



ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

✉ Кузина Е.В.

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук
Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

✉ e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Представлена оценка агроэкономической эффективности различных систем обработки почвы под горчицу, возделываемую в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – горчица. Эксперименты заложены в полевом опыте в лесостепной зоне Среднего Поволжья в 2019–2021 гг. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднесиловый тяжелосуглинистый. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса от 5,8 до 6,1%, обеспеченность подвижным фосфором высокая (226 мг/кг), калием средняя (92 мг/кг), реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6). Объект исследования – горчица сорта Рапсодия, предмет исследования – системы обработки почвы. Установлена целесообразность замены ежегодной классической вспашки на дифференцированную в севообороте обработку, основанную на чередовании глубокой вспашки и поверхностной дисковой обработки. Она положительно влияет на процесс формирования агрофизических, биологических и агрохимических свойств почвы, способствует сохранению запасов продуктивной влаги, помогает снизить засоренность посевов. Данная обработка приводит к достоверному росту урожайности на 0,11 т/га, позволяет получить продукцию с наивысшей рентабельностью 199% (в среднем по фонам) и наибольшим энергетическим коэффициентом 1,33, что на 71 и 22% выше, чем на варианте с ежегодной отвальной обработкой. Отмечено, что применяемые минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ не дали должного эффекта. Отсутствие роста урожайности привело к формированию отрицательных экономических показателей при внесении минеральных удобрений на всех изучаемых вариантах, за исключением дифференцированной в севообороте обработки. В данном варианте отмечено максимальное увеличение урожайности на 0,25 т/га и стоимости валовой продукции на 7500 р./га, что на 1521 р./га выше возросших производственных затрат. На варианте с ежегодной отвальной обработкой внесение удобрений сопровождалось снижением чистого дохода и уровня рентабельности на 965 р./га и 75% относительно неудобренного фона, что свидетельствует об убыточности применения удобрений.

Ключевые слова: горчица, обработка почвы, плотность сложения, запасы продуктивной влаги, урожайность, рентабельность

DIFFERENTIATED TILLAGE SYSTEM IN THE FOREST- STEPPE ZONE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

✉ Kuzina E.V.

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture n.a. N.S. Nemtsev –
Branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Timiryazevsky settl., Ulyanovsk Region, Russia

✉ e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Evaluation of agro-economic efficiency of different tillage systems for mustard, cultivated in a grain fallow rotation with the following alternation of crops: complete fallow - winter wheat - spring

wheat - mustard is presented. The experiments were made in a field experiment in the forest-steppe zone of the Middle Volga region in 2019-2021. The soil of the experimental plot is slightly leached medium-powered heavy loamy chernozem. Tillage horizon is characterized by the following agrochemical parameters: humus content of 5.8 to 6.1%, the provision of mobile phosphorus is high (226 mg/kg), the potassium is medium (92 mg/kg), the reaction of the soil solution is close to neutral (pH 6.6). The object of the study is the mustard variety Rhapsody, the subject of the study is soil tillage systems. The expediency of replacing the annual classic plowing with a differentiated treatment in the rotation, based on the alternation of deep plowing and surface disc cultivation is established. It positively affects the process of formation of agrophysical, biological and agrochemical properties of soil, contributes to the conservation of productive moisture reserves, and helps to reduce weed infestation of crops. This treatment leads to a significant increase in the yield by 0.11 t/ha, allows for the highest yields of 199% (on average for the backgrounds) and the highest energy factor of 1.33, which is 71 and 22% higher than on the option with the annual mouldboard plowing. It was noted that the used mineral fertilizers at a dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$ did not produce the desired effect. Lack of yield growth led to the formation of negative economic indicators when making mineral fertilizers in all the variants studied, with the exception of differentiated treatment in the rotation. In this variant, the maximum increase in the yield by 0.25 t/ha and the cost of gross output by 7500 rubles/ha, which is 1521 rubles/ha higher than the increased production costs is noted. In the option with annual mouldboard plowing fertilization was accompanied by a decrease in the net income and profitability levels by 965 rubles/ha and 75% relative to the non-fertilized background, indicating that the unprofitable use of fertilizers.

