

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ ЦЧЗ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

**В.А. Воронцов, Ю.П. Скорочкин**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
E-mail: yskorochkin@mail.ru

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

*Исследования проводили с целью изучения эффективности применения систем основной обработки почвы различной интенсивности в комплексе с оптимизацией средств химизации в зернопаровом севообороте в условиях северо-восточного региона ЦЧЗ. Работу выполняли в 2013-2020 гг. в стационарном полевом опыте на типичном тяжёлоуглинистом чернозёме в Тамбовской области. Схема опыта включала следующие варианты систем основной обработки почвы: традиционную отвальную разноглубинную (вспашку под сою на 25-27 см, озимую пшеницу и ячмень на 20-22 см), контроль; беспахотную поверхностную (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота; беспахотную безотвальную разноглубинную под сою на 25-27 см, озимую пшеницу и ячмень на 20-22 см; комбинированную отвально-безотвальную с 25% вспашки под сою, 75% безотвальной обработки под озимую пшеницу и ячмень; комбинированную отвально-поверхностную с 25% вспашки под сою, 75% поверхностной обработки под озимую пшеницу и ячмень. Три уровня минерального питания в севообороте: низкий  $N_{20}P_{10}K_{10}$  кг д.в. удобрений на 1 га пашни, в том числе под озимую пшеницу  $N_{30}$  в подкормку весной, ячмень –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , под сою без удобрений; средний –  $N_{33}P_{33}K_{33}$ , в том числе под озимую пшеницу и сою по  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , ячмень –  $N_{40}P_{40}K_{40}$ ; высокий –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  под каждую культуру севооборота. Два уровня системы защиты растений: 1 – протравливание семян – фон; 2 – фон + пестициды по вегетации культур. Установлено, что лучшие условия по накоплению продуктивной влаги в почве складывались в технологиях на основе безотвальной разноглубинной и комбинированных систем обработки почвы. Ежегодное применение поверхностной обработки приводит к снижению весенних запасов продуктивной влаги в почве. Выявлено, что применение данной обработки почвы приводит к росту засорённости посевов культур севооборота по количеству сорняков в 1,8 раза, по массе сорного компонента в 1,2 раза по сравнению с традиционной отвальной системой обработки. Повышение уровня минерального питания сопровождается снижением уровня засорённости посевов. Системы основной обработки почвы существенно не влияют на продуктивность зернопарового севооборота. Выяснено, что применение ежегодной поверхностной обработки приводит к снижению продуктивности севооборота на 0,13 т/га зерновых единиц. Наибольшую продуктивность севооборота, независимо от системы обработки почвы, обеспечивает комплексное применение средств защиты растений и высокого уровня минерального питания. Использование этого приёма повышало выход зерновых единиц с 1 га пашни севооборота на 0,21-0,29 т или 7,5-10,7%. В технологических комплексах возделывания полевых культур в зернопаровом севообороте, наряду с традиционной отвальной системой обработки, эффективно применение комбинированных систем обработки почвы в комплексе с удобрениями и средствами защиты растений.*

**Ключевые слова:** севооборот, способ обработки почвы, уровень химизации, влажность, засорённость, урожайность, продуктивность.

**Для цитирования:** Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность зернопарового севооборота в северо-восточном регионе ЦЧЗ в зависимости от агротехнологий.

## PRODUCTIVITY OF GRAIN-FALLOW CROP ROTATION IN THE NORTH-EASTERN REGION OF THE CENTRAL CHERNOZEM ZONE DEPENDING ON AGRICULTURAL TECHNOLOGIES

