на российском рынке сельскохозяйственной техники стали появляться тракторы китайского и индийского производства. Если тракторы китайского производства знакомы российскому сельхозтоваропроизводителю ещё с 2011 года (попытка производства тракторов тягового класса 1,4 т на Лежнёвском машиностроительном заводе в Ивановской области) [1,2], то тракторы индийского производства впервые были представлены в России в 2023 году. Трактор Solis 90 был представлен на выставке «Урал-Агро-2023» в АО «Б-Истокское РТПС». На этой выставке также были представлены нормативно-технические документы по трактору Solis 110. Сравнительные характеристики этих тракторов представим в табл. 1.

Таблица 1 - Технические характеристики тракторов.

Марка трактора	Технические характеристики					
	Эксплуатационная масса, кг	Номинальная мощность двигателя, л.с.	Энергонасыщенность, кВт/кН	Масса балластных грузов, кг	Количество передач	Диапазон передач, км/ч
Solis 90	3517	90	1,92	388	12/12	1,47-30,35
Solis 110	4650	107	1,73	462	24/24	0,57-36,58

Из табл. 1 видно, что у Solis 110 более значительная эксплуатационная масса, в 1,3 раза больше чем у Solis 90, номинальная мощность двигателя больше на 18,9%, в результате энергонасыщенность трактора ниже практически на 10%. Тракторы значительно отличаются количеством передач и диапазоном передач. Так у трактора Solis 90 в диапазоне рабочих передач (4,5-14,49 км/ч) – 6 передач, у Solis 110 (4,36-13,98 км/ч) – 10 рабочих передач. Более широкий диапазон рабочих даёт возможность эффективнее использовать тяговые свойства трактора.

Методология и методы исследования (Methods)

Для сравнительного технико-экономического анализа произведём расчёт эксплуатационных свойств данных тракторов и экономической эффективности их использования. Расчёты представим для трактора Solis 110 по характерным критериям и показателям (использование разных сельскохозяйственных машин, разных рабочих передач).

Для определения эксплуатационных свойств, используем показатели энергонасыщенности, эксплуатационной массы и варианты использования балластных грузов, оказывающие влияние на тяговые усилия трактора [3].

У трактора Solis 90 для повышения тяговых свойств, при его энергонасыщенности можно использовать следующие балластные грузы: держатель передних грузов – 72 кг, передние грузы – до 8 по 31 кг, задние грузы – по одному грузу на колесо по 34 кг. У Solis 110 - держатель передних грузов, передние грузы – до 10 по 31 кг, задние грузы – по одному грузу на колесо по 40 кг.

Для сравнительного анализа эксплуатационных свойств рассмотрим варианты догрузки трактора Solis 110 балластными грузами: 1 вариант – без догрузки; 2 вариант – держатель передних грузов – 72 кг; 3 вариант - держатель передних грузов – 72 кг + 4 передних груза по 31 кг; 4 вариант - держатель передних грузов – 72 кг + 6 передних грузов по 31 кг; 5 вариант - держатель передних грузов – 72 кг + 8 передних грузов по 31 кг ; 6 вариант - держатель передних грузов – 72 кг + 8 передних грузов по 31 кг + по 1 грузу на заднее колесо по 40 кг. 7 вариант - держатель передних грузов – 72 кг + 10 передних грузов по 31 кг + по 1 грузу на заднее колесо по 40 кг.

На основании предложенных вариантов балластирования, с учётом распределения эксплуатационной массы между осями, произведём расчёт эксплуатационного веса, энергонасыщенности, номинальных тяговых усилий, данные расчётов представим в табл. 2.

