

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУР В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

В.А. ВОРОНЦОВ, кандидат сельскохозяйственных наук <https://orcid.org/0000-0001-8549-1301>. E-mail: vik100347@gmail.com,

Ю.П. СКОРОЧКИН, кандидат сельскохозяйственных наук <https://orcid.org/0000-0002-1717-5638>. E-mail: yskorochkin@mail.ru

ТАМБОВСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФНЦ ИМ. И.В. МИЧУРИНА»

***Аннотация.** Цель исследований – изучение влияния способов обработки почвы и средств химизации на урожайность культур, продуктивность и экономическую эффективность зернопарового севооборота. Работу выполняли в условиях северо-востока Центрального Черноземья, в многолетнем стационарном полевом опыте на чернозёме типичном с содержанием гумуса 6,8-7,0%. Изучали системы основной обработки почвы в зернопаровом севообороте: традиционная отвальная разноглубинная – контроль, бессенная поверхностная (дискование на 10-12 см), бессенная безотвальная разноглубинная, комбинированные (отвально-безотвальная и отвально-поверхностная), а также различные варианты химизации ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{10}P_0K_0$ кг д.в. азофоски на 1 га пашни); протравливание семян – фон, фон + пестициды по вегетации культур севооборота. Использование бессенной поверхностной и безотвальной систем обработки приводило к снижению урожайности озимой пшеницы на 0,28 и 0,15 т/га, ячменя на 0,11 и 0,28 т/га. Комбинированная отвально-поверхностная система обработки обеспечила урожайность этих культур на уровне с традиционной отвальной разноглубинной системой (контроль), пшеницы озимой – 5,69 т/га, ячменя – 2,91 т/га при показателе на контроле – 5,72 и 2,93 т/га. Способы обработки почвы существенно не влияли на урожайность сои – различия между вариантами находились в пределах ошибки опыта. Наибольшую продуктивность севооборота, независимо от фона основной обработки обеспечивало комплексное применение средств защиты и удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$. Использование этого приёма повышало выход зерновых единиц с одного га севооборотной площади на 0,40-0,43 тыс. т/га по сравнению с уровнем минерального питания $N_{10}P_0K_0$. С повышением уровня химизации затраты возрастали, что опережало увеличение продуктивности севооборота. В результате окупаемость затрат с улучшением агрофона снижалась на 17,4-21,3% в зависимости от фона обработки почвы.*

Ключевые слова: способы обработки почвы, уровень химизации, севооборот, урожайность культур, продуктивность, окупаемость затрат.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Эффективность систем основной обработки почвы и средств химизации при возделывании культур в зернопаровом севообороте. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 1(53):84-92. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-84-92

THE EFFECTIVENESS OF BASIC TILLAGE SYSTEMS AND CHEMICALS IN THE CULTIVATION OF CROPS IN THE GRAIN AND FALLOW CROP ROTATION

V.A. Vorontsov, Y.P. Skorochkin

TAMBOV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES – BRANCH OF THE I.V. MICHURIN FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC RESEARCH CENTER

Abstract: *The purpose of the research is to study the influence of tillage methods and chemical agents on crop yields, productivity and economic efficiency of grain and fallow crop rotation. The work was performed in the conditions of the north-east of the Central Chernozem region, in a long-term stationary field experiment on typical chernozem with a humus content of 6.8-7.0%. The systems of basic tillage in the grain-and-fallow crop rotation were studied: traditional multi-depth dump control, permanent surface (10-12 cm disketing), permanent multi-depth dumpless, combined (dump-free and dump-surface), as well as various chemical treatment options ($N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{10}P_0K_0$ kg of active ingredient of azofoska per 1 ha of arable land); seed pickling – background, background + pesticides for the vegetation of crop rotation crops. The use of permanent surface and non-fallow processing systems led to a decrease in the yield of winter wheat by 0.28 and 0.15 t/ha, barley by 0.11 and 0.28 t/ha. The combined dump-surface treatment system ensured the yield of these crops at the same level as the traditional multi-depth dump system (control), winter wheat - 5.69 t/ha, barley – 2.91 t/ha with the indicator on the control – 5.72 and 2.93 t/ha. The methods of tillage did not significantly affect the yield of soybeans - the differences between the variants were within the experimental error. The highest productivity of crop rotation, regardless of the background of the main treatment, was ensured by the integrated use of protective equipment and fertilizers $N_{60}P_{60}K_{60}$. The use of this technique increased the yield of grain units per hectare of crop rotation area by 0.40-0.43 thousand tons/ha compared with the level of mineral nutrition $N_{10}P_0K_0$. With an increase in the level of chemicalization, costs increased, which outstripped the increase in crop rotation productivity. As a result, the cost recovery with the improvement of the agricultural sector decreased by 17.4-21.3%, depending on the background of tillage.*