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin

E-mail: yskorochkin@mail.ru

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - BRANCH OF THE  
I.V. MICHURIN FEDERAL RESEARCH CENTER

**Abstract:** *The research was carried out in order to study the effectiveness of the use of basic tillage systems of various intensities in combination with the optimization of chemicalization means in the grain-fallow crop rotation in the conditions of the north-eastern region of the Central Chernozem Zone. The work was carried out in 2013-2020 in a stationary field experiment on a typical heavy loamy chernozem in the Tambov region. The scheme of the experiment included the following variants of the basic tillage systems: traditional multi-depth dump (plowing for soybeans by 25-27 cm, winter wheat and barley by 20-22 cm), control; permanent surface (disking by 10-12 cm) for all crops of crop rotation; permanent non-fallow multi-depth for soybeans by 25-27 cm, winter wheat and barley by 20-22 cm; combined dump-free with 25% plowing for soybeans, 75% non-fall processing for winter wheat and barley; combined dump-surface with 25% plowing for soybeans, 75% surface treatment for winter wheat and barley. Three levels of mineral nutrition in the crop rotation: low  $N_{20}P_{10}K_{10}$  kg of fertilizers per 1 ha of arable land, including winter wheat  $N_{30}$  in spring feeding, barley -  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , for soybeans without fertilizers; medium –  $N_{33}P_{33}K_{33}$ , including winter wheat and soybeans according to  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , barley –  $N_{40}P_{40}K_{40}$ ; high –  $N_{60}P_{60}K_{60}$  for each crop rotation. Two levels of the plant protection system: 1 - seed treatment - background; 2 - background + pesticides for the vegetation of crops. It was found that the best conditions for the accumulation of productive moisture in the soil were formed in technologies based on non-dump multi-depth and combined tillage systems. The annual application of surface treatment leads to a decrease in spring reserves of productive moisture in the soil. It was revealed that the use of this tillage leads to an increase in the contamination of crop rotation crops by the number of weeds by 1.8 times, by the mass of the weed component by 1.2 times compared with the traditional dump processing system. Increasing the level of mineral nutrition is accompanied by a decrease in the level of contamination of crops. The systems of basic tillage do not significantly affect the productivity of the grain-fallow crop rotation. It was found out that the use of annual surface treatment leads to a decrease in crop rotation productivity by 0.13 t/ha of grain units. The greatest productivity of crop rotation, regardless of the tillage system, is ensured by the integrated use of plant protection products and a high level of mineral nutrition. The use of this technique increased the yield of grain units from 1 ha of arable crop rotation by 0.21-0.29 tons or 7.5-10.7%. In technological complexes of cultivation of field crops in the grain-fallow crop rotation, along with the traditional dump processing system, the use of combined tillage systems in combination with fertilizers and plant protection products is effective.*

**Keywords:** crop rotation, method of tillage, level of chemicalization, humidity, contamination, yield, productivity.

### Введение

Для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур, повышения продуктивности пашни в севооборотах, сохранения и воспроизводства почв необходимо применение научно-обоснованных агротехнологий. Основопологающие факторы агротехнологий – системы обработки почвы и средства химизации, соответствующие конкретным почвенно-климатическим условиям и требованиям возделываемых культур [1, 2,

3]. Из агротехнических приёмов в технологиях возделывания культур важное значение имеет основная обработка почвы, которая существенно влияет на агрофизические свойства, питательный режим, фитосанитарное состояние агроценозов и на их продуктивность [4, 5, 6]. От системы основной обработки почвы зависит не только урожайность возделываемых культур, но и энергозатраты и рентабельность производимой продукции [7, 8, 9]. В последние годы в земледелии всё большее внимание уделяют вопросам снижения затрат на обработку почвы. Многочисленными исследованиями доказано, что чернозёмные почвы обладают устойчивым сложением, т. е. «равновесная» плотность незначительно изменяется во времени, что является основанием для применения в агротехнологиях минимизации приёмов обработки почвы [10, 11]. Экспериментальные данные, полученные в стационарных полевых опытах, отличаются наиболее высокой точностью и объективностью. В таких опытах в течение длительного времени аккумулируется взаимодействие технологических приёмов с почвенно-климатическими факторами, что позволяет решать проблемы земледелия в конкретных условиях [12].