Таблица 2 - Эксплуатационный вес, энергонасыщенность, номинальные тяговые усилия, в зависимости от предложенных вариантов балластирования,

№ варианта	Передняя ось*, кг		Задняя ось, кг		Эксплуатационный вес, кг	Энергонасыщенность, кВт/кН	Номинальное тяговое усилие, кН
	Значение	%	Значение	%			
1	1586	34,1	3064	65,9	4650	1,73	17,9
2	1658	35,1	3064	64,9	4722	1,7	18,1
3	1782	36,8	3064	63,2	4846	1,66	18,6
4	1844	37,6	3064	62,4	4908	1,64	18,8
5	1906	38,3	3064	61,7	4970	1,62	19,1
6	1906	37,7	3144	62,3	5050	1,59	19,4
7	1968	38,5	3144	61,5	5112	1,57	19,6

Из информации, представленной в табл. 2, видно, что при использовании балластных грузов номинальное тяговое усилие трактора Solis 110 увеличилось на 9,5%. У трактора Solis 90 при использовании балластных грузов номинальное тяговое усилие увеличится на 11,1% (при

энергонасыщенности 1,92 кВт/кН у трактора Solis 90 номинальное тяговое усилие можно увеличить на 23,7%).

Используя диапазон рабочих передач, определим тяговые усилия на каждой рабочей передаче с учётом варианта балластирования, результаты расчётов представим в табл. 3.

Таблица 3 - Тяговые усилия трактора Solis 110 на различных передачах при различных вариантах догрузки.

Диапазон	Передача	Рабочая скорость, км/ч	Тяговое усилие, кН						
112	4	4,36	17,9	18,1	18,6	18,8	19,1	19,4	19,6
113	1	3,85	17,9	18,1	18,6	18,8	19,1	19,4	19,6
	2	5,61	16,9	17,0	17,5	17,8	18,0	18,3	18,5
	3	8,12	14,8	14,9	15,3	15,7	15,9	16,2	16,3
	4	11,75	11,7	11,8	12,2	12,6	12,9	13,1	13,2
2П1	1	1,65							
	2	2,41							
	3	3,49							
	4	5,05	17,3	17,5	18,0	18,2	18,5	18,8	19,0
2П2	1	4,45	17,8	18,0	18,5	18,7	19,0	19,3	19,5
	2	6,49	16,1	16,3	16,7	17,0	17,3	17,6	17,8
	3	9,39	13,7	13,8	14,2	14,6	14,9	15,1	15,2
	4	13,58	10,2	10,3	10,6	10,7	10,9	11,1	11,2
2П3	1	11,98	11,5	11,6	12,0	12,4	12,7	12,9	13,0

С учётом того, что при равной производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА), предпочтительными будут варианты МТА с более высокой рабочей скоростью, соответствующей агротехническим требованиям, поэтому для расчётов эксплуатационных свойств применим диапазон рабочих передач от 8,12 км/ч до 13,58 км/ч.

Сравнительный анализ эксплуатационных свойств проведём через производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), расход топлива при выполнении технологической операции культивация [5]. Исходные данные для расчётов: удельное сопротивление – 1,7 кН/м, коэффициент сопротивления перекачиванию – 0,15, запас тягового усилия 7,5%.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле: $R_a = R_m + R_f$

где R_m – тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН;

R_f – сопротивление перекачиванию сельскохозяйственной машины, кН.

Часовую производительность определим по формуле:

$$W_q = e B_p V_p = e \xi_B \xi_V \tau B_a V_T \quad (1)$$

где e – коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата. $e = 0,1$.

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; $B_p = \xi_B B_a$, где ξ_B – коэффициент использования ширины захвата учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной: $\xi_B = \frac{B_p}{B_a}$. При поверхностной обработке

$$\xi_B = 0,95-0,96.$$

V_p – рабочая скорость движения агрегата; $V_p = \xi_V V_T$, где ξ_V – коэффициент использования скорости: $\xi_V = \frac{V_p}{V_T}$. $\xi_V = 0,77$ для тракторов кл. 1,4-2 тс.