Keywords: methods of tillage, level of chemicalization, crop rotation, crop yields, productivity, cost recovery.

Введение

Повышение урожайности и увеличение валовых сборов зерновых культур предусматривает совершенствование технологий их возделывания применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям [1, 2]. В агрокомплексах возделывания культур большую роль играет основная обработка почвы [3, 4]. Основная обработка в технологиях выступает довольно-таки энергозатратным элементом [5, 6]. Как повышенная её интенсивность, так и чрезмерная минимизация приводят к ухудшению плодородия, снижению продуктивности и экономических показателей [7, 8]. Поэтому вопрос эффективности минимизации основной обработки почвы в агроценозах севооборотов остаётся довольно актуальным.

В технологических комплексах возделывания полевых культур большое значение имеет система питания растений, её оптимизация [9, 10]. В эффективности применения удобрений заметную роль играет основная обработка почвы, от которой зависит глубина заделки и распределение их в обрабатываемом слое; тепловой, водный режимы и интенсивность протекания биохимических процессов [11].

Вредные объекты (сорные растения, болезни и вредители) оказывают влияние на рост и развитие культур, что может стать одной из причин снижения урожайности [12].

Цель исследования - сравнительная оценка положительных и отрицательных сторон ресурсосберегающих систем основной обработки почвы в комплексе со средствами химизации в сопоставлении с традиционной системой обработки в зернопаровом севообороте в почвенно-климатических условиях Тамбовской области.

Методика проведения исследований

Работу выполняли на опытном поле Тамбовского НИИСХ в 2021-2024 годах в четырёхпольном зернопаровом севообороте, развёрнутом в пространстве и времени, со следующим чередованием культур: чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень.

Схема стационарного полевого опыта предусматривала изучение трёх факторов: системы основной обработки почвы (фактор А); удобрений (фактор В) в дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ (азофоска с соотношением элементов 16 : 16 : 16) и $N_{10}P_0K_0$ кг д.в. на 1 га пашни

(аммиачная селитра N_{30} – в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы); системы защиты растений (фактор С) – протравливание семян – (фон), фон + пестициды по вегетации культур севооборота. Протравливание семян озимой пшеницы и ячменя проводили препаратом Грандсил Ультра, КС – 0,5 л/т. Протравливание и инокуляцию семян сои осуществляли биопротравителем Респекта – 1 л/т, Нитрофикс Ж (инокулянт) – 2 л/т, Адыюгрейн (прилипатель) – 1 л/т. На посевах озимой пшеницы и ячменя в фазе кущения – начало выхода в трубку применяли гербициды Примадонна, ВДГ – 0,750 л/га, Патрон, ВДГ – 0,040 кг/га. По вегетации сои в фазе 1-3 настоящих листочков применяли гербициды Классик форте, ВДГ – 0,040 кг/га, Акцент, КЭ – 0,3 л/га, Элефант, КЭ – 0,5 л/га. На посевах озимой пшеницы и ячменя в период колошения применяли фунгицид Титул ДУО, ККР – 0,3 л/га и инсектицид Имидор, ВРК – 0,070 л/га.

В опыте применяли пять систем основной обработки почвы в севообороте: контролем служила традиционная отвальная разноглубинная со вспашкой под озимую пшеницу и ячмень на 20-22 см, под сою на 25-27 см; бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры; бесменная безотвальная разноглубинная под ячмень и озимую пшеницу на 20-22 см, под сою на 25-27 см; комбинированная (отвально-безотвальная) с безотвальной обработкой под зерновые культуры и вспашкой под сою; комбинированная (отвально-поверхностная) с поверхностной обработкой под зерновые культуры севооборота и вспашкой под сою.