**Цель исследований** – изучить эффективность применения систем основной обработки почвы различной интенсивности в комплексе с оптимизацией применения средств химизации в зернопаровом севообороте (чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень) на типичном тяжёлосуглинистом чернозёме в условиях северо-восточного региона ЦЧЗ.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводили на опытном поле Тамбовского НИИСХ в 2013-2020 гг. в длительном (с 1989 г.) стационарном полевом опыте в четырехпольном зернопаровом севообороте (чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень). Изучали следующие системы обработки почвы: традиционная отвальная разноглубинная – вспашка под озимую пшеницу и ячмень на глубину 20-22 см, под сою – на 25-27 см плугом ПЛН-5-35 (контроль); бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота дискатором БДМ 3/4п; бесменная безотвальная разноглубинная под озимую пшеницу и ячмень на глубину 20-22 см, под сою – на 25-27 см плугом ПЛН-5-35 без отвалов; комбинированная отвальнобезотвальная (25% вспашка под сою, 75% безотвальная под зерновые культуры); комбинированная отвально-поверхностная (25% вспашка под сою, 75% поверхностная обработка). Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок в опыте систематическое (последовательное). Схема опыта построена методом расщеплённых делянок. Делянки первого порядка (обработка почвы) 364 м<sup>2</sup> (52 м x 7 м), делянки второго порядка (удобрения) 119 м<sup>2</sup> (17 м x 7 м). Делянки третьего порядка (пестициды) 59,5 м<sup>2</sup> (8,5 x 7 м), учётная 25 м<sup>2</sup>. Технологии возделывания культур севооборота (за исключением изучаемых приёмов и систем основной обработки почвы) – общепринятые для ЦЧЗ. При возделывании полевых культур использовали три уровня минерального питания в севообороте: 1) низкий уровень соответствовал N<sub>20</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> кг д. в. удобрений на 1 га пашни, в том числе под озимую пшеницу N<sub>30</sub> (аммиачная селитра) в подкормку весной при возобновлении вегетации, ячмень N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, под сою – без удобрений; 2) средний уровень – N<sub>33</sub>P<sub>33</sub>K<sub>33</sub>, в том числе под озимую пшеницу и сою по N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, ячмень – N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>; 3) высокий уровень – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> под каждую культуру севооборота. Защита растений культур севооборота состояла из двух уровней: 1) протравливание семян – фон, 2) фон + гербициды, фунгициды и инсектициды по вегетации культур. Использовали высокоэффективные химические средства защиты растений, зарегистрированные в России. Исследования проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам. Учёт урожая проводили методом сплошной уборки делянок селекционным малогабаритным комбайном Сампо-500. Урожайность зерна приводили к 100% – ной чистоте и 14% влажности по ГОСТ 13586.5-93. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Почва опытного участка – чернозём типичный мощный тяжёлосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 7,2%, с высокой обеспеченностью подвижными формами элементов минерального питания (азота, фосфора и калия).

Климат региона – умеренно-континентальный. По многолетним данным (90 лет) за вегетационный период (май – август) выпадает 234 мм осадков, среднесуточная температура воздуха составляет 15,4°С, при значении ГТК по Селянинову – 1,2. Годы исследований (2013-2020) отличались по теплообеспеченности и количеству осадков в период вегетации (май – август). Так, сумма осадков в 2013, 2015, 2016, 2017 гг. составила 252,9, 307,3, 407,5 и 424 мм, среднесуточная температура воздуха – 18,4, 15,9, 17,0, 14,4°С, ГТК – 1,1; 1,6; 2,0; 2,4, соответственно. Вегетационные периоды 2014, 2018, 2019 и 2020 гг. отличались от среднемноголетних показателей большим недобором осадков и повышенным температурным режимом воздуха – сумма осадков в эти годы составила 91,9%, 31,2%, 58,3%, 20,9% от нормы, соответственно, среднесуточная температура воздуха была выше на 2,1°, 1,4°, 1,0° и 1,6°С нормы, а величина ГТК составила – 0,7, 0,3, 0,6 и 0,2.

### Результаты исследований

Исследования показали, что изучаемые системы основной обработки в комплексе с различным уровнем насыщенности средствами химизации в севообороте оказывали неоднозначное влияние на влагообеспеченность почвы, фитосанитарное состояние посевов полевых культур и в конечном итоге на их продуктивность. В накоплении влаги большая роль принадлежит системе обработки почвы. Результаты исследований показали, что перед посевом озимой пшеницы наибольшее содержание продуктивной влаги как в пахотном (0-30 см) слое, так и метровом слое почвы, по отношению к контролю, отмечено в варианте с комбинированной отвалльно-безотвалльной системой обработки с безотвалльной обработкой под озимую пшеницу – 56,1 мм в пахотном и 180,1 мм метровом слое почвы (табл. 1), что на 10,5 и 19,5 мм больше контроля с вспашкой. Другие варианты основной обработки почвы, по этому показателю, занимали промежуточное положение. Во втором поле севооборота (соя) преимущество по весенним влаготпасам имел вариант с комбинированной отвалльно-поверхностной системой обработки почвы, где под сою проводили вспашку – 64,5 мм в пахотном слое и 207,7 мм метровом слое почвы (против 60,5 и 198,7 мм) на контроле.

Самый низкий запас продуктивной влаги отмечен на варианте с поверхностной обработкой (дискование на 10-12 см), 55,0 мм в пахотном слое и 184,2 мм в метровом слое, что меньше контроля на 5,5 и 14,5 мм, соответственно.