τ – коэффициент использования времени смены: $\tau = \frac{T_p}{T_{см}}$. При хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации $\tau = 0,7-0,8$.

$$\text{Расчёт расхода топлива. } g_{ГА} = \frac{G_{Т.Р} + G_{Т.П} + G_{Т.ПЕР} + G_{Т.ХД}}{W_q} \quad (2)$$

где $G_{Т.Р}$, $G_{Т.П}$, $G_{Т.ПЕР}$, $G_{Т.ХД}$ – средние часовые расходы топлива в течение смены, кг/ч при выполнении основной (чистой) работы, холостых ходов на поворотах, переездах и во время холостой работы двигателя (во время остановок агрегата с работающим двигателем). Средние часовые расходы топлива принимаются по справочным данным или расчётным путём через удельный расход топлива на 1 эф. л.с. и степень загрузки двигателя.

Для культиватора КПС-5 $R_a = 5 \times 1,7 + 0,15 \times 12,6 = 8,5 + 1,89 = 10,39$ кН.

Для культиватора КПС-6 $R_a = 6 \times 1,7 + 0,15 \times 13,6 = 10,2 + 2,04 = 12,24$ кН.

Расчёт эксплуатационных свойств в соответствии с вариантом догрузки балластными грузами [6]. Приведём примеры расчёта часовой производительности МТА и удельного расхода топлива при изменяющихся условиях технологического процесса: 1-й вариант для культиватора КПС-5; со 2-го по 6-й вариант изменяется расход топлива; 7-й вариант для культиватора КПС-6.

1 вариант. Для культиватора **КПС-5**. Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на 1 передаче диапазона 2ПЗ (11,98 км/ч) с тяговым усилием 11,5 кН с запасом тягового усилия.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 5 \times 0,77 \times 11,98 \times 0,75 = 3,3 \text{ га/ч}$$

$$g_{ГА} = \frac{11,29 \times 0,75 + 6,14 \times 0,25}{3,3} = \frac{8,47 + 1,53}{3,3} = 3,03 \text{ кг/га}$$

7 вариант. Для культиватора **КПС-6**. Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию на 4 передаче диапазона 1ПЗ (11,75 км/ч) с тяговым усилием 13,2 кН с запасом тягового усилия.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 6 \times 0,77 \times 11,75 \times 0,75 = 3,89 \text{ га/ч}$$

$$g_{ГА} = \frac{12,41 \times 0,75 + 6,75 \times 0,25}{3,89} = \frac{9,31 + 1,69}{3,89} = 2,83 \text{ кг/га}$$

Результаты расчётов влияния балластирования на производительность МТА, на расход топлива представим в табл. 4.

Таблица 4 - Влияние балластирования на производительность МТА, на расход топлива.

№ варианта	Марка СХМ	Часовая производительность, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га
1	КПС-5	3,3	3,03
2	КПС-5	3,3	3,08
3	КПС-5	3,3	3,16
4	КПС-5	3,3	3,2
5	КПС-5	3,3	3,24
6	КПС-5	3,3	3,29
7	КПС-6	3,89	2,83

Используя индексный метод, взяв за базисный 1-й вариант догрузки, определим оптимальный вариант догрузки балластными грузами.

1-й вариант – $1 + 1 = 2$ балла; 2-й вариант – $1 + 0,98 = 1,98$ балла; 3-й вариант – $1 + 0,96 = 1,96$ балла; 4-й вариант – $1 + 0,95 = 1,95$ балла; 5-й вариант – $1 + 0,93 = 1,93$ балла; 6-й вариант – $1 + 0,92 = 1,92$ балла; 7-й вариант – $1,18 + 1,07 = 2,25$ балла.

Оптимальным вариантом догрузки является 7-й вариант, т.е. держатель передних грузов – 72 кг + 10 передних грузов по 31 кг + по 1 грузу на заднее колесо по 40 кг, который обеспечивает максимальное тяговое усилие на всех рабочих передачах, максимальную производительность агрегата, минимальный удельный расход топлива.

Для сравнения технико-экономических показателей тракторов Solis 90 и Solis 110, представим эти показатели в табл. 5.

Таблица 5 – Эксплуатационные свойства тракторов.

