

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

МРНТИ 68.35.53

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/52>

А.С. Рзалиев¹, А.У. Серикбаев², Б. Жунусбаев^{1}, А.Б. Жунусбаев¹,
Д.Р. Бекназаров¹, Б.К. Сатыбай¹*

¹ *ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Казахстан,
rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru,
beknazarov.d.r@gmail.com, batyrkhan.satybay@mail.ru*

² *Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы
abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz*

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МУЛЬЧИРОВАНИЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРИСТВОЛЬНЫХ ПОЛОС ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ**

Аннотация

В современных интенсивных садах траву в междурядьях скашивают, измельчают и, после предварительного уплотнения, оставляют их на поверхности обработанной почвы в виде сечки. Сечка защищает почву от размывания и эрозии. Корни растений улучшают механическую структуру почвы: создаётся система корневых канальцев, накапливающие азот, а также – способствуют ускоренному образованию гумуса и накоплению продуктивной влаги в верхнем слое почвы на продолжительный промежуток времени. Почву в приствольных полосах обрабатывают механически или гербицидами. Однако вне зависимости от способа обработки приствольных полос, без предохранения поверхности почвы от иссушения невозможно обеспечить запас влаги. Проблему решают разными способами, в том числе и мульчированием поверхности приствольных полос.

Мульчирование положительно сказывается на физико-механических свойствах почвы, сохранении продуктивной влаги и приводит к повышению качества плодов и урожайности. Перспективным направлением является выращивание будущего материала для мульчирования поверхности приствольных полос в междурядьях сада, залуженных многолетними травами. Дефицит технических средств для мульчирования разнотравья в междурядьях плодовых деревьев с последующим уплотнением полученной резки и равномерное распределение их на поверхности обработанной приствольной полосы определяет актуальность настоящих исследований.

Предложена конструктивно-технологическая схема работы мульчирователя травяной растительности барабанного типа, технический результат - повышение степени измельчения травостоя. Приведены теоретические обоснования параметров работы мульчирователя разнотравья в приствольной полосе, получены аналитические зависимости, позволяющие определить основные конструктивно-режимные показатели и режимы работы мульчирователя, влияющие на качество выполнения технологического процесса. На основе теоретических и экспериментальных исследований на заводах ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» (НПЦАИ) будет изготовлен экспериментальный образец мульчирователя разнотравья.

Ключевые слова: почва, плодовые деревья, приствольная полоса, мульчирователь, степень измельчения.

Введение

В целях дальнейшего увеличения производства плодовой продукции предусматривается увеличение площади для закладки новых садов интенсивного типа.

Большинство садоводческих хозяйств располагают, в основном, отечественной техникой, состоящей из старых и малопроизводительных машин. В этой связи производители плодов сталкиваются с дефицитом современных средств механизации для обработки приствольных полос.

В качестве мульчматериала рационально использовать траву, скошенную в междурядьях. Однако конструкции существующих садовых косилок не обеспечивают перемещение в приствольные полосы и равномерное распределение там скашиваемой травы [1].

Одновременно остро стоят вопросы минимизации обработки почвы, ускоренного создания гумусового слоя в приствольных полосах плодовых деревьев, защиты почвы от эрозии и воспроизводства почвенного плодородия.

Таким образом, усовершенствование технологии и конструкции устройства, обеспечивающие выполнение технологической операции для обработки приствольных полос плодовых деревьев, сохранение и повышение плодородия почв является актуальной для садоводства.

Учеными ближнего и дальнего зарубежья проведены ряд теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию конструкций и технологии процесса мульчирования приствольных полос плодовых культур в интенсивных садах, рекомендованы машины и их оптимальные параметры, кинематические режимы работы. Однако рекомендованные машины не адаптированы природно-климатическим условиям и физико-механическим свойствам почвы юга Казахстана. В процессе эксплуатации требуется доработка отдельных параметров и режимов работы.

Выполненные нами исследования дополняют ранее проведенные исследования ученых путем обоснования и разработки устройства, адаптированное к местным условиям и позволяющее выполнять обработку приствольной полосы: срез травяной растительности в междурядьях, измельчение, подачу и равномерное распределение мульчматериала на приствольную полосу [2].

Большое разнообразие конструкций ножей применяемых в устройствах для измельчения стебельных растений затрудняет объективное выявление более эффективного из них [3].

Однако не все типы рабочих органов способны измельчать и расщеплять стебли. Измельченная и несколько расщепленная резка разнотравья играют важную роль при мульчировании почвы, т.к. они позволяют создать более мягкую массу мульчи на поверхности почвы, способствующие сохранению влаги.