Keywords: mustard, tillage, bulk density, productive moisture reserves, yield, profitability

Для цитирования: Кузина Е.В. Дифференцированная система обработки почвы в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 1. С. 5–13. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-1>

For citation: Kuzina E.V. Differentiated tillage system in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 1, pp. 5–13. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-1>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Обработка почвы влияет на все свойства почвы и регулирует большинство факторов жизни растений. Неправильное ее применение может нанести большой вред почве [1–3]. Выбор системы обработки почвы всегда был наиболее противоречивым и актуальным в процессе агрономической практики. Различные мнения о необходимости глубокого и активного рыхления, особенно с оборотом пласта, в настоящее время приводят на практике к минимизации обработки почвы с сокращением глубины и числа обработок [4–8]. Однако переход от вспашки к длительному применению рыхления и особенно к поверхностным или минимальным обработкам порождает негативные явления. В их числе: увеличение засоренности посе-

вов, снижение водопроницаемости верхнего слоя и т.д. Все это может приводить к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [9–11]. В связи с этим наиболее согласованной системой обработки почвы является дифференцированная, состоящая из различного рода комбинаций приемов отвальной и безотвальной обработок [12, 13]. Проблемы повышения засоренности полей и ухудшения агрофизических свойств почвы после отказа от интенсивного механического вмешательства решаются путем периодического применения вспашки под наиболее требовательные культуры [14–16].

Большое разнообразие почвенного покрова не позволило до настоящего времени дать точную агроэкономическую характеристику различным способам и глубине основной обработки почвы, применяемым в

сельскохозяйственном производстве. Поэтому разработка ресурсосберегающих систем обработки, обеспечивающих оптимизацию свойств почвы, почвенных режимов, фитосанитарного состояния и воспроизводства плодородия, является актуальной.

Цель исследований – сравнительная агротехнологическая и экономическая оценка систем обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в полевом опыте в Ульяновском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Ульяновском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН) в 2019–2021 гг. Объектами исследований служили горчица белая Рапсодия, чернозем выщелоченный. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднесуглинистый со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса от 5,8 до 6,1%, обеспеченность подвижным фосфором очень высокая (226 мг/кг), калием средняя (92 мг/кг), реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6).

Предмет исследований – шесть систем обработки почвы (фактор *A*):

- отвальная (контроль): вспашка на 20–22 см ПЛН-4-35;
- дифференцированная разноглубинная: чередование вспашки на 25–27 см ПЛН-4-35 и дискования на 6–8 см;
- без основной осенней обработки, весной – мелкая мульчирующая обработка: на 10–12 см АПК-3;
- гребнекульная: ОП-3С на 13–15 см;
- дисковая: БДМу на 6–8 см;
- плоскорезная: КПШ-3 на 13–15 см.

Приемы основной обработки почвы применяли систематически с 2015 г. для каждого варианта.

Эффективность различных систем основной обработки почвы изучали на двух фонах

(фактор *B*):

- без удобрений (контроль);
- фон ($N_{30}P_{30}K_{30}$).

В качестве минеральных удобрений применена азофоска (азотно-фосфорно-калийное удобрение) марка $N : P : K = 15 : 15 : 15$, которую вносили поверхностно разбросным способом под предпосевную культивацию.

Предпосевная обработка почвы состояла из ранневесеннего боронования в апреле и предпосевной культивации. Посев проводили в I декаде мая дисковой сеялкой СЗ-5,4 сплошным способом сева с шириной междурядий 15 см, нормой высева 1,5–2,0 млн шт. всхожих семян/га на глубину 3–4 см. Регулировка глубины заделки семян в почву на всех изучаемых вариантах проведена изменением глубины хода сошников с помощью винта регулятора заглубления, расположенного на снице сеялки. Минимальное заглубление (примерно 4 см) достигалось при полностью вывинченном винте, при этом шток гидроцилиндра был полностью втянут.

Расположение делянок в опыте систематическое, размер вариантов по основной обработке почвы – 500 м², размер посевной площади делянки – 250 м² (10 × 25), учетная площадь – 125 м² (5 × 25). Повторность четырехкратная.

Системы обработки почвы изучены в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – яровая пшеница; 4 – горчица; 5 – озимая пшеница; 6 – ячмень.