Почва опытного участка – чернозём типичный, тяжёлосуглинистый со средним содержанием гумуса в пахотном (0-30 см) слое почвы 6,9%. Обеспеченность почвы доступными формами элементов питания высокая и повышенная. Повторность в опыте трёхкратная с последовательным систематическим размещением вариантов. Площадь учётной делянки 25 м².

Уборку и учёт урожая культур севооборота проводили методом прямого комбайнирования (SAMPO – 500). Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову (1985). В качестве показателя, позволяющего эквивалентно соизмерять урожайность культур севооборота, использовали продуктивность, выраженную в зерновых единицах, с коэффициентами перевода для озимой пшеницы и ячменя – 1,00 и для сои – 1,17 (Приказ МСХ РФ от 06.07.2017 № 330).

Метеоусловия вегетационных периодов в годы исследований различались и имели отклонения от среднемноголетних показателей. Так, май-август 2021, 2022 и 2024 годов характеризовались недостаточным выпадением осадков, количество которых было существенно меньше нормы, на 86, 102 и 141,5 мм, соответственно. Среднесуточная температура в эти годы превышала среднемноголетние показатели на 3,0, 1,9 и 2,2°C. Вегетационный период 2023 года отличался обильным выпадением осадков, в 1,4 раза больше среднемноголетних показателей.

Результаты исследований

Урожайность культур севооборота зависела не только от технологических приёмов, но и от погодных условий в период вегетации, которые в свою очередь оказывали влияние на их эффективность (табл.) Так, в большинстве лет исследований формирование более высокой урожайности озимой пшеницы складывалось в технологиях на основе комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной, а также отвальной разноглубинной систем обработок почвы в севообороте. Данная закономерность была характерна как в годы с достаточным выпадением осадков, так и с их дефицитом.

Наибольшая урожайность сои в годы с недостаточным количеством осадков (2021-2022 гг.) была достигнута на фоне комбинированной отвально-поверхностной системы обработки почвы – 2,10 и 1,75 т/га. По бесменной поверхностной системе обработки урожайность снизилась до 1,82 и 1,63 т/га или на 13,3 и 6,9%. В год с достаточным выпадением осадков (2023) на фоне данной системы обработки почвы урожайность сои была сформирована на уровне комбинированной отвально-поверхностной системы – 2,68 т/га.

Для ячменя наиболее благоприятные условия для формирования урожайности были по комбинированным (отвально-безотвальной и отвально-поверхностной) обработкам почвы в севообороте, как в годы с недостаточным количеством осадков (2021-2022), так и в 2023 году, благоприятном по увлажнению.

В острозасушливом 2024 году, к тому же в котором в весенний период отмечалось понижение температуры до -9°C , получена самая низкая урожайность озимой пшеницы 4,24-4,72 т/га, ячменя – 1,58-1,99 т/га и сои – 1,71-1,76 т/га. При этом, наиболее высокая урожайность озимой пшеницы (4,72 т/га) достигнута на фоне отвально-поверхностной системы обработки почвы, а ячменя по отвальной разноглубинной системе в севообороте (1,99) т/га. Для сравнения, в благоприятном 2023 году, урожайность озимой пшеницы по вариантам обработки почвы варьировала в пределах 6,24-6,53 т/га, ячменя – 3,21-3,36 и сои – 2,59-2,66 т/га.

Эффективность удобрений в годы исследований была различной по культурам севооборота. Так, на посевах озимой пшеницы в острозасушливом 2024 году, эффективность $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ возросла в среднем по вариантам опыта в 1,8 раза, по сравнению с 2023 годом с достаточным количеством осадков. В засушливый год наибольшая прибавка от NPK получена на фоне отвальной разноглубинной вспашки в севообороте – 1,48 т/га, а в год с достаточным количеством осадков за вегетацию, прибавка составила 0,62 т/га или в 24 раза меньше по сравнению с весенней подкормкой аммиачной селитрой (N_{30}).

На посевах сои в годы с недостаточным выпадением осадков прибавка урожайности от NPK, в среднем по вариантам обработки почвы, составила 0,18-0,27 т/га, с нормальным годом по осадкам – 0,26 т/га, по сравнению с вариантом без удобрений.