Из анализа конструкций мульчирователей следует, что перспективным является барабанный тип рабочего органа, поскольку он позволяет эффективно применять как шарнирно подвешенные ножи, так и молотки различной конструкции [4].

Исследования измельчителей с шарнирно подвешенными ножами показали, что при шарнирной подвеске ножей исключаются их поломки при попадании в измельчающий аппарат посторонних твердых предметов. Кроме того, при шарнирной подвеске ножей обеспечивается снижение перегрузок барабана при чрезмерной подаче массы [5].

Целью работы является совершенствование технологии мульчирования приствольных полос интенсивных садов, обоснование параметров и показателей режимов работы мульчирователя, обеспечивающие измельчение травы в соответствии агротехническим требованиям, разработанных ТОО КазНИИЗиР.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена применительно к обработке приствольной полосы плодовых деревьев - срез, измельчение травяной растительности в междурядьях и качественное формирование мульчирующего слоя на поверхности почвы.

Методы исследования – информационный поиск по устройствам мульчирователей травяной растительности, теоретические исследования проводились с использованием известных законов математического анализа и теоретической механики, теории

сельскохозяйственных машин и методов измерений, регламентируемых нормативной документацией.

Результаты и обсуждение

При применении дерново-перегнойной системы, корни и частицы трав постепенно отмирают, обогащая почву органическим материалом, что способствует увеличению общего гумуса. При этом заметно улучшаются агрофизические показатели почвы: увеличивается коэффициент структурности, уменьшается плотность почвы, ее объемный и удельный вес, возрастает ее общая скважность, а также улучшается аэрация почвы. Мульчирование приствольной полосы травяной резкой создает покров, который предохраняет почву от испарения влаги и поддерживает оптимальную температуру. Мульчирование приствольной полосы способно качественно и эффективно заменить использование химического метода борьбы с сорной растительностью [6].

Покрытие приствольной полосы мульчирующим материалом увеличивает урожайность садов яблони на 19-36 % и повышает массу плода на 7-17 %, а также улучшает вегетативный рост [7].

Основным рабочим органом уборочных машин и механизмов, осуществляющим первичное взаимодействие с растениями, является режущий аппарат. От него зависит качество, эффективность среза и дальнейшей обработки стеблей (складывания, измельчения, плющения, обмолота и т. д.).

Наши теоретические исследования проводились на примере мульчирователя барабанного типа с шарнирно подвешенными ножами (рисунок 1).