Состав МТА		Показатели	
		Производительность, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га
Solis 90	КПС-4	3,2	2,55
Solis 110	КПС-6	3,89	2,83

Для определения экономической эффективности использования выше представленных тракторов, на технологической операции культивация, используем следующие исходные данные:

- стоимость трактора, культиватора;
- норма амортизации – 9,1% (для обеих машин);

- число рабочих дней в году – 247;
- стоимость дизельного топлива по состоянию на 01.06.2023 года;
- часовые тарифные ставки механизатора, на выполнении технологической операции культивация, для трактора данного тягового класса (взяты из технологических карт на производство зерновых в одной из сельскохозяйственных организаций Свердловской области).

Расчёты представим для трактора Solis 90, результаты расчётов для трактора Solis 110 представим в табл. 6.

Стоимость Solis 90 – 2863250 руб.

Стоимость культиватора КПС-4 – 239537 руб.

Амортизационные отчисления на единицу обрабатываемой площади определим по следующей формуле:

$$A_{ГА} = \frac{(C_{тр} + C_{к})N_{ам}}{D_p W_{см}}$$

где $C_{тр}$, $C_{к}$ - стоимость тракторов и культиватора соответственно, руб.;

$N_{ам}$ - норма амортизации, %;

D_p - число рабочих дней в году.

$$A_{ГА} = \frac{(2863250 + 239537) \times 9,1\%}{247 \times 32} = 35,72 \text{ руб./га}$$

Стоимость топлива, расходуемого на культивацию 1 га определяем по формуле:

$$Z_T = g_{ГА} C_T$$

где C_T – стоимость топлива, руб/кг.

$$Z_T = 2,55 \times 70,25 = 179,14 \text{ руб./га.}$$

Затраты на оплату труда определяются по формуле:

$$Z_{от} = \frac{\tau_{час}}{W_{ч}}$$

где $\tau_{час}$ – часовая тарифная ставка оплаты труда механизатора, руб.

$$Z_{от} = \frac{391,5}{3,2} = 122,34 \text{ руб./га}$$

Таблица 6 - Экономическая эффективность использования тракторов.

Состав агрегата	Затраты, руб./га			
	Амортизация	Затраты на топливо	Оплата труда	Всего
Solis 90 + КПС-4	35,72	179,14	122,34	337,2
Solis 110 + КПС-6	42,52	198,81	100,64	341,97

Из представленных данных видно, что экономическая эффективность использования тракторов практически одинакова и будет зависеть от интенсивности фактической эксплуатации, поэтому, для

сельскохозяйственных организаций, с небольшими объемами производства, более предпочтительным будет наличие в парке тракторов небольшой мощности [4].

Соотношение затрат, при использовании тракторов, с культиваторами различной ширины захвата, с оптимальной догрузкой балластными грузами, представлено на рис. 1.