Внесение NPK под ячмень также оказалось эффективным агроприёмом, что позволило дополнительно получить, в годы с недостатком осадков – 0,58-1,29 т/га зерна, острозасушливом (2024) – 0,45 т/га и в год с достаточным количеством осадков (2023) – 0,95 т/га, по сравнению с вариантами без удобрений.

Эффективность применяемых средств защиты растений в период вегетации культур севооборота была различной по годам и культурам. Так, на посевах озимой пшеницы эффективность применяемых пестицидов в годы с недостаточным количеством осадков, показала прибавка урожайности культуры в среднем по вариантам опыта на уровне 0,53-0,57 т/га, что на 0,20-0,24 т/га больше по сравнению с благоприятным (2023) годом по осадкам.

Применение гербицидов на посевах сои обеспечило получение наиболее высокой прибавки урожайности в благоприятный по осадкам (2023) год – 0,57 т/га, в годы с недостатком осадков – 0,20-0,35 т/га.

Прибавки урожайности по ячменю от применения средств защиты варьировали от 0,23 до 0,51 т/га. При этом, минимальными они были в острозасушливом (2024) году, а максимальными – в годы с недостаточным количеством осадков – 0,51 т/га.

Результаты исследований показали, что применение удобрений и средств защиты растений от вредных объектов в зернопаровом севообороте является эффективным агроприёмом, обеспечивающим повышение продуктивности культур с различным количеством осадков за вегетационные периоды.

Урожайность культур зернопарового севооборота в зависимости от обработки почвы, применения удобрений и средств защиты растений, т/га