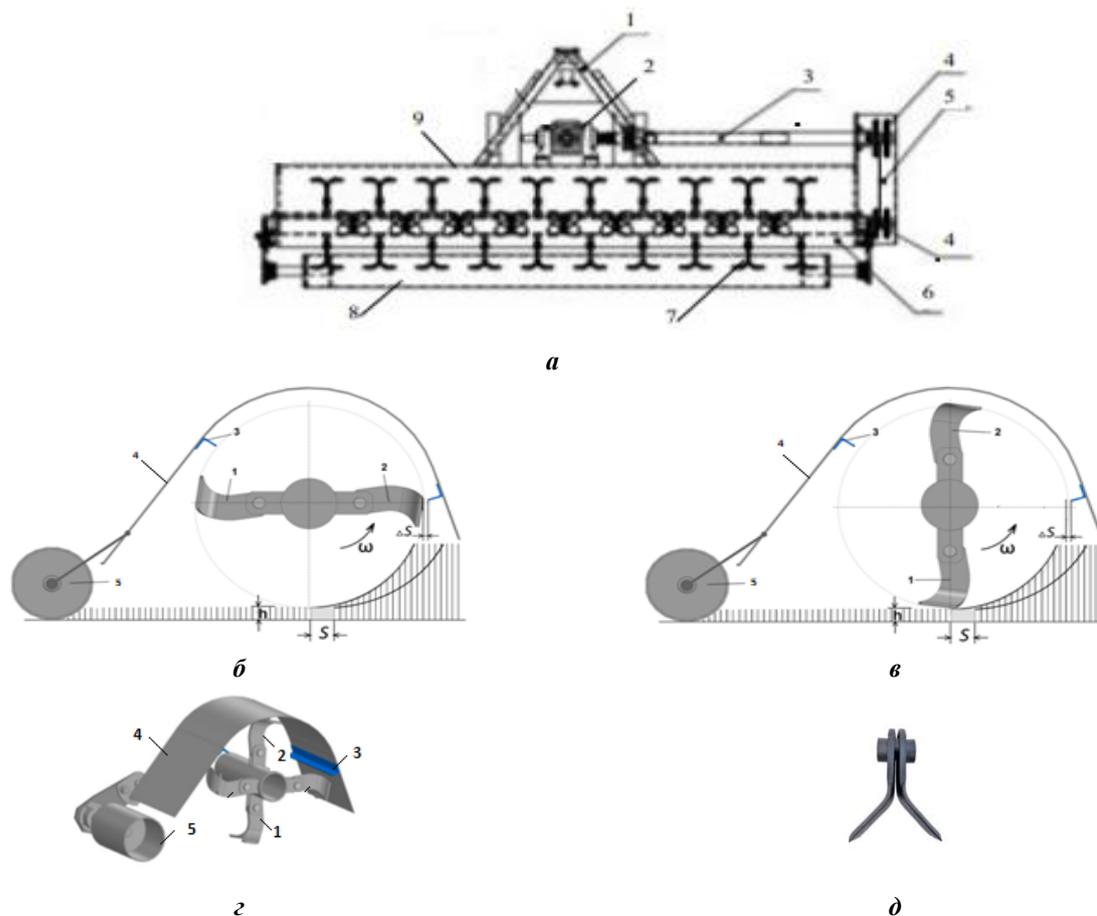


Рисунок 1 - Макетный образец мульчирователем и рабочие органы

а – схема мульчирователя с шарнирно подвешенными ножами: 1- навесное устройство; 2-редуктор; 3-приводной вал цепной передачи; 4-звездочки; 5-цепная передача; 6-барабан; 7 – «Г» - образные режущие ножи; 8-прикатывающий каток; 9-рама. **б, в, г** – схема измельчителя травы приствольной полосы плодовых деревьев: 1,2 - шарнирно подвешенные ножи; 3 - противорезы; 4 – направляющая измельченной травы; 5 - прикатывающий каток; **д** – вид «Г» - образного ножа;

Конструкция и принцип работы предлагаемой макетного образца мульчирователя. Предлагаемая конструкция мульчирователя (рисунок 1) состоит из рамы 9, присоединенная к навесному устройству 1. На раме 9 мульчирователя устанавливаются редуктор 2, барабан 6 с шарнирными ножами 7. Привод барабана 6 осуществляется от вала отбора мощности трактора, посредством редуктора 2, вала 3 привода цепной передачи 5 и звездочек 4. Режущие рабочие ножи 7 установлены на барабане шарнирно. Они способны «отклоняться» при встрече с посторонними твердыми предметами. В кожухе 9 мульчирователя имеется полость для выхода готовой мульчи. Мульчу уплотняет прикатывающий каток 8.

Технологический процесс протекает следующим образом: в процессе работы мульчирователя установленные на барабане 6 ножи 7 (рисунок1,а) совершают сложное движение, т.е. вращательное и поступательное движения.

Ножи 7 (рисунок 1,а) захватывают срезанную траву и переносят в зону измельчения. При прохождении зазора ΔS между противорезами 3 и торцом линейно вытянутых шарнирно установленных ножей мульчирователя (рисунок 1,б), трава подвергается измельчению. Барабан 6 с режущими ножами, имеющие более высокую частоту вращения, чем перемещаемая масса травы, при своем вращении дополнительно оказывает ударно-режущие воздействие на травяную резку. В результате чего резка разнотравья дополнительно измельчается, расщепляется и, обладая определенным запасом кинетической энергии, совершает вращательные движения. Под действием центробежной силы получает ускорение, а геометрия кожуха мульчирователя способствует воздушному потоку и мульче перемещаться по наклонной направляющей 4 (рисунок1,б) в полость для выхода готовой мульчи. В процессе поступательного движения агрегата, прикатывающий каток 8 уплотняет мульчу на выходе и оставляет её на поверхности почвы приствольной полосы.

Для разработки мульчирователя, который будет соответствовать основным условиям технологического процесса и агротехническим требованиям необходимо провести теоретические исследования.

Теоретические обоснования параметров мульчирователя барабанного типа.

В процессе работы, шарнирно установленные ножи-измельчители мульчирователя разнотравья, совершают вращательное движение в вертикальной и поступательное - в горизонтальной плоскостях, т.е. не только срезают растения, но и измельчают срезанную массу.

Из-за большой скорости вращения барабана с шарнирно установленными ножами, скошенная масса подвергается дополнительным ударным воздействиям ножей, что приводит дополнительному измельчению и расщеплению скошенной массы.

Определим параметры ножа мульчирователя.

Рабочие органы мульчирователя с горизонтальной осью вращения движутся по циклоидальной траектории, но расположены в вертикальной плоскости.

Скорость любой точки ножа мульчирователя представляет собой геометрическую сумму окружностей $V_{окр}$ и поступательной $V_{п}$ скоростей этой точки (рисунок 2).