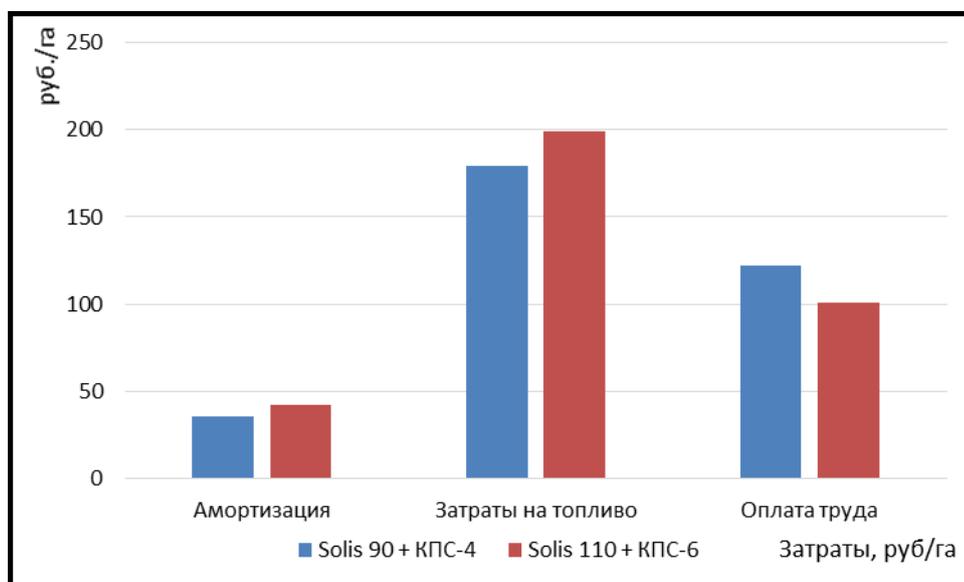


Рисунок 1. Структура затрат при разных составах МТА.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Трактор Solis 90, представленный на российском рынке в 2023 году имеет меньшую эксплуатационную массу по сравнению с Solis 110, меньшую мощность двигателя и меньшую массу балластных грузов. В результате трактор имеет более низкие тяговые свойства, меньшую часовую производительность, но имеет меньший удельный расход топлива. По предложенным вариантам догрузки балластными грузами, тяговое усилие трактора Solis 90 увеличилось на 11,1%, Solis 110 – на 9,5%, производительность соответственно увеличилась на 28,5% и 17,9%, удельный расход топлива снизился – на 34,8% и 6,6%. При сравнении экономической эффективности использования тракторов, Solis 90 немного, но эффективнее эксплуатации трактора Solis 110 – амортизация ниже на 16%, затраты на топливо ниже на 9,9%, затраты на оплату труда, в силу более низкой часовой производительности, выше на 21,6%.

Поэтому трактор Solis 90 более предпочтителен для сельхозорганизаций с малыми объемами производства и для малых форм хозяйствования.

Библиографический список:

1. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Исследование эксплуатационных свойств тракторов отечественного и китайского производства// Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 10. С. 93-100.

2. Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И. Сравнение эксплуатационных свойств китайских тракторов ZOOMLION и YTO// Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 4. С. 74-82.
3. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств тракторов белорусско-российского и китайского производства// Системы. Методы. Технологии. 2022. № 3 (55). С. 16-24.
4. Iovlev G.A., Sahakyan M.K., Nesgovorov A.G., Sadov A.A., Goldina I.I. Optimization of the harvesting and transport complex work in forage conservation// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012028.
5. Журавлев С.Ю. Повышение эффективности использования колесных тракторов на операциях почвообработки// Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2019. - № 57. - С. 205-209.
6. Шутенко В.В., Перевозчикова Н.В., Хорт Д.О. Сравнение эффективности использования балластных грузов и транспортно-технологических модулей для повышения тягово-сцепных свойств трактора// Инновации в сельском хозяйстве. 2019. - № 3 (32). - С. 162-168

References:

1. Iovlev G.A., Goldina I.I. Study of the performance properties of tractors of domestic and Chinese production// Economics of agriculture in Russia. 2022. No. 10. P. 93-100.
2. Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I. Comparison of operational properties of Chinese tractors ZOOMLION and YTO// Agricultural machines and technologies. 2022. V. 16. No. 4. S. 74-82.
3. Iovlev G.A., Goldina I.I. Comparative analysis of the operational properties of tractors of Belarusian-Russian and Chinese production // Systems. Methods. Technologies. 2022. No. 3 (55). pp. 16-24.
4. Iovlev G.A., Sahakyan M.K., Nesgovorov A.G., Sadov A.A., Goldina I.I. Optimization of the harvesting and complex transport work in forage conservation// In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. P. 012028.
5. Zhuravlev S.Yu. Improving the efficiency of the use of wheeled tractors in tillage operations // Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University, 2019. - No. 57. - P. 205-209.
6. Shutenko V.V., Perevozchikova N.V., Khort D.O. Comparison of the effectiveness of the use of ballast weights and transport-technological modules to improve the traction properties of the tractor// Innovations in agriculture. 2019. - No. 3 (32). - pp. 162-168

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МИСКАНТУСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

М. А. Хомякова^{1,2*}

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

²Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

*E-mail: homyakovama@mail.ru *

Аннотация: в данной статье исследуется экономический аспект выращивания мискантуса в Российской Федерации. Автор изучает особенности этого растения, его использование в хозяйстве и т. д. Анализ проведенных экспериментов показал, что мискантус адаптируется для выращивания в Российской Федерации и может быть использован в отечественном сельском хозяйстве. С экономической точки зрения данное растение требует минимум затрат, однако обладает высоким уровнем прироста, что делает мискантус перспективным для сельского хозяйства как сектора российской экономики.