| Основная обработка почвы в севообороте (фактор А) | Минеральные удобрения, кг/га д.в. (фактор В) | Защита растений (фактор С) | Озимая пшеница | | | | | Соя | | | | | Ячмень | | | | |
|---|---|----------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Сред. | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Сред. | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Сред. |
| Традиционная отвальная разноглубинная (контроль) | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1* | 4,23 | 7,12 | 6,56 | 4,95 | 5,72 | 1,79 | 1,57 | 2,42 | 1,75 | 1,88 | 3,05 | 3,80 | 3,61 | 2,01 | 3,12 |
| | | 2** | 5,15 | 7,47 | 6,90 | 5,49 | 6,25 | 1,94 | 2,12 | 3,06 | 1,93 | 2,26 | 3,73 | 4,13 | 4,10 | 2,31 | 3,57 |
| | N ₁₀ P ₀ K ₀ | 1 | 5,00 | 6,53 | 5,95 | 3,31 | 5,20 | 1,99 | 1,43 | 2,31 | 1,53 | 1,82 | 2,41 | 2,64 | 2,59 | 1,64 | 2,32 |
| | | 2 | 5,55 | 6,97 | 6,27 | 4,10 | 5,72 | 2,22 | 1,74 | 2,57 | 1,73 | 2,07 | 2,95 | 3,06 | 2,83 | 1,96 | 2,70 |
| Среднее по варианту обработки почвы | | | 4,98 | 7,02 | 6,42 | 4,45 | 5,72 | 1,98 | 1,71 | 2,59 | 1,73 | 2,00 | 3,03 | 3,41 | 3,28 | 1,99 | 2,93 |
| Бессмennaя поверхностная (дискование на 10-12 см) | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,39 | 6,87 | 6,47 | 4,54 | 5,57 | 1,63 | 1,65 | 2,40 | 1,66 | 1,84 | 2,96 | 3,56 | 3,45 | 1,96 | 2,98 |
| | | 2 | 4,63 | 7,32 | 6,84 | 4,82 | 5,90 | 1,77 | 1,89 | 3,06 | 1,98 | 2,18 | 3,64 | 3,97 | 3,92 | 2,16 | 3,42 |
| | N ₁₀ P ₀ K ₀ | 1 | 4,34 | 6,60 | 5,78 | 3,46 | 5,05 | 1,83 | 1,29 | 2,41 | 1,53 | 1,77 | 2,54 | 2,51 | 2,59 | 1,39 | 2,26 |
| | | 2 | 4,73 | 6,81 | 6,03 | 4,31 | 5,47 | 2,06 | 1,68 | 2,87 | 1,67 | 2,06 | 3,21 | 2,76 | 2,87 | 1,66 | 2,63 |
| Среднее по варианту обработки почвы | | | 4,52 | 6,90 | 6,28 | 4,28 | 5,50 | 1,82 | 1,63 | 2,68 | 1,71 | 1,96 | 3,09 | 3,20 | 3,21 | 1,79 | 2,82 |
| Бессмennaя безотвальная разноглубинная | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,22 | 6,86 | 6,52 | 4,72 | 5,58 | 1,83 | 1,54 | 2,49 | 1,56 | 1,86 | 2,75 | 3,53 | 3,47 | 1,63 | 2,85 |
| | | 2 | 4,48 | 7,20 | 6,71 | 5,31 | 5,93 | 2,09 | 1,83 | 3,26 | 1,93 | 2,28 | 3,56 | 4,06 | 4,00 | 1,94 | 3,39 |
| | N ₁₀ P ₀ K ₀ | 1 | 4,50 | 6,63 | 5,81 | 3,57 | 5,13 | 1,90 | 1,40 | 2,28 | 1,63 | 1,80 | 2,43 | 2,29 | 2,66 | 1,34 | 2,18 |
| | | 2 | 5,26 | 6,83 | 6,23 | 4,32 | 5,66 | 2,14 | 1,77 | 2,64 | 1,74 | 2,07 | 2,76 | 2,58 | 3,00 | 1,41 | 2,44 |
| Среднее по варианту обработки почвы | | | 4,61 | 6,88 | 6,32 | 4,48 | 5,57 | 1,99 | 1,64 | 2,67 | 1,72 | 2,01 | 2,88 | 3,12 | 3,28 | 1,58 | 2,72 |
| Комбинированная (отвально-безотвальная) | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,31 | 6,99 | 6,42 | 4,37 | 5,52 | 1,93 | 1,49 | 2,35 | 1,71 | 1,87 | 3,21 | 3,78 | 3,44 | 1,84 | 3,07 |
| | | 2 | 4,60 | 7,36 | 6,66 | 4,85 | 5,87 | 2,07 | 2,04 | 3,04 | 1,97 | 2,28 | 3,53 | 4,21 | 3,80 | 2,01 | 3,39 |
| | N ₁₀ P ₀ K ₀ | 1 | 4,54 | 6,76 | 5,77 | 3,70 | 5,19 | 2,04 | 1,32 | 2,24 | 1,62 | 1,80 | 2,62 | 2,32 | 2,75 | 1,35 | 2,26 |
| | | 2 | 5,53 | 7,11 | 6,11 | 4,05 | 5,70 | 2,24 | 1,73 | 2,80 | 1,73 | 2,13 | 3,22 | 2,91 | 2,99 | 1,56 | 2,67 |
| Среднее по варианту обработки почвы | | | 4,74 | 7,06 | 6,24 | 4,24 | 5,57 | 2,07 | 1,65 | 2,61 | 1,76 | 2,02 | 3,15 | 3,31 | 3,25 | 1,69 | 2,85 |
| Комбинированная (отвально-поверхностная) | N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 1 | 4,30 | 7,01 | 6,46 | 4,96 | 5,68 | 1,83 | 1,79 | 2,34 | 1,74 | 1,93 | 3,29 | 4,04 | 3,67 | 1,80 | 3,20 |
| | | 2 | 4,61 | 7,39 | 6,82 | 5,48 | 6,08 | 2,15 | 2,17 | 3,30 | 1,96 | 2,40 | 3,54 | 4,45 | 4,00 | 2,12 | 3,53 |
| | N ₁₀ P ₀ K ₀ | 1 | 4,42 | 6,75 | 6,23 | 3,85 | 5,31 | 2,14 | 1,29 | 2,33 | 1,57 | 1,83 | 2,57 | 2,63 | 2,70 | 1,39 | 2,32 |
| | | 2 | 4,66 | 6,96 | 6,63 | 4,49 | 5,69 | 2,28 | 1,73 | 2,66 | 1,68 | 2,09 | 2,73 | 2,97 | 3,05 | 1,55 | 2,58 |
| Среднее по варианту обработки почвы | | | 4,50 | 7,03 | 6,53 | 4,72 | 5,70 | 2,10 | 1,75 | 2,66 | 1,74 | 2,06 | 3,03 | 3,52 | 3,38 | 1,72 | 2,91 |