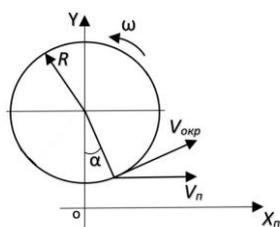


Рисунок 2- Схема определения траектории движения ножа

$$\frac{dx}{dt} = -V_{окр} + V_{п},$$

$$\frac{dy}{dt} = V_{окр} \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где $\alpha = \omega \cdot t$, угол поворота точки;
 ω - угловая скорость ножа;
 t - время поворота.

Окружная скорость $V_{окр} = \omega R$. Следовательно, из уравнения (1) [8,9,10]:

Учитывая, что $\sin(\omega t_c - \alpha) = \sqrt{1 - \cos^2(\omega t_c - \alpha)} = \sqrt{1 - (1 - \frac{\delta}{R})^2} =$
 $= \sqrt{2\frac{\delta}{R} - \frac{\delta^2}{R^2}} = \frac{1}{R} \sqrt{2\delta R - \delta^2}$ из (5-9) мы имеем:

$$l = x_c - S = V_{\Pi} t_c - \omega R \sin(\omega t_c - \alpha) - V_{\Pi} \frac{\alpha}{\omega} = V_{\Pi} \frac{1}{\omega} \{ \alpha + \arccos(1 - \frac{\delta}{R}) \} -$$

$$- \omega R \frac{1}{R} \sqrt{2\delta R - \delta^2} - V_{\Pi} \frac{\alpha}{\omega} = V_{\Pi} \frac{\arcsin(1 - \frac{\delta}{R})}{\omega} - \omega \sqrt{2\delta R - \delta^2}$$

Таким образом, мы получили зону резания ножа в проекции на оси OX. Фактический мы нашли часть длины циклоиды.

Теперь надо определить оптимальную скорость перемещения и оборот барабана с ножами, чтобы расстояние S между начальными точками первой и второй циклоиды были минимальными.

Поэтому мы рассмотрим случаи, когда $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ и $5 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, а обороты барабана с ножами $n = 1500; 2000; 3000; 4000$ и 5000 об/мин. В конце расчета составим сводную таблицу 1 и определим оптимальные параметры, т.е. $\min S = \min S(n, V_{\Pi})$. Так как расстояние S является функцией двух переменных:

- при $n=1500$ об/мин, $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; Длина циклоиды $S(1500, 2) = 2,35\text{см.}$
- при $n=1500$ об/мин, $V_{\Pi} = 5 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 139 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ $S(1500, 5) = 5,84\text{см.}$
- при $n=2000$ об/мин, $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(2000, 2) = 1,68\text{см.}$
- при $n=2000$ об/мин, $V_{\Pi} = 5 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 139 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(2000, 5) = 4,17\text{см.}$
- при $n=3000$ об/мин, $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(3000, 2) = 1,12\text{см.}$
- при $n=3000$ об/мин, $V_{\Pi} = 5 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 139 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ $S(3000, 5) = 2,78\text{см.}$
- при $n=4000$ об/мин, $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ $S(4000, 2) = 0,90\text{см.}$
- при $n=4000$ об/мин, $V_{\Pi} = 5 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 139 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(4000, 5) = 2,085 \text{ см.}$
- при $n=5000$ об/мин, $V_{\Pi} = 2 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(5000, 2) = 0,672\text{см.}$
- при $n=5000$ об/мин, $V_{\Pi} = 5 \frac{\text{км}}{\text{час}} = 139 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $S(5000, 5) = 1,668\text{см.}$

При постоянной скорости поступательного движения агрегата V_{Π} (2км/час или 5км/час), но при разных оборотах барабана, с шарнирно установленными ножами, определили время необходимое на один оборот ножа.

Таблица 1 - Сводная таблица по определению расстояния между начальными точками траекторий циклоиды

Показатели		Поступательная скорость агрегата, км/час		
		2 км/час	5 км/час	
Обороты барабана с ножами, n, об/мин	Время затрачиваемая на один оборот барабана t, с	Длина циклоиды (S) за один оборот ножа, см		
	1500	0,042	2,35	5,84
	2000	0,03	1,68	4,17
	3000	0,02	1,12	2,78
	4000	0,015	0,90	2,085
	5000	0,012	0,672	1,668

Из расчетных данных следует, что с увеличением числа оборота время, приходящаяся на один оборот барабана, уменьшается и изменяется по степенной функции распределения чисел, т.е. $y=78,024x^{-1,032}$.