Наблюдения, определения и учеты проведены по общепринятым методикам. Учет засоренности посевов проводили на площадках 0,25 м² по 8 шт. на первой и третьей повторности в три срока, метод учета – количественно-весовой, показатели переводили на 1 м². Учет проводили в период появления массовых всходов в середине вегетации культуры и перед уборкой. Влажность почвы определяли методом высушивания. Пробы отбирали на двух несмежных повторностях по две скважины послойно через 10 см глубиной до 1 м весной и осенью после уборки. Взятые образцы помещали в бьюксы,

взвешивали, высушивали при температуре 140 °С в течение 6 ч. Содержание влаги в почве вычисляли в процентах от абсолютно-сухой почвы и в миллиметрах продуктивной влаги. Плотность почвы определена методом режущих колец, путем отбора проб с ненарушенным сложением (г/см^3) в первой и третьей повторности, образцы отбирали в середине вегетации культуры в слоях почвы 0–10, 10–20 и 20–30 см. Структурно-агрегатный состав почвы определен перед уборкой культуры по методу Н.И. Савинова. Почву фракционировали на ситах в воздушно-сухом состоянии (сухое просеивание). Среднюю пробу (2,5 кг) разделяли на фракции: 10, 10–7, 7–5, 5–3, 3–2, 2–1, 1,0–0,5, 0,5–0,25 и 0,25 мм. Каждую фракцию собирали, отдельно взвешивали и рассчитывали ее процентное содержание. Фракцию менее 0,25 мм рассчитывали по разности между взятой для анализа почвой и суммой фракций более 0,25 мм. За 100% принята вся взятая для анализа навеска.

Содержание N-NO_3 определяли дисульфифеноловым методом по Грандваль-Ляжу (ГОСТ 26951–86) в почвенных образцах, отобранных в пахотном слое буром Малькова в сроки: весной (посев – всходы), в цветение и перед уборкой культуры в слоях почвы 0–10, 10–20 и 20–30 см.

Биологическая активность почвы определена методом льняных полотен – «аппликаций» по Вострову и Петровой за период

инкубации (посев – уборка) в трехкратной повторности по слоям 0–10, 10–20, 20–30 см (размер аппликаций 8×8 см). Учет урожайности проводили путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном СК-5. Данные по учету приводили к 100%-й чистоте и 8%-й влажности (ГОСТ 10856). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программ Agros, Microsoft Office Excel, Statistica.

Экономическая эффективность различных технологий основной обработки почвы, систем защиты растений проанализирована расчетно-нормативным методом и проведена по методическим рекомендациям Министерства сельского хозяйства РФ. Энергетическая оценка возделывания выполнена в соответствии с методикой по энергетической оценке севооборотов и технологий выращивания сельскохозяйственных культур (Е.Н. Базаров, Е.В. Глинка, 1983 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что дифференцированная обработка почвы превосходила другие сравниваемые виды основной обработки по всем параметрам. Она формировала оптимальную плотность сложения для роста и развития растений горчицы перед посевом $1,07 \text{ г/см}^3$ (см. табл. 1). Обработка создавала благоприятные усло-

Табл. 1. Изменение свойств почвы в зависимости от ее обработки

Table 1. Changes in the soil properties depending on its processing

Вариант обработки	Слой почвы 0–30 см			
	Плотность, г/см^3	Структура, фракция 10,0–0,25 мм, %	Биологическая активность, %	N-NO_3 , мг/100 г почвы
1. Отвальная на 20–22 см	1,09	77,1	41,0	4,41
2. Дифференцированная	1,07	79,2	46,4	5,30
3. Мульчирующая на 10–12 см (весной)	1,24	76,3	34,6	2,23
4. Гребнекулисная на 13–15 см	1,17	78,5	37,2	4,55
5. Дисковая на 6–8 см	1,25	79,3	35,8	3,01
6. Плоскорезная на 13–15 см	1,13	79,4	40,7	3,06
$\text{НСР}_{0,05}$ (факторы АВ)	0,05	1,36	2,05	0,23

вия для образования агрономически ценной структуры, содержание которой по сравнению с традиционной ежегодной вспашкой увеличивалось на 2,1%, повышала микробиологическую деятельность и обеспеченность почвы нитратной формой азота в пахотном слое почвы на 5,4 и 20,0%, обеспечивала лучшие условия накопления и сохранения влаги в течение всей вегетации горчицы (см. рисунок).