В последнем поле севооборота (ячмень) небольшое преимущество по весенним запасам продуктивной влаги имели варианты с бесменной безотвалльной разноглубинной и комбинированной отвалльно-поверхностной системами обработки почвы в севообороте, где под ячмень проводили безотвалльную и поверхностную (дискование на 10-12 см) обработки – 66,2 и 64,2 мм в пахотном слое и 202,0 и 210,0 мм в метровом слое почвы (против 52,3 мм и 195,3 мм на контроле с традиционной отвалльной разноглубинной системой обработки).

Наблюдения за засорённостью посевов культур севооборота свидетельствуют о неоднозначности влияния на этот показатель технологических приёмов возделывания (табл. 2). Так, с уменьшением интенсивности обработки почвы засорённость агрофитоценозов озимой пшеницы и ячменя в севообороте возрастает. Например, если количество сорных растений перед уборкой озимой пшеницы по вспашке чёрного пара составляла 14 шт/м<sup>2</sup>, то на фоне поверхностной и безотвалльной обработок возрастало до 31-32 шт/м<sup>2</sup> или засорённость увеличилась в 2,2-2,3 раза. Замена вспашки на поверхностную обработку при подготовке почвы под ячмень увеличивала засорённость в 1,6-2,5 раза. Такая закономерность прослеживается и по массе сорного компонента.

В то же время замена вспашки под сою на поверхностную и безотвалльную обработки существенно не сказались на засорённость посевов этой культуры. При этом отмечалась тенденция снижения, как количества сорняков, так и массы сорных растений, к уборке сои, на варианте с поверхностной и безотвалльной обработкой по отношению к вспашке, которая составила 23,0% и 11,5% по количеству и 17,6 и 22,6% по массе сорного компонента. В целом по севообороту наиболее высокая засорённость агрофитоценозов возделываемых культур отмечалась на варианте с бесменной поверхностной системы основной обработки почвы, превышающая контроль по количеству сорняков в 1,8 раза, по массе – в 1,2 раза. По

другим вариантам засорённость посевов была на уровне варианта с традиционной отвальной системой обработки почвы.

Таблица 1

**Содержание продуктивной влаги в почве в зависимости от поля севооборота и основной обработки, мм, среднее за 2013-2020 гг.**

Поле севооборота	Система основной обработки почвы в севообороте	Перед посевом культур	
		Слой почвы, см	
		0-30	0-100
Озимая пшеница	Традиционная отвальная разноглубинная, под пшеницу на 20-22 см (контроль)	45,6	160,7
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	47,1	163,8
	Бессменная безотвальная разноглубинная, под пшеницу на 20-22 см	54,3	172,0
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под пшеницу безотвальная на 20-22 см	56,1	180,2
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под пшеницу дискование на 10-12 см	53,9	177,6
Соя	Традиционная отвальная разноглубинная, под сою на 25-27 см (контроль)	60,5	198,7
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	55,0	184,2
	Бессменная безотвальная разноглубинная, под сою на 25-27 см	62,3	200,3
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под сою вспашка на 25-27 см	63,2	198,0
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под сою вспашка на 25-27 см	64,5	207,7
Ячмень	Традиционная отвальная разноглубинная, под ячмень на 20-22 см (контроль)	52,3	195,3
	Бессменная поверхностная (дискование под все культуры севооборота)	55,2	187,7
	Бессменная безотвальная разноглубинная, под ячмень на 20-22 см	66,2	202,0
	Комбинированная (отвально-безотвальная), под ячмень безотвальная на 20-22 см	62,0	195,4
	Комбинированная (отвально-поверхностная), под пшеницу дискование на 10-12 см	64,2	210,0

Повышение уровня минерального питания с низкого N<sub>20</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> до высокого N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сопровождалось снижением засорённости агрофитоценозов. Так, например, на варианте с бессменной поверхностной системой обработки почвы без применения гербицидов, на фоне высокого уровня минерального питания, засорённость посевов снизилась по количеству в 1,7 раза, по массе в 1,4 раза, по отношению к низкому уровню. Такая закономерность прослеживалась и по другим вариантам опыта.

Обработка посевов культур севооборота гербицидами способствовала уменьшению засорённости по количеству сорных растений, в среднем по опыту, на 55,3%, по массе сорного компонента – на 59,5%, по сравнению с контролем (без гербицидов). Следует отметить, что даже с применением гербицидов, засорённость посевов агрофитоценозов остаётся более высокой на варианте с поверхностной и комбинированными системами обработки почвы, по отношению к традиционной отвальной системе обработки.