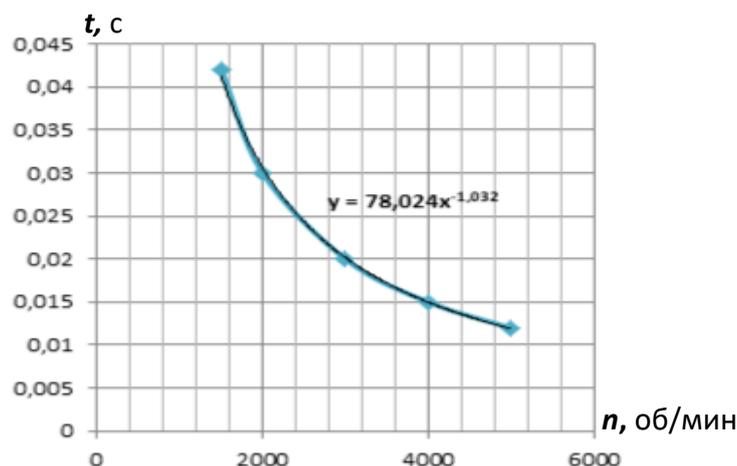


Рисунок 4. - График времени необходимый на один оборот барабана при разных оборотах барабана

По данным сводной таблицы 1 построен график изменения траектории циклоиды за один оборот ножей (рисунок 4).

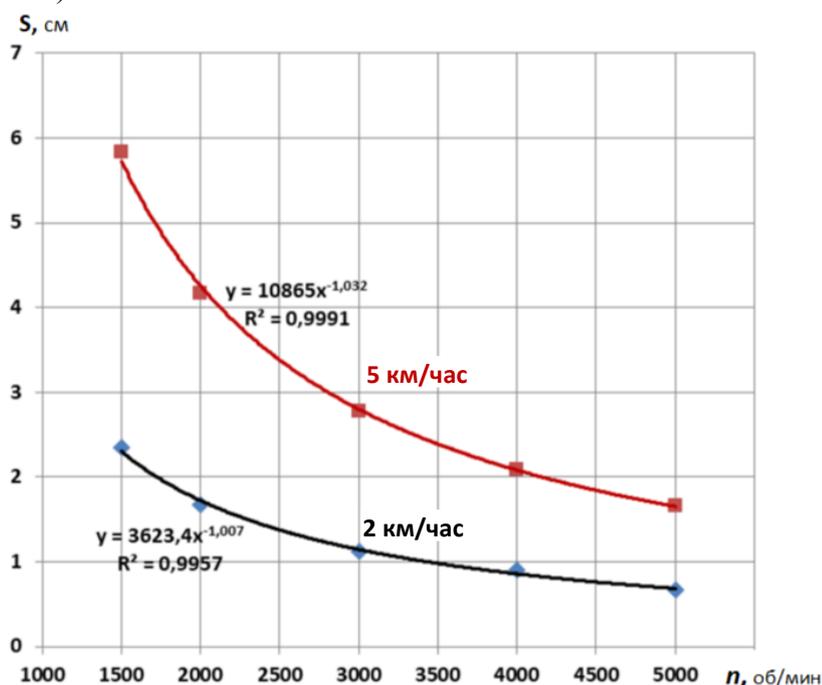


Рисунок 5. - График изменения траектории циклоиды за один оборот ножей.

Таким образом, оптимальный вариант минимизации функции $S=S(n, V_n)$ соответствует при $n=5000$ об/мин, $V_n = 2$ км/час

Из рисунка 3 видно, что длина резки разнотравья в приствольной зоне подчиняются неравенству: $0 \leq k \leq L - h$,

где h – высота среза травостоя в приствольной полосе;

L – высота травостоя;

$k = L - h$, максимальная длина резки скошенной травы.

Результаты теоретических исследований будут учтены при изготовлении опытного образца мульчирователя с горизонтальным барабаном с шарнирно установленными режущими ножами. При проведении экспериментов будет поведена оценка степени измельчения – гранулометрический состав измельченной мульчи.

Согласно плану НИР на первое полугодие 2025года разработаны:

- рабочие чертежи мульчирователя в КБ НПЦАИ и переданы на завод для их детализации;

- сборочные чертежи мульчирователя и переданы на завод для сборки устройства.

Выводы

1. Предложена новая конструктивно-технологическая схема мульчирователя с горизонтальным барабаном с шарнирно установленными режущими ножами для мульчирования травостоя в приствольной полосе плодовых деревьев в интенсивных садах.

2. Определены оптимальные конструктивно-технологические параметры предлагаемого мульчирователя травостоя в приствольной полосе плодовых деревьев.

3. Проведены расчеты по определению оптимальной скорости движения агрегата и вращения барабана с ножами для минимизации расстояния S между начальными точками первой и второй циклоиды.