Также за счет чередования способов отвальной и безотвальной дисковой обработок на разную глубину отмечено снижение потенциального запаса семян сорняков и улучшение фитосанитарного состояния в агроэкосистеме. Развитие сорной растительности в посевах горчицы по общей численности сорняков снижалось на 7%, по их воздушно-сухой массе – на 17% в сравнении с отвальной обработкой. Это очень важно, так как при выборе систем основной обработки почвы повышение их противосорняковой эффективности играет решающую роль и является одной из основных задач в сельском хозяйстве.

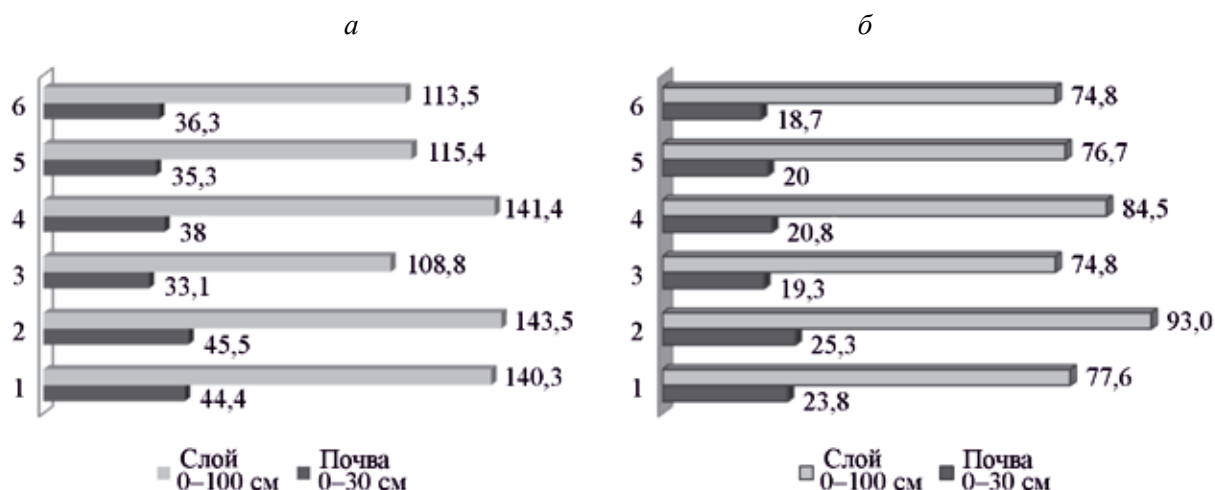
Варианты с плоскорезной, гребнекульной и поверхностной обработкой дисковой бороной характеризовались более высокой засоренностью по сравнению с отвальной обработкой. На этих вариантах увеличение

общей численности и массы сорняков в среднем составило соответственно 45–57–42 и 34–20–28% относительно контроля.

Уровень продуктивности масла семян горчицы существенно изменялся как по годам исследований, так и по вариантам опыта. Максимальная продуктивность культуры формировалась на вариантах с дисковой и дифференцированной обработкой соответственно 1,08–1,09 т/га, что превышало показатель урожайности на контроле на 0,10–0,11 т/га. При этом все бесплужные обработки по величине урожая семян горчицы не уступали контролю (отвальной обработке на 20–22 см), за исключением мелкой весенней обработки, где урожайность была ниже на 0,18 т/га (при $НСР_{0,05} AB = 0,049$ т/га).

Как известно, основные элементы питания растений оказывают существенное влияние на биохимические и физиологические процессы, протекающие в растениях на протяжении всего периода вегетации, и, следовательно, на величину и качество урожая. Эффективность применяемых удобрений определяется уровнем содержания элементов питания в почве, условиями влагообеспеченности, температурным режимом и биологическими особенностями сортов горчицы.

Применение минеральных удобрений под предпосевную культивацию на различ-



Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги в посевах горчицы, 2019–2021 гг., мм:

а – весной; б – в уборку; 1–6 – варианты обработки (см. табл. 1)

Influence of tillage methods on the reserves of productive moisture in mustard crops, 2019–2021, mm

а - in spring; б - during harvesting; 1-6 - treatment options (see Table 1)

ных вариантах основной обработки оказало неоднозначное влияние на урожайность. Внесение удобрений дало достоверную прибавку урожайности изучаемой культуры. В среднем по способам обработки почвы урожайность горчицы на естественном фоне плодородия составила 0,90 т/га. При внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ продуктивность повысилась относительно естественного фона на 0,19 т/га (см. табл. 2).