НСР₀₅ для А 0,11 0,07 0,12 0,19 0,06 0,07 0,08 0,19 0,08 0,11 0,12 0,10
 для В 0,08 0,05 0,09 0,15 0,05 0,04 0,06 0,15 0,06 0,08 0,10 0,07
 для С 0,07 0,04 0,09 0,12 0,04 0,05 0,06 0,12 0,05 0,07 0,08 0,06

Примечание: 1* - протравливание семян – фон

2** - фон + пестициды по вегетации культур

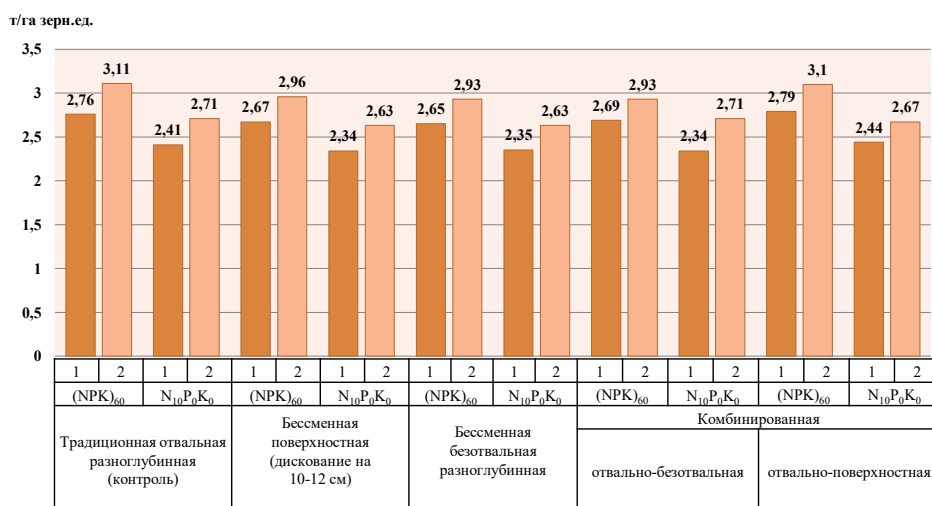
В целом, наиболее высокая продуктивность севооборота (выход продукции тыс. т/га зерновых единиц) отмечена при использовании технологий на основе традиционной отвальной разнотравной и комбинированной (отвально-поверхностной) систем обработки почвы, в комплексе с внесением удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и средствами защиты растений – 3,11 и 3,10 тыс. т/га зерновых единиц (рис. 1). При этом уменьшение уровня минерального питания до $N_{10}P_0K_0$ приводило к снижению продуктивности пашни в севообороте на 0,40 и 0,43 тыс. т/га зерновых единиц.

Применение в севообороте технологий возделывания культур на основе бессенных поверхностной и безотвальной систем обработки почвы в комплексе с дозой удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ приводило к снижению продуктивности севооборота на 0,15-0,18 и 0,15-0,17 тыс. т/га зерновых единиц, по сравнению с контролем (традиционной отвальной разнотравной) системой обработки.

Оценка агроэкономической эффективности севооборота показала, что способ основной обработки почвы в условиях проведения эксперимента не оказывал существенного влияния на выход зерна с одного гектара пашни.