Благодарность. Статья выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерства промышленности и строительства РК «Разработка и совершенствование технических средств и технологического оборудования, обеспечивающих реализацию научно-обоснованных технологий производства продукции растениеводства» на 2024-2026гг.

Список литературы

1. Хатунцев В.В. Технология и косилка для мульчирования приствольных полос в интенсивных садах: автореферат дисс. канд. техн. наук-Мичуринск-научоград РФ, 2009–19 с.

2. Рзалиев А., Нургожаев С., Голобородько В., Карманов Д., Бекбосынов С. Комбинированное орудие для измельчения и заделки сидератов в почву в южной зоне Казахстана. Журнал: Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты 2024.- № 2 (102). - С.497-508. <https://doi.org/10.37884/2-102-2024>

3. Ульянов В.М., Утолин В.В., Тугеев Д.Э., Ефремов Д.Н. Критерий рабочего процесса и конструкция измельчителя растительных материалов. Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16. № 1 (61). С. 66–75. https://doi.org/10.55618/20756704_2023_16_66-75

4. Вольвак С.Ф. Исследование измельчающих аппаратов незерновой части урожая зерновых культур с шарнирной подвеской ножей на барабане. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород: ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2015. – № 3 (7). – С. 9-16.

5. Бахарев Д.Н. Повышение эффективности технологического процесса обмолота и разработка конструкции молотилки початков кукурузы: автореферат дисс. канд. техн. наук – Луганск, 2007. – 18 с.

6. Смирнов, К.В. Виноградарство: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Плодоовощеводство и виноградарство». [Электронный ресурс] /К.В. Смирнов, Т.И. Калмыкова, Г.С. Морозова. – Режим доступа: <http://vinograd.info/info/vinogradarstvo>.

7. Алиев, Т.Г.–Г. Агробиологическое обоснование применения гербицидов в плодовых и ягодных насаждениях: автореф. дисс. доктора с.-х. наук – Мичуринск–научоград, 2007. – 47 с.

8. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Изд-во Лань, Санкт-Петербург, 2021, 468с.

9. Коровкин В.Н. и др. Учебное пособие по теоретической механике. Владимир, 2000, 152с.

10. Бойко Л.А. и др. Теоретическая механика, Владимир, 2003, 96с.

References

1. Hatuncev V.V. Tekhnologiya i kosilka dlya mul'chirovaniya pristvol'nyh polos v intensivnyh sadah: avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk - Michurinsk - naukoograd RF, 2009 – 20 s.

2. Rzaliev A., Nurgozhaev S., Goloborod'ko V., Karmanov D., Bekbosynov S. Kombinirovannoe orudie dlya izmel'cheniya i zadelki sideratov v pochvu v yuzhnoj zone Kazahstana. Zhurnal: Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty 2024.- № 2 (102). - S.497-508. <https://doi.org/10.37884/2-102-2024>

3. Ul'yanov V.M., Utolin V.V., Tugeev D.E., Efremov D.N. Kriterij rabocheho processa i konstrukciya izmel'chitelya rastitel'nyh materialov. Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2023. T. 16. № 1 (61). S. 66–75. https://doi.org/10.55618/20756704_2023_16_66-75

4. Vol'vak S.F. Issledovanie izmel'chayushchih apparatov nezernovoj chasti urozhaya zernovyh kul'tur s sharnirnoj podveskoj nozhej na barabane. Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – Belgorod: OOO Izdatel'sko-poligraficheskij centr «POLITERRA», 2015. – № 3 (7). – S. 9-16.

5. Baharev D.N. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo processa obmolota i razrabotka konstrukcii molotilki pochatkov kukuruzy: avtoreferat disc. kand. tekhn. nauk–Lugansk, 2007. 18 s.

6. Smirnov, K.B. Vinogradarstvo: uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij po special'nosti «Plodoovoshchevodstvo i vinogradarstvo». [Elektronnyj resurs] /K.V. Smirnov, T.I. Kalmykova, G.S. Morozova. – Rezhim dostupa: <http://vinograd.info/info/vinogradarstvo>.

7. Aliev, T.G.–G. Agrobiologicheskoe obosnovanie primeneniya gerbicidev v plodovyh i yagodnyh nasazhdeniyah: avtoref. diss. doktora s.-h. nauk – Michurinsk–naukograd, 2007. – 47 s.