Наибольшая отзывчивость в сборе семян от удобрений отмечена на варианте с дифференцированной обработкой, где прибавка составила 0,25 т/га относительно неудобренного фона соответствующей обработки и 0,33 т/га в сравнении с неудобренным вариантом вспашки. На контроле при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность культуры повысилась на 0,18 т/га. На оставшихся вариантах результативность применения минеральных удобрений составила 0,13–0,22 т/га относительно естественного фона.

Лучшие экономические показатели достигнуты в технологии, основанной на дифференцированной в севообороте обработке, которая позволила значительно снизить трудовые, энергетические и материально-денежные затраты на основную обработку почвы и при этом получить урожай выше, чем на вспашке. Общие затраты на про-

изводство семян горчицы при ежегодной отвальной обработке в среднем по фонам составили 12 875 р./га, себестоимость 1 т семян – 11 913 р., на варианте с дифференцированной обработкой эти показатели были ниже соответственно на 15–25%. Условно чистый доход и рентабельность по отвальной обработке составили 16 524 р./га и 128%, на варианте с дифференцированной обработкой эти показатели были выше на 32 и 71%. Варианты гребнекулисной, плоскорезной и поверхностной обработки дисковой бороной по эффективности уступали дифференцированной обработке, однако имели показатели лучше, чем на контроле. Они обеспечили снижение производственных затрат по сравнению с отвальной обработкой соответственно на 12–13–15%, что позволило снизить себестоимость полученной продукции на 15–16–24% и повысить рентабельность производства на 39–66%. При одинаковой цене реализации стоимость продукции находится в прямой зависимости от величины урожайности. Снижение урожайности горчицы на варианте с мелкой весенней обработкой повлекло за собой снижение прибыли с одного гектара пашни. В связи с этим себестоимость масла семян повышалась на 6%, а рентабельность их производства снижалась на 17% по сравнению с контролем.

Табл. 2. Изменение урожайности горчицы в зависимости от способов обработки почвы, и внесения удобрений (2019–2021 гг.), т/га

Table 2. Change in the yield of mustard depending on the methods of tillage and fertilization (2019–2021), t/ha

Вариант обработки	Фон		Среднее по варианту
	$N_0P_0K_0$	$N_{30}P_{30}K_{30}$	
Отвальная на 20–22 см	0,89	1,07	0,98
Дифференцированная	0,97	1,22	1,09
Мульчирующая на 10–12 см (весной)	0,69	0,91	0,80
Гребнекулисная на 13–15 см	0,95	1,08	1,01
Дисковая на 6–8 см	1,01	1,15	1,08
Плоскорезная на 13–15 см	0,90	1,10	1,00
Среднее	0,90	1,09	–

$HCp_{0,05}$ $A - 0,035$ (обработки) $B - 0,020$ (удобрения) $AB - 0,049$

Из-за низкой продуктивной влаги в почве минеральные удобрения не дали должного эффекта. Использование минеральных удобрений позволило поднять выход семян с единицы площади в среднем по вариантам обработки всего на 0,19 т/га, что увеличило стоимость продукции на 21% по сравнению с неудобренным фоном. В то же время затраты на производство продукции на удобренном фоне увеличивались на 77%, поэтому уровень рентабельности в этом варианте был ниже на 105% по сравнению с неудобренным фоном. В среднем по фону $N_{30}P_{30}K_{30}$ прибавка урожая от применения удобрений составила 0,95 кг масла семян на каждый килограмм удобрений и не окупала денежные затраты, израсходованные на приобретение и внесение удобрений.

Так как на различных вариантах обработки удобрения обеспечивали неравную дополнительную прибавку урожая, они различались по окупаемости единицы внесенных удобрений дополнительно полученной прибавкой урожая. Наибольшая отзывчивость в сборе семян от удобрений, отмеченная на варианте с дифференцированной обработкой, обеспечила максимальную прибавку урожая от применения удобрений в размере 1,25 кг семян на каждый килограмм удобрений. Это окупало денежные затраты, израсходованные на приобретение и внесение удобрений соответственно на 126% против контроля, где окупаемость не превышала 90%.