Независимо от систем основной обработки почвы и вариантов химизации, по мере удаления культур от пара засорённость посевов в севообороте возрастает. В фитоценозах озимой пшеницы и сои, размещаемых по пару, соответственно первой и второй культурой во всех вариантах опыта засорённость можно характеризовать, как слабую. В последнем поле севооборота (ячмень) на фоне вспашки, безотвальной и безотвальной при комбинированной отвально-безотвальной системе обработки, степень засорённости становится средней; на фоне бессменной поверхностной и поверхностной при комбинированной отвально-поверхностной системе обработки почвы – сильной. При использовании гербицидов, степень засорённости в этих вариантах, становится средней и слабой.

Результаты наших исследований показали, что способы основной обработки почвы по-разному влияли на урожайность культур севооборота (табл. 3). Так, различные способы обработки чёрного пара существенно не влияют на урожайность озимой пшеницы – различия по вариантам опыта не превышали 0,11 т/га и находились в пределах ошибки опыта. При этом наиболее высокий показатель урожайности обеспечила поверхностная обработка при комбинированной отвально-поверхностной системе в севообороте – 4,91 т/га, при урожайности на контроле (вспашка) – 4,85 т/га.

Замена вспашки под сою на обработки без оборота пласта (поверхностную и безотвальную) привела к снижению продуктивности этой культуры на 0,09 и 0,08 т/га (при НСР<sub>05</sub> = 0,07 т/га). Наибольшая урожайность сои получена на варианте с вспашкой при комбинированной отвально-поверхностной системе обработки почвы – 1,54 т/га.

Из культур севооборота наиболее сильно реагировал на способы основной обработки почвы ячмень. Обработки почвы без оборота пласта (поверхностная и безотвальная) снизили урожайность этой культуры на 0,44 и 0,18 т/га при урожайности по вспашке – 3,36 т/га. В то же время на фоне комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной систем обработки почвы, где под ячмень проводили поверхностную и безотвальную обработки получена урожайность на уровне вспашки 3,27 и 3,30 т/га, различия с вспашкой не превышали 0,09 и 0,06 т/га и находились в пределах ошибки опыта.

Наибольшую прибавку урожайности культур, независимо от способа обработки почвы, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений. При этом наибольшая урожайность всех культур была сформирована в технологиях с высоким уровнем минерального питания в комплексе с средствами защиты растений. В целом, способ основной обработки почвы не оказывает значительного влияния на выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади. Средние показатели по фонам основной обработки почвы составили: по бессменной поверхностной (дискование на 10-12 см) – 2,36; по бессменной безотвальной – 2,41; по комбинированной отвально-безотвальной и отвально-поверхностной – 2,43 и 2,50 т/га зерновых единиц, соответственно, то есть по отношению к контрольному варианту (традиционная отвальная разноглубинная система обработки) колебания продуктивности не превышали 2,4-5,2%.

При этом, на варианте с комбинированной отвально-поверхностной системой обработки почвы отмечена тенденция к повышению продуктивности севооборота по сравнению с контрольным вариантом (2,50 т/га при 2,49 т/га на контроле). Самый низкий выход зерновых единиц с 1 га пашни в севообороте наблюдался на фоне применения в технологиях бессменной поверхностной системы обработки почвы 2,31 т/га, что меньше контрольного варианта на 0,13 т/га. В большей степени на продуктивность севооборота влияли средства химизации. Наибольший выход зерновых единиц с 1 га пашни отмечен на фоне высокого уровня минерального питания N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в сочетании с полным комплексом средств защиты растений, который по вариантам опыта варьировал в пределах 2,70-2,79 т/га. Прибавка по сравнению с низким уровнем минерального питания N<sub>20</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> по вариантам опыта составила 0,21-0,29 т/га зерновых единиц. Применение в технологиях возделывания культур в севообороте комплексных мер защиты растений (протравливание семян + пестициды по вегетации культур) обеспечили прибавку продуктивности севооборота, в среднем по вариантам опыта, в размере 0,34 т/га зерн. ед., по сравнению с вариантами без комплексных средств защиты (протравливание семян).