8. Buhgol'c N.N. Osnovnoj kurs teoreticheskoy mekhaniki. Izd-vo Lan', Sankt-Peterburg, 2021, 468s.

9. Korovkin V.N. i dr. Uchebnoe posobie po teoreticheskoy mekhanike. Vladimir, 2000, 152s.

10. Bojko L.A. i dr. Teoreticheskaya mekhanika, Vladimir, 2003, 96s.

A.C. Рзалиев¹, А.У.Серікбаев², Б. Жунусбаев^{1}, А.Б. Жунусбаев¹,
Д.Р.Бекназаров¹, Б.К.Сатыбай¹*

¹ «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы ЖШС», Алматы қ., Қазақстан, rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru, beknazarov.d.r@gmail.com, batyrkhan.satybay@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

ЖЕМІС АҒАШТАРЫНЫҢ ДІҢ АЙНАЛАСЫ ЖОЛАҚТАРЫН ӨНДЕУ БАРЫСЫНДА МУЛЧА ЖАБЫНЫН ЖАСАУ ҮРДІСІН ТЕОРИЯЛЫҚ ЗЕРТЕУ Аңдатпа

Қазіргі қарқынды өсірілетін бақтарда ағаш қатараралықтарына көпжылдық шөп себіледі, ал дің маңайындағы жолақтар сүрі жер ретінде сақталады. Ол жолақтарға сидераттар себіледі. Қатараралықтарда өсірілген сидераттар жүйелі түрде шауып алынады, содан кейін ұсақталып, алдын ала нығыздағаннан кейін, өңделген жердің бетінде қиынды күйінде қалдырылады. Сидерат қиындылары азот, ақауыз, крахмал, қант, басқадай микроэлементтерге бай болғандықтан жер бетінде компост қалыптасады, ал ол топырақты шайылып кету мен эрозиядан қорғайды.

Өсімдіктер тамыры топырақтың механикалық құрылымын жақсартады: азот жинайтын тамыр арналарының жүйесі құрылады, сондай-ақ - ұзақ уақыт бойы топырақтың жоғарғы қабатында гумустың тез пайда болуымен пайдалы ылғалдың жиналуына ықпал етеді.

Дің айналасындағы жолақтар топырағын механикалық әдістер немесе гербицидтермен өңдейді. Алайда, дің айналасындағы жолақтарды өңдеу тәсіліне қарамастан, олардың бетін құрғап кетуден сақтамай, ылғал қорын қамтамасыз ету мүмкін емес. Проблеманы шешудің түрлі тәсілдері бар, солардың ішінде дің айналасындағы жолақтар бетін мулчирлеу. Мулчирлеу топырақтың физикалық-механикалық қасиеттері мен пайдалы ылғалдың сақталуына және жеміс сапасы мен өндірімділіктің артуына оң әсер етеді.

Бау қатараралықтарындағы дің айналасы жолақтарын мулчирлеуге келешекте қажетті материал болатын көпжылдық шөпті сол жолақтарға өсіру болашағы бар бағыт болып табылады. Аралас шөптерді мулчирлеуге арналған техникалық құралдардың тапшылығы мен дайын қиындыларды тығыздап және оларды өңделген дің айналасындағы жолақтар бетіне біркелкі жаю осы зерттеулер өзектілігін айқындайды.

Барабан түріндегі шөп өсімдіктерін мулчирлеуші жұмысының құрылымдық-технологиялық сұлбасы ұсынылады және оның техникалық нәтижесі - шөпті ұсақтау дәрежесін арттыру.

Дің айналасы жолақтарындағы аралас шөпті мулчирлеуші құралдың жұмыс атқару параметрлерінің теориялық негіздемесі келтірілген. Зерттеулер нәтижесінде технологиялық үрдістің орындалу сапасына мулчирлеуші құрал жұмысының негізі құрылымдық-режимдік көрсеткіштерін анықтауға мүмкіндік беретін талдамалық тәуелділіктер анықталды.

Теориялық және тәжірибелік зерттеулер негізінде «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС зауытында аралас шөпті мулчирлеу құралдың тәжірибелік үлгісі дайындалатын болады.

Кілт сөздер: топырақ, жеміс ағаштары, дің айналасындағы жолақ, мулчирлеуші, ұсақтау дәрежесі.

A.S. Rzaliev¹, A.U.Serikbayev², B. Zhunusbaev^{1}, A.B. Zhunusbaev¹,
D.R. Beknazarov¹, B.K. Satybay¹*

*«Scientific Production Center of Agricultural Engineering» LLP, Almaty, Kazakhstan,
rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru,
beknazarov.d.r@gmail.com, batyrkhan.satybay@mail.ru*

*² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz*

THEORETICAL STUDIES OF THE MULCHING PROCESS DURING THE TREATMENT OF NEAR-TRUNK ZONE OF FRUIT TREES

Abstract

In modern intensive gardens, the free part of the aisles is sown with perennial grasses, and the trunk strips are kept under black steam. The strips are sown with siderates. Siderates grown in row spacing are systematically mowed, crushed and, after preliminary compaction, left on the surface of the cultivated land in the form of a section. A section of siderates is rich in nitrogen, proteins, starch, sugars, and trace elements; at the same time, compost forms on the surface, and the soil is protected from erosion and erosion. Plant roots improve the mechanical structure of the soil: a system of root tubules is created that accumulate nitrogen, and they also contribute to the accelerated formation of humus and the accumulation of productive moisture in the upper soil layer for a long period of time.