Затраты совокупной техногенной энергии при возделывании горчицы по вариантам опыта изменялись в среднем по фону от 35 320 МДж/га (на варианте поверхностной обработки дисковой бороной) до 38 600 МДж/га (на вспашке). Различия между этими вариантами составили 3280 МДж/га, или 9%. Максимальное количество биогенной энергии, накопленной в хозяйственно ценной части культуры, отмечено на варианте с дифференцированной обработкой (47 143 МДж/га). Различия в накоплении биогенной энергии между ежегодной отвальной и безотвальными обработками были в пределах 3–10%. Мелкая весенняя обработка, несмотря на меньшие

энергозатраты на технологию возделывания, снижала энергетическую эффективность по сравнению с отвальной обработкой, что объясняется недобором в накоплении энергии полученной продукции на 18%.

Коэффициент энергетической эффективности возделывания горчицы с учетом затрат техногенной энергии по вариантам опыта изменялся от 0,95 до 1,33. Наибольшие значения были получены на варианте с дисковой и дифференцированной обработкой, что превысило его показатели по сравнению с отвальной обработкой на 21–22%. Разница между отвальной, гребнекулисной и плоскорезной обработками составила 10% в пользу последних.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований наиболее благоприятные условия для роста и развития горчицы отмечены на фоне дифференцированной в севообороте обработки с элементами минимализации (применение после глубокой отвальной обработки под озимую пшеницу, поверхностной дисковой – под яровую пшеницу и горчицу). Ее применение обеспечило не только достаточное накопление продуктивной влаги, улучшение агрофизических свойств и повышение биологической активности почвы, а также низкую степень засоренности посевов, что способствовало достижению наиболее высокой урожайности культуры и лучших экономических и биоэнергетических показателей. Наибольшая отзывчивость в сборе семян от удобрений, отмеченная на варианте с дифференцированной обработкой, обеспечила максимальную прибавку урожая от применения удобрений в размере 1,25 кг семян на каждый килограмм удобрений. В данном варианте окупаемость денежных затрат на приобретение и внесение удобрений составила 126% против контроля, где она не превышала 90%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пакуль А.Л., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Зависимость агрохимических и агрофизических свойств выщелоченного чернозема

- от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 5. С. 5–19. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-5-1.
2. Кузина Е.В. Зависимость структурно-функциональных свойств почвы от ее обработки при возделывании горчицы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (65). С. 15–19. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-15-19.
 3. Сахаров А.В., Мищенко В.В., Ерёмин Д.И. Агрофизические свойства чернозёма выщелоченного при различном его использовании в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3. С. 62–67.
 4. Антонов В.Г., Ермолаев А.П. Результаты эффективности применения комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на продуктивность вики яровой // Владимирский земледелец. 2018. № 4 (86). С. 11–14. DOI: 10.24411/2225-2584-2018-10033.
 5. Федотов А.А., Горонжин Е.А., Хрипунов А.И. Влияние влагообеспеченности на урожайность озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя // Земледелие. 2012. № 3. С. 21–22.
 6. Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 35–39.
 7. Якупов Е.Н., Савельев А.С., Круглов А.В., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н. Влияние приемов основной обработки почвы и фунгицидов на урожайность ярового ячменя // Аграрная наука. 2022. № 1 (355). С. 84–87. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-355-1-84-87.
 8. Ростова Е.Н. Влияние элементов технологии на засоренность и продуктивность посевов горчицы сарептской (*Brassica juncea*) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3 (75). С. 75–81. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-75-81.
 9. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при различных системах основной обработки почвы // Земледелие. 2017. № 5. С. 36–38.
 10. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья // Земледелие. 2017. № 4. С. 19–22.
 11. Волков А.И., Кириллов Н.А., Григорьева И.В., Соколова Е.А. Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота // Земледелие. 2017. № 5. С. 32–35.
 12. Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на содержание основных элементов питания в чернозёме выщелоченном // Аграрная наука. 2021. № 11–12 (354). С. 123–128. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-123-128.
 13. Kozhevnikov N.V., Zaushintsena A.V., Romanov V.N. Ecological and economic efficiency of tillage resource-saving technologies // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. P. 537. DOI: 10.1088/1757-899X/537/6/062007.
 14. Гребенников А.М., Фрид А.С., Сапрыкин С.В., Чевердин Ю.И. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочерноземах // Агрохимия. 2019. № 8. С. 40–47. DOI: 10.1134/S0002188119080052.
 15. Пакуль А.Л., Лапинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Влияние различных систем обработки почвы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 3. С. 16–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-2.
 16. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур // Земледелие. 2021. № 2. С. 37–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.