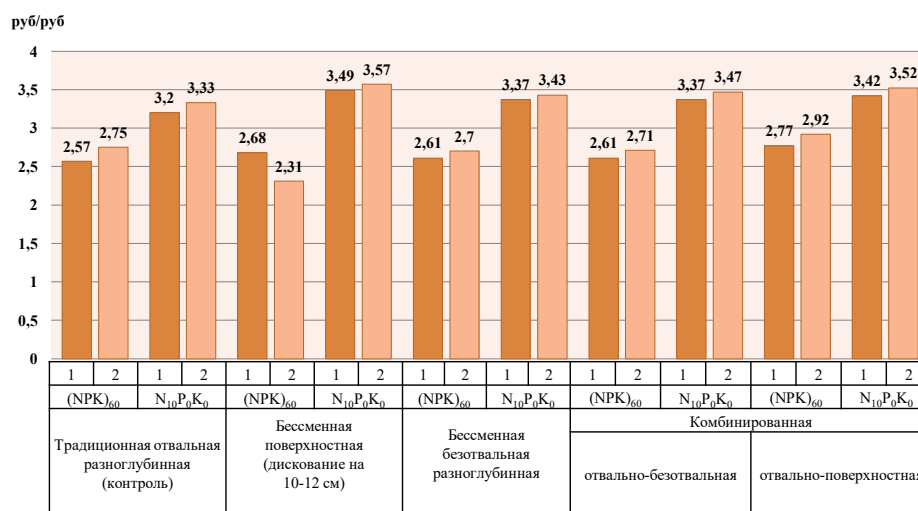
В большей степени на продуктивность севооборота влияли средства химизации. Однако, следует учесть, что повышение уровня минерального питания увеличивало затраты, а применение средств защиты растений сопровождалось ещё большим их ростом.

Увеличение затрат на повышение уровня химизации севооборота опережало рост его продуктивности, что определенно отразилось на экономических показателях (рис. 2). Наибольшая окупаемость затрат отмечалась в вариантах с низким уровнем минерального питания $N_{10}P_0K_0$ в комплексе со средствами защиты растений, включающих протравливание семян и обработку пестицидами по вегетации культур – от 3,33 руб. на фоне контроля с традиционной отвальной разнотравной системой – до 3,57 руб. после бессенной поверхностной системой (дискование на 10-12 см). Повышение уровня минерального питания до $N_{60}P_{60}K_{60}$ в сочетании с комплексом средств защиты снижало величину этого показателя на 17,4-21,3%. При отсутствии обработки посевов пестицидами окупаемость затрат снизилась на 22,8-24,9%. Установленная закономерность характерна и другим вариантам опыта.



1^x – протравливание семян, фон
2^{xx} – фон + пестициды по вегетации культур севооборота

Рис. 1. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от технологических приемов (среднее за 2021-2024гг.), т/га зерн.ед.



1^х - протравление семян, фон
2^{хх} - фон+пестициды по вегетации культур севооборота

Рис. 2. влияние технологических процессов на окупаемость затрат при производстве продукции в зернопаровом севообороте (среднее за 2021-2024 гг), руб/руб.

Заключение

Таким образом, по результатам наших исследований, на чернозёме типичном в северо-восточном регионе ЦЧЗ, способ основной обработки почвы не оказывал существенного влияния на продуктивность зернопарового севооборота – различия между фонами с ресурсосберегающими (поверхностной, безотвальной и комбинированной отвально-безотвальной) системами обработки составили 2,2-4,0% по отношению к контролю с традиционной отвальной разноглубинной системой. Использование в севообороте комбинированной отвально-поверхностной системы обработки почвы обеспечило продуктивность севооборота равную с контролем – 2,75 тыс. т/га зерновых единиц. Повышение уровня минерального питания в сочетании с комплексом средств защиты растений повышало продуктивность севооборота на 9,1-13,9%, в зависимости от фона обработки почвы, однако затраты при этом возрастали, что негативно отражалось на экономических показателях. Окупаемость затрат снижалась на 17,4-21,3%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в зернопаровом севообороте (чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень) на черноземе типичном в технологических комплексах возделывания культур, наряду с традиционной отвальной разноглубинной системой обработки почвы, возможно применение комбинированной отвально-поверхностной системы обработки в комплексе с применением удобрений в дозе N₁₀P₀K₀ и средств защиты растений. В целях повышения экономической эффективности возделывания культур в зернопаровом севообороте на чернозёме типичном с высоким и повышенным содержанием доступных форм минерального питания целесообразно внесение на 1 га пашни N₁₀P₀K₀.