Ключевые слова: сельское хозяйство; экономика сельского хозяйства; мискантус; экзотические растения; биотопливо

ECONOMIC PROSPECTS OF MISCANTHUS CULTIVATION IN THE RUSSIAN FEDERATION

M. A. Khomyakova^{1,2*}

¹ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russian Federation

*E-mail: homyakovama@mail.ru *

Abstract. this article examines the economic aspect of the cultivation of miscanthus in the Russian Federation. The author studies the features of this plant, its use in agriculture, etc. The analysis of the conducted experiments showed that miscanthus adapts to cultivation in the Russian Federation and can be used in domestic agriculture. From an economic point of view, this plant requires a minimum of costs, but has a high level of growth, which makes miscanthus promising for agriculture as a sector of the Russian economy.

Keywords: agriculture; agricultural economics; miscanthus; exotic plants; biofuels

Постановка проблемы (Introduction)

Чуть более пяти лет назад в российском сельском хозяйстве стали изучать особенности выращивания мискантуса, о чем свидетельствуют фундаментальные научные исследования [1]. Изучение данной сельскохозяйственной культуры обуславливается поиском быстро возобновляемых растительных источников для многоцелевого использования [2]. Мискантус – род многолетних травянистых растений семейства «злаки», в русскоязычной культуре известен также как «веерник» [3].

Родиной мискантуса являются страны Азии, Африки и Австралии, где его использовали в различных целях. На сегодняшний день мискантус используют в качестве биотоплива (что является

актуальным для нынешних российских в целом и мировых в частности реалий [4; 5]). Исследования говорят о том, что с одного посева мискантуса можно собирать урожай на протяжении тридцати лет в количестве до 30 тонн с гектара [6]. С одного растения можно получить примерно 1 кг биомассы, с гектара – около 20 тонн биомассы. Российские ученые рассматривают мискантус как альтернативу сырья для изготовления целлюлозных изделий [6].

Методология и методы исследования (Methods)

При написании данной работы использовались различные общенаучные и частнонаучные методы.

Благодаря методу толкования было дано определение понятия мискантуса. Изучение результатов экспериментов дало понимание возможности продолжения проведения исследований. Благодаря использованию методов аналогии, а также методом проб и ошибок стало возможным культивирование мискантуса в различных российских регионах. Метод моделирования позволил выявить экономические перспективы культивирования мискантуса в Российской Федерации.

Результаты и обсуждение (Results)

Несмотря на то, что изначально мискантус рос в странах с тропическим и субтропическим климатом, сегодня ведутся исследования по внедрению этой сельскохозяйственной культуры в российские реалии: экономическая выгода использования мискантуса очевидна. Несмотря на то, что его не принято употреблять в пищу, мискантус выполняет ряд других полезных функций, описанных выше.

В настоящее время опыты по выращиванию мискантуса проводятся в средней полосе России. Отмечается, что на территории Среднего Поволжья мискантус растет достаточно хорошо и может составить достойную конкуренцию древесине [7] по многим параметрам, включая экономический. Отмечается: «При однократной посадке мискантуса корневищами (ризомами) в течение 20–25 лет возможно ежегодное получение 8 т целлюлозы с 1 га в отличие от однократного получения 40 т целлюлозы с 1 га леса в возрасте 70–100 лет» [8].