REFERENCES

1. Pakul A.L., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Dependence of agrochemical and agrophysical properties of leached chernozem on soil treatment system. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 5, pp. 5–19. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-5-1.
2. Kuzina E.V. Dependence of soil structural and functional properties on its treatment during mustard growing. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2022, no. 1 (65), pp. 15–19. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2022-15-19.
3. Sakharov A.V., Mishchenko V.V., Eremin D.I. Agrophysical properties of leached chernozem

- at its different use in the forest-steppe zone of Zauralye. *Vestnik Kurganskoy GSKhA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 2020, no. 3, pp. 62–67. (In Russian).
4. Antonov V.G., Ermolaev A.P. Results of the effectiveness of the use of combined tillage aggregates on the productivity of spring vetch. *Vladimirskiy zemledelets = Vladimir Agricolist*, 2018, no. 4 (86), pp. 11–14. (In Russian). DOI: 10.24411/2225-2584-2018-10033.
 5. Fedotov A.A., Goronzhin E.A., Khripunov A.I. Influence of water supply on winter wheat yield in the arid zone of Stavropol region. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2012, no. 3, pp. 21–22. (In Russian).
 6. Pegova N.A., Kholzakov V.M. Resource-saving tillage system of sod-podzolic soils. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2015, no. 1 (44), pp. 35–39. (In Russian).
 7. Yakupov E.N., Saveliev A.S., Kruglov A.V., Bochkarev D.V., Nikolsky A.N. Influence of methods of primary tillage and fungicides on the yield of spring barley. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2022, no. 1 (355), pp. 84–87. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2022-355-1-84-87.
 8. Rostova E.N. The effect of technology elements on weediness and productivity of brown mustard (*Brassica juncea*) sowings. *Zernovoye khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2021, no. 3 (75), pp. 75–81. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-75-81.
 9. Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Yield and quality of wheat grain under different tillage systems. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2017, no. 5, pp. 36–38. (In Russian).
 10. Kuzychenko Yu.A., Kulintsev V.V., Kobozev A.K. Efficiency of soil cultivation in crop rotations on various types of soils of the Fore-Caucasus. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2017, no. 4, pp. 19–22. (In Russian).
 11. Volkov A.I., Kirillov N.A., Grigorieva I.V., Sokolova E.A. Influence of resource saving technologies of cereals cultivation on the productivity of a field crop rotation. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2017, no. 5, pp. 32–35. (In Russian).
 12. Kuzina E.V. Influence of basic methods of soil tillage with an application of fertilizers on the content of main mineral nutrients in leached chernozem. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2021, no. 11–12 (354), pp. 123–128. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-123-128.
 13. Kozhevnikov N.V. Zaushintsena A.V., Romanov V.N. Ecological and economic efficiency of tillage resource-saving technologies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, p. 537. DOI: 10.1088/1757-899X/537/6/062007.
 14. Grebennikov A.M., Frid A.S., Saprykin S.V., Cheverdin Yu.I. Effect of applying different methods of primary treatment on the reserves of productive moisture in agro-chernozems. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 8, pp. 40–47. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119080052.
 15. Pakul' A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul' V.N. Influence of various systems of soil tillage on agrophysical properties of leached chernozem. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 3, pp. 16–23. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-2.
 16. Polyakov D.G. Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2021, no. 2, pp. 37–43. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Кузина Е.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 433315, Ульяновская обл., Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Elena V. Kuzina**, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head, Senior Researcher; **address:** 19, Institutskaya St., Timiryazevsky settl., Ul'yanovsk District, Ul'yanovsk Region, 433315, Russia; e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 27.05.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 01.07.2022
Дата публикации / Published 20.02.2023