Литература

1. Воронов С.И., Зволинский В.П., Плескачев Ю.Н. и др. Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя. // Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 24-26. DOI: 1024411/0044-3913-2020-10206.
2. Горянин О.И., Пронович Л.В., Джангабаев Б.Ж. и др. Оптимизация технологически операций при возделывании ярового ячменя в Среднем Поволжье. // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 8. – С. 55-60.
3. Шабалкин А.В., Драчёва М.К., Воронцов В.А. и др. Реакция ячменя на средства интенсификации и приёмы обработки чернозёмных почв в северо-восточном регионе Черноземья. // Земледелие. – 2022. – № 6. – С. 41-45. DOI: 1024412/0044-3913-2022-6-41-45.

4. Сабитов М.М., Захаров С.А. Ресурсосберегающие модели технологий возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3 (63). – С. 53-58.
5. Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур за ротацию зернового севооборота в условиях Волго-Вятского региона. // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 2. – С. 14-19. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-14-19.
6. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Продуктивность зернопарового севооборота и эффективность производства зерна в зависимости от систем основной обработки почвы. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 1. – С. 18-21. DOI: 1024411/0235-2451-2018-10103.
7. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 99-108. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-99-108.
8. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
9. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации. // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 10-13.
10. Чуян О.Г. Модель системы удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 5-8.
11. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность и экономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий. // Зернобобовые и крупяные. – 2024. – № 1 (49). – С. 97-104 DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104
12. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Бобровский А.В. и др. Разработка элементов сортовой агротехники зерновых культур в Красноярском Крае. // Земледелие. – 2021. – № 7. – С. 22-25.

References

1. Voronov S.I., Zvolinsky V.P., Pleskachev Yu.N. and others. The role of basic tillage techniques in the cultivation of spring barley. *Agriculture*, 2020, no.2, pp. 24-26. Doi : 1024411/0044-3913-2020-10206. (In Russ.)
2. Goryanin O.I., Pronovich L.V., Dzhangabaev B.Zh. et al. Technological optimization of operations in the cultivation of spring barley in the Middle Volga region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022, Vol. 36, no. 8, pp. 55-60. (In Russ.)
3. Shabalkin A.V., Dracheva M.K., Vorontsov V.A. et al. The reaction of barley to the means of intensification and application of treatment of chernozem soils in the northeastern region of the Chernozem region. *Agriculture*. 2022, no. 6, pp. 41-45. Doi : 1024412/0044-3913-2022-6-41-45. (In Russ.)
4. Sabitov M.M., Zakharov S.A. Resource-saving models of spring wheat cultivation technologies in the Middle Volga forest steppe. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2021, Vol. 16, no. 3 (63), pp. 53-58. (In Russ.)
5. Ivenin A.V., Sakov A.P. The influence of light gray forest soil treatment systems on the yield and energy efficiency of grain cultivation due to rotation of grain crop rotation in the Volga-Vyatka region. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2020, no. 2, pp. 14-19. Doi : 10.12737/2073-0462-2020-14-19. (In Russ.)
6. Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Productivity of grain-and-fallow crop rotation and grain production efficiency depending on basic tillage systems. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial complex*. 2018, no. 1, pp. 18-21. Doi : 1024411/0235-2451-2018-10103. (In Russ.)

7. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Productivity of grain and fallow crop rotation in the northeastern region of the Central Federal District depending on agricultural technologies. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022, no. 1 (41), pp. 99-108. (In Russ.)
8. Kiryushin V.I. Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape farming systems. *Soil science*. 2019, no. 9, pp. 1130-1139. Doi : 10.1134/SOO 32180 x 19070062. (In Russ.)
9. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. The area of application of zero and surface treatments in the cultivation of ear crops in the European part of the Russian Federation. *Agriculture*, 2017, no. 2, pp. 10-13. (In Russ.)
10. Chuyan O.G. Model of the fertilizer system in adaptive landscape agriculture of the Central Chernozem region. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2017, Vol. 31, no. 12, pp. 5-8. (In Russ.)
11. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. Productivity and economic efficiency of grain and fallow crop rotation depending on agricultural technologies. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2024, no. 1 (49), pp. 97-104 DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104 (In Russ.)
12. Surin N.A., Gerasimov S.A., Bobrovsky A.V. and others. Development of elements of varietal agrotechnics of grain crops in the Krasnoyarsk Territory. *Agriculture*. 2021, no. 7, pp. 22-25.