**Засорённость посевов культур в севообороте в зависимости от основной обработки почвы и уровня химизации, среднее за 2013-2020 гг.**

Основная обработка почвы в севообороте	Уровень минерального питания, кг/га д.в. удобрений	Система защиты растений	Озимая пшеница		Соя		Ячмень		Среднее по севообороту	
			шт/м <sup>2</sup>	воздушно сухая масса г/м <sup>2</sup>	шт/м <sup>2</sup>	воздушно сухая масса г/м <sup>2</sup>	шт/м <sup>2</sup>	воздушно сухая масса г/м <sup>2</sup>	шт/м <sup>2</sup>	воздушно сухая масса г/м <sup>2</sup>
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	15	14,2	41	75,6	37	11,5	31	33,8
		2*	6	3,8	10	30,3	17	5,7	11	13,3
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	20	23,6	45	91,6	60	22,9	42	46,0
		2	9	7,9	15	32,2	19	3,9	14	14,7
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	14	21,2	36	104,2	66	21,9	39	49,1
		2	10	15,5	10	38,4	27	8,5	16	20,8
Среднее по варианту обработки			12	14,4	26	62,0	38	12,4	25	29,6
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	20	23,8	27	78,1	84	31,0	44	44,3
		2	13	9,8	9	25,4	33	12,0	18	15,7
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	17	22,4	31	55,1	145	45,5	64	41,0
		2	12	14,9	13	21,0	55	18,3	27	18,1
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	33	31,8	30	97,4	168	59,3	77	62,8
		2	14	13,0	12	28,4	78	28,6	35	23,3
Среднее по варианту обработки			18	19,3	20	51,0	94	32,4	44	34,2
Бесменная безотвальная разноглубинная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	32	25,8	36	81,0	52	13,6	40	40,1
		2	19	10,8	16	36,7	26	10,2	20	19,2
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	39	33,0	38	61,7	60	24,2	46	32,3
		2	7	14,4	12	24,0	22	10,0	14	16,1
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	58	35,7	28	62,3	76	33,2	54	43,7
		2	30	19,6	10	22,4	49	16,6	30	19,5
Среднее по варианту обработки			32	23,2	23	48,0	47	18,0	34	29,7
Комбинированная (отвально-безотвальная)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	43	32,3	29	84,8	52	17,8	41	45,0
		2	11	11,8	15	17,7	31	11,2	19	13,6
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	27	28,0	16	53,5	69	23,7	37	35,1
		2	13	16,5	8	23,2	33	10,1	18	16,6
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	23	30,3	29	84,2	69	38,8	40	51,1
		2	16	19,4	10	27,8	34	11,1	20	19,4
Среднее по варианту обработки			22	23,0	18	48,5	48	18,8	29	30,1
Комбинированная (отвально-поверхностная)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	20	31,2	23	82,6	54	25,8	32	46,5
		2	10	8,4	13	33,0	20	7,9	14	16,4
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	40	33,6	24	44,2	86	27,5	50	35,1
		2	30	21,1	10	22,5	41	13,1	27	18,9
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	67	30,4	29	49,6	123	49,3	73	43,1
		2	17	20,2	8	15,0	49	17,3	25	17,5
Среднее по варианту обработки			31	20,7	18	41,1	62	23,5	37	28,4

Примечание: 1\* – протравливание семян – фон; 2\*\* – фон + пестициды по вегетации культур

Таблица 3

**Влияние приёмов основной обработки почвы и вариантов химизации на урожайность культур в зернопаровом севообороте, т/га (2013-2020 гг.)**

Основная обработка почвы (фактор А)	Уровень мин. питания, кг/га д.в. удоб. (фактор В)	Защита растений (фактор С)	Озимая пшеница	Соя	Ячмень	Выход продукции с 1 га пашни, т. зерн. едениц
Традиционная разнотрубная (контроль)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1*	4,66	1,35	3,28	2,38
		2**	5,21	1,71	3,94	2,79
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	4,65	1,36	3,18	2,35
		2	5,18	1,61	3,58	2,66
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	4,24	1,37	2,92	2,19
		2	5,18	1,61	3,24	2,58
Среднее по варианту обработки почвы			4,85	1,50	3,36	2,49
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	4,61	1,26	3,20	2,32
		2	5,12	1,69	3,70	2,70
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	4,60	1,25	2,83	2,22
		2	5,09	1,51	3,25	2,53
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	4,77	1,23	2,59	2,20
		2	5,03	1,51	2,98	2,44
Среднее по варианту обработки почвы			4,87	1,41	2,92	2,36
Бесменная безотвальная разнотрубная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	4,67	1,23	3,07	2,29
		2	5,12	1,70	3,76	2,72
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	4,57	1,25	2,89	2,23
		2	4,92	1,56	3,52	2,57
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	4,58	1,28	2,72	2,20
		2	4,94	1,53	3,17	2,47
Среднее по варианту обработки почвы			4,80	1,42	3,18	2,41
Комбинированная овально-безотвальная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	4,69	1,31	3,26	2,37
		2	5,19	1,71	3,95	2,78
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	4,57	1,33	2,97	2,27
		2	4,98	1,58	3,50	2,58
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	4,68	1,27	2,75	2,23
		2	5,05	1,53	3,20	2,51
Среднее по варианту обработки почвы			4,86	1,46	3,27	2,43
Комбинированная отвально-поверхностная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	4,64	1,40	3,30	2,39
		2	5,14	1,82	3,90	2,79
	N <sub>33</sub> P <sub>33</sub> K <sub>33</sub>	1	4,68	1,41	2,83	2,29
		2	5,16	1,64	3,63	2,68
	N <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1	4,74	1,33	2,85	2,29
		2	5,08	1,65	3,28	2,57
Среднее по варианту обработки почвы			4,91	1,54	3,30	2,50
НСР <sub>05</sub> т/га	для фактора А		0,19	0,07	0,13	
	для фактора В		0,21	0,12	0,11	
	Для фактора С		0,27	0,05	0,12	