Исследования показывают: при минимальных затратах на посев и выращивание, мискантус дает максимум урожая. Таким образом можно заявить о том, что мискантус является новой перспективной технической культурой для сельского хозяйства [9]. К примеру, выявлено, «что на производство 1 т соломы мискантуса гигантского по предложенной технологии производства, при плановой урожайности 15 т/га, потребуется 1370 рублей. На третий год использования выращивания культуры, рентабельность производства продукции в зависимости от исследуемых параметров урожайности (10 -15 -20 ц/га) составляет соответственно 94,6 - 192,0 - 287,2 %» [9]. Срок окупаемости посева в настоящих условиях составляет около пяти лет (на примере Калужской области) [10].

Если экономическая выгода культивирования мискантуса выявлена, то становится вопрос об адаптации данной культуры к российским условиям (на момент подготовки настоящего исследования мискантус выращивался в качестве эксперимента в регионах Российской Федерации с теплым климатом).

На взгляд автора настоящего исследования, необходимо продолжить культивацию мискантуса в регионах с мягкими погодными условиями, учитывая происхождение изучаемого растения. Постепенно предлагается адаптировать его для регионов с более суровым климатом. Как показала практика, данная методика помогает выращивать даже самые прихотливые растения в суровых российских условиях [11].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Несмотря на то, что мискантус исследуется российскими учеными не первый год, на сегодняшний день его все еще относят к экзотическим для нашей культуры растениям. Проведенные исследования говорят об экономической выгоде культивирования данного растения в сельском хозяйстве Российской Федерации. Несмотря на то, что родиной мискантуса являются теплые страны, это растение возможно адаптировать под российский климат, о чем свидетельствуют проводимые ранее российскими учеными опыты. Видя экономическую перспективу выращивания мискантуса в России, ученые Института цитологии и генетики Сибирского отделения РАН начинают внедрение мискантуса в российское сельское хозяйство [12]. Запущен опытный завод в Московской области, в Новосибирской и Калининградской областях определены площадки под выращивание мискантуса [13]. Судя по результатам проведенных ранее исследований, первую чистую прибыль можно будет получить уже к 2028 году.

Библиографический список:

1. Кудрина Е. М. Формирование продуктивности мискантуса гигантского в зависимости от способов борьбы с сорняками в лесостепи Среднего Поволжья: дисс. ... канд. ... сельскохозяйственных наук. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2018, 165 с.
2. Шумный В.К., Колчанов Н. А., Сакович Г. В. и др. Поиск возобновляемых источников целлюлозы для многоцелевого использования // Вестник ВОГиС. 2010б. Т. 14, №3. С. 569-578.
3. Цвелёв Н. Н. Злаки СССР / отв. ред. Ан. А. Фёдоров. Л.: Наука, 1976.
4. Хомякова М.А., Садов А.А. Экономические перспективы использования биотоплива // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2023. № 1 (17). С. 80-86.
5. Баженов А.А., Садов А.А. Использование возобновляемых источников энергии в России // Молодежь и наука. 2023. № 4.
6. Ученые ИЦиГ СО РАН предлагают достойную замену хлопчатнику [Электронный ресурс]: <https://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=f2b133c8-164a-44d8-8f3f-d2660c0bb0bf#content> (дата обращения: 07.11.2023).
7. Гущина В. А., Володькин А. А., Остробородова Н. И., Агапкин Н. Д., Летучий А. В. Особенности роста и развития интродуцента мискантуса гигантского (*MISCANTHUS GIGANTEUS*) в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 10 – 13.
8. Гущина В.А., Агапкин Н.Д., Борисова Е.Н. Адап-тация мискантуса гигантского первого года жизни к условиям Среднего Поволжья // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сб. материалов Меж-дунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2016. С. 14–18.

9. Кузнецова Л. В. Мискантус – новая перспективная техническая культура // Научные основы устойчивого развития сельскохозяйственного производства в современных условиях. Сборник научных трудов по материалам XVI научно-практической конференции с международным участием / ред. В.Н. Мазуров. Калуга, 2023. С. 194 – 202.

10. Кузнецова Л. В., Мазуров В. Н. Экономически обоснованная технологическая карта возделывания мискантуса гигантского (на примере Калужской области). *Аграрная наука*. 2023. № 5. С. 108 – 113.