The soil in the trunk strips is treated mechanically or with herbicides. However, regardless of the method of processing the trunk strips, it is impossible to provide a moisture reserve without protecting their surface from desiccation. The problem is solved in various ways, including mulching the surface of the trunk strips. Mulching has a positive effect on the physical and mechanical properties of the soil, the preservation of productive moisture and leads to an increase in fruit quality and yield.

A promising direction is the cultivation of future material for mulching the surface of the trunk strips in the aisles of the garden, tinted with perennial grasses. The lack of technical means for mulching various grasses in the aisles, followed by compaction of the resulting cutting and their distribution on the surface of the treated trunk strips determines the relevance of these studies.

A design and technological scheme for the operation of a drum-type grass mulcher is proposed, the technical result is an increase in the degree of crushing of the herbage.

The theoretical justification of the operation parameters of the mulcher of various grasses in the trunk strip is given. As a result of the research, analytical dependencies were obtained that make it possible to determine the main design and operating parameters of the mulcher for the quality of the technological process.

Based on theoretical and experimental research, an experimental sample of a mulcher of various grasses will be manufactured at the plants of Scientific and Production Center of Agroengineering LLP (SPCAE).

Keywords: soil, fruit trees, trunk strip, mulcher, degree of crushing.

Вклад авторов:

- 1. Рзалиев Аскар Сапашевич** – общее руководство исследованием;
- 2. Серикбаев Абдукарим Усерович** – теоретическое обоснование параметров;

3. Жунусбаев Бекмуханбет – теоретическое обоснование параметров;

4. Жунусбаев Алмаз Бекмуханбетович – обзор литературы, патентный поиск, разработка конструкции мульчирователя;

5. Бекназаров Даулет Рахматулович – обзор литературы, патентный поиск, разработка конструкции мульчирователя.

6. Сатыбай Батырхан Кайратулы – обзор литературы, патентный поиск, разработка конструкции мульчирователя.

IRSTI 68.85.31

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/53>

A.Alchimbayeva¹, L.Shibryaeva², M.Chaplygin²,
Zh.Sadykov¹, M.Zhetpeysov¹, Ye.Sarkynov¹

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, aigerim-kaz@mail.ru,
misha2728@yandex.ru, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, sadykov_50@list.ru,
yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz

² Federal Research Agro-Engineering Center VIM, Moscow, Russia,
lyudmila.shibryaeva@yandex.ru

THE INFLUENCE OF PULSED LOWFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD ON WHEAT SEEDS

Abstract

The article investigates the influence of low-intensity pulsed radiation electromagnetic fields on the cell structure of spring wheat seeds. The study reveals that exposure to this electromagnetic field prior to sowing in a controlled laboratory setting significantly enhances various growth parameters. Specifically, it increases the germination rate and overall germination success, as well as the mass of both sprouts and roots when compared to a control group that did not receive the treatment.

Data collected through optical microscopy from sections of both irradiated and unirradiated seeds, alongside results from differential scanning calorimetry, illustrate that the application of the electromagnetic field induces notable changes in cellular structure. Additionally, alterations in the mineral composition within the grains are observed, leading to the formation of associates and unique crystal structures of starches. These modifications enhance the rate of water diffusion through cell membranes, thereby accelerating seed germination and promoting more robust plant growth. This research underscores the potential of using electromagnetic fields as a beneficial tool in agricultural practices.

Keywords: *electromagnetic field of pulsed low-frequency radiation, irradiation mode, grain structure, optical microscopy*

Introduction

To date, among the scientific community and specialists of agriculture there is no consensus on the effectiveness of the treatment of biological systems by different types of electromagnetic radiation [1-4]. These facts prevent the introduction of physical stimulation of seeds of agricultural crops in industrial technology.

The ambiguity of the results of plant growth stimulation is associated with many factors that determine the nature of the impact of electromagnetic radiation. The main among them are: the nature of the biological object of influence, the type of source of energy impact, technological parameters of impact. Of great importance is the high sensitivity of plant cells to frequency characteristics, intensity, radiation dose, exposure time [8]. The quantum of light incident on plants, the energy