Примечание: 1\* – протравливание семян – фон;

2\*\* – фон + пестициды по вегетации культур



### Заключение

Таким образом, по результатам исследований установлено, что, на чернозёме типичном северо-восточного региона Центрального Черноземья лучшие условия для накопления влаги в зернопаровом севообороте создаются в технологиях на основе безотвальной разноглубинной и комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной систем основной обработки почвы. Бесменная поверхностная система обработки (дискование на 10-12 см) приводит к снижению весенних запасов продуктивной влаги.

Длительное ежегодное применение в севообороте поверхностной системы обработки почвы приводит к росту засорённости культур в сравнении со вспашкой. Комбинированные системы обработки почвы отвально-безотвальные и отвально-поверхностные, а также отвальная разноглубинная обработка снижают нарастание засорённости посевов, по сравнению с поверхностной обработкой.

Повышение уровня минерального питания сопровождается снижением в посевах количества сорняков и массы сорного компонента.

Применение в технологиях комбинированной отвально-поверхностной системы обработки почвы способствовало формированию продуктивности севооборота на уровне традиционной отвальной разноглубинной обработки. Ежегодное применение поверхностной системы обработки (дискование на 10-12 см) ведёт к снижению продуктивности севооборота, в сравнении с ежегодной вспашкой, на 0,13 т/га зерновых единиц.

Влияние бесменной безотвальной разноглубинной и комбинированной отвально-безотвальной систем обработки почвы на продуктивность севооборота не существенное – различия по отношению к традиционной отвальной системе обработки в сторону снижения составили всего 2,4-3,2%.

Повышение уровня минерального питания в технологиях с  $N_{20}P_{10}K_{10}$  до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  увеличивает продуктивность севооборота на 7,5-10,7%. Комплексное применение средств защиты растений повышает продуктивность севооборота на 13,0%.

Полученные результаты свидетельствуют, что в зернопаровом севообороте наряду с традиционной отвальной разноглубинной системой основной обработки почвы эффективны технологические комплексы возделывания культур на основе комбинированных систем обработки, где чередуются вспашка с безотвальными и поверхностными обработками в комплексе с удобрениями и средствами защиты растений.

### Литература

1. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Обобщённая оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота. // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т 31. – № 8. – С. 28-30.
2. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кашеев А.В. Агроэкономические основы повышения устойчивости земледелия в степной зоне. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 7. – С. 9-13.
3. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия. // Земледелие. – 2018. № 2. – С. 3-6.
4. Кирюшин В.И. Проблемы минимализации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследования. // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
5. Кузыченко Ю.А. Системы обработки почвы в пропашном звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья. // Вестник Казанского государственного университета. – 2020. – Т. 15. – № 2 (58). – С. 25-28.
6. Гармашов В.М. Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозёма обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР: дис. ... д-ра с.-х. наук. Каменная степь, – 2018. – 511 с.
7. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экономические элементы минимизации основной обработки почвы. // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
8. Турусов В.И., Гармашов В.М., Дронова Н.В. Эффективность систем обработки почвы и средств интенсификации при возделывании озимой пшеницы в условиях ЦЧЗ. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 68-70.
9. Сабитов М.М., Шарипова Р.Б. Эффективность способов обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 10. – С.31-34.
10. Кузина Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозёма выщелоченного. // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3. – С. 35-41.