11. Карпухин М.Ю., Хомякова М. А. Выращивание чеснока на зиму на Среднем Урале // Вклад молодых ученых в развитие АПК. Сборник тезисов, подготовленный в рамках Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и наука – 2022». Екатеринбург, 2022. С. 33 – 35.

12. Ученые РАН стали внедрять в России новую сельскохозяйственную культуру мискантус [Электронный ресурс]: <https://nsn.fm/nauka-i-tehnologii/uchenye-ran-stali-vnedryat-v-rossii-novuu-selskohozyaistvennuu-kulturu-miskantus> (дата обращения: 07.11.2023).

13. В России внедряют новую сельскохозяйственную культуру [Электронный ресурс]: <https://news.ru/society/v-rossii-vnedryayut-novuyu-selskohozyajstvennuyu-kulturu/> (дата обращения: 07.11.2023).

References:

1. Kudrina E. M. The formation of productivity of giant miscanthus depending on the methods of weed control in the forest-steppe of the Middle Volga region: diss. ... cand. ... agricultural sciences. Penza: Penza State Agrarian University. 2018, 165 p.

2. Shumny V.K., Kolchanov N. A., Sakovich G. V. et al. Search for renewable sources of cellulose for multipurpose use // *Vestnik VOGiS*. 2010b. Vol. 14, No. 3. pp. 569-578.

3. Tsvelev N. N. Cereals of the USSR / ed. An. A. Fedorov. L.: Nauka, 1976.

4. Khomyakova M.A., Sadov A.A. Economic prospects for the use of biofuels // *Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in agriculture*. 2023. No. 1 (17). pp. 80-86.

5. Bazhenov A.A., Sadov A.A. The use of renewable energy sources in Russia // *Youth and Science*. 2023. № 4.

6. Scientists of ICiG SB RAS offer a worthy replacement for cotton [Electronic resource]: <https://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=f2b133c8-164a-44d8-8f3f-d2660c0bb0bf#content> (accessed: 07.11.2023).

7. Gushchina V. A., Volodkin A. A., Ostroborodova N. I., Agapkin N. D., Letuchy A.V. Features of growth and development of the introduced giant miscanthus (*MISCANTHUS GIGANTEUS*) in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region // *Agrarian Scientific Journal*. 2018. No. 1. pp. 10-13.

8. Gushchina V.A., Agapkin N.D., Borisova E.N. Adaptation of the giant miscanthus of the first year of life to the conditions of the Middle Volga region // Problems and monitoring of natural ecosystems: collection of materials of the Inter-Dunar. scientific-practical conf. Penza, 2016. pp. 14-18.

9. Kuznetsova L. V. Miscanthus – a new promising technical culture // Scientific foundations of sustainable development of agricultural production in modern conditions. Collection of scientific papers based on the materials of the XVI scientific and practical conference with international participation / ed. V.N. Mazurov. Kaluga, 2023. pp. 194 – 202.

10. Kuznetsova L. V., Mazurov V. N. Economically justified technological map of cultivation of giant miscanthus (on the example of the Kaluga region). Agricultural science. 2023. No. 5. pp. 108 – 113.

11. Karpukhin M.Yu., Khomyakova M. A. Growing garlic for winter in the Middle Urals // Contribution of young scientists to the development of agriculture. A collection of abstracts prepared within the framework of the All-Russian scientific and Practical conference "Youth and Science – 2022". Yekaterinburg, 2022. pp. 33-35.

12. Scientists of the Russian Academy of Sciences began to introduce a new agricultural crop miscanthus in Russia [Electronic resource]: <https://nsn.fm/nauka-i-tehnologii/uchenye-ran-stali-vnedryat-v-rossii-novuu-selskohozyaistvennuu-kulturu-miskantus> (accessed: 07.11.2023).

13. A new agricultural crop is being introduced in Russia [Electronic resource]: <https://news.ru/society/v-rossii-vnedryayut-novuyu-selskohozyajstvennuyu-kulturu> / (accessed: 07.11.2023).