11. Концепция технологии основной обработки чернозёмных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приёмов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья. (сост. В.А. Воронцов, ФАНО, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». – Тамбов: Принт Сервис, – 2018. – 74 с.
12. Лошаков В.Г. Значение научно-агронического наследия Д.Н. Прянишникова в развитии земледелия Нечернозёмной зоны. //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 17-21.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

### References

1. Kuzychenko Yu.A., Kulintsev V.V., Kobozev A.K. Obobshchennaya otsenka differentsiatsii 108system osnovnoi obrabotki pochvy pod kul'tury sevooborota [Generalized assessment of the differentiation of the system of basic tillage for crop rotation]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK- Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2017, v. 31, no. 8, pp. 28-30. (In Russian)
2. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kashcheev A.V. Agroekonomicheskie osnovy povysheniya ustoichivosti zemledeliya v stepnoi zone [Agro-economic foundations for increasing the sustainability of agriculture in the steppe zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2018, v.32, no. 7, pp. 9-13. (In Russian)
3. Baibekov R.F. Prirodopodobnye tekhnologii osnova stabil'nogo razvitiya zemledeliya [Nature-like technologies are the basis for sustainable development of agriculture]. *Zemledelie*, 2018, no. 2, pp. 3-6. (In Russian)
4. Kiryushin V.I. Problemy minimalizatsii obrabotki pochvy: perspektivy razvitiya I zadachi issledovaniya [Problems of soil tillage minimization: development prospects and research objectives]. *Zemledelie*, 2013, no. 7, pp. 3-6. (In Russian)
5. Kuzychenko Yu.A. Sistemy obrabotki pochvy v propashnom zvene sevooborota v zone Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Soil cultivation systems in a row crop rotation in the zone of the Central Ciscaucasia]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020, v. 15, no. 2 (58), pp. 25-28. (In Russian)
6. Garmashov V.M. Printsipy I metody optimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy I vosproizvodstva plodorodiya chernozema obyknovennogo v zernopropashnykh sevooborotakh TsChR [Principles and methods for optimizing the main tillage and reproduction of the fertility of ordinary chernozem in grain-rowed crop rotations of the Central Chernozem Region]: Doct. Diss. (Agric.). Kamennaya step', 2018, 511 p. (In Russian)
7. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ekonomicheskie 108system108 minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy [Economic Elements of Minimizing Primary Tillage]. *Zemledelie*, 2006, no. 4, pp. 18-20. (In Russian)
8. Turusov V.I., Garmashov V.M., Dronova N.V. Effektivnost' 108system obrabotki pochvy I sredstv intensivatsii pri vozdeleyvanii ozimoi pshenitsy v usloviyakh TsChZ [Efficiency of tillage systems and means of intensification in the cultivation of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*. 2015, v. 29, no. 7, pp. 68-70. (In Russian)
9. Sabitov M.M., Sharipova R.B. Effektivnost' sposobov obrabotki pochvy I sredstv khimizatsii v zernoparovom sevooborote [Efficiency of soil tillage methods and chemicalization means in grain-fallow crop rotation]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2015, v. 29, no. 10, pp.31-34. (In Russian)
10. Kuzina E.V. Vliyanie osnovnoi obrabotki pochvy na zapasy produktivnoi vlagi I agrofizicheskie svoystva chernozema vyshchelochennogo [Influence of the main tillage on the reserves of productive moisture and agrophysical properties of leached chernozem]. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2016, no. 3, pp. 35-41. (In Russian)
11. Vorontsov V.A. ed. Kontseptsiya tekhnologii osnovnoi obrabotki chernozemnykh pochv na osnove energo- I resursosberegayushchikh priemov v severo-vostochnom regione Tsentral'nogo Chernozem'ya [The concept of technology for the main cultivation of chernozem soils based on energy and resource-saving methods in the northeastern region of the Central Chernozem region]. FANO, FGBNU «FNTs im. I.V. Michurina». Tambov: Print Servis, 2018, 74 p. (In Russian)
12. Loshakov V.G. Znachenie nauchno-agronomicheskogo naslediya D.N. Pryanishnikova v razvitii zemledeliya nechernozemnoi zony [The significance of the scientific and agronomic heritage of D.N. Pryanishnikov in the development of agriculture in the non-chernozem zone]. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2015, v. 29, no. 11, pp. 17-21. (In Russian)
13. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experience], the 5<sup>th</sup> ed., revised. Moscow, *Agropromizdat*, 1985, 351 p. (In Russian)