

УДК 631.51:633.853.78

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

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

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

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

Цель исследований – изучение влияния способов основной обработки почвы и вариантов средств химизации на продуктивность и экономическую эффективность зернопарового севооборота. Работа выполнена в условиях северо-востока Центрального Черноземья на чернозёме типичном мощном тяжёлоуглинистом с содержанием гумуса 6,8...7,0%. В многолетнем стационарном полевом опыте Тамбовского НИИСХ оценено влияние способов основной обработки почвы (традиционная отвальная разнотрубная – контроль, бесменная поверхностная – дискование на 10-12 см, бесменная безотвальная разнотрубная, комбинированные: отвально-безотвальная и отвально-поверхностная, а также различные варианты химизации $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{10}P_0K_0$ кг д. в. удобрений на 1 га севооборотной площади. Защита растений культур севооборота включала два варианта: 1 – протравливание семян, 2 – протравливание семян + пестициды (гербициды, фунгициды и инсектициды) по вегетации культур. Выявлено, что способы основной обработки существенно не влияли на продуктивность севооборота – различия между вариантами не превышали 0,09 т/га зерновых единиц и находились в пределах ошибки опыта. Установлено, что наибольший выход зерновых единиц, независимо от фона обработки, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Использование такого приёма повышало продуктивность севооборота, в среднем по вариантам обработки почвы, на 0,35 тыс. т/га зерновых единиц по отношению к $N_{10}P_0K_0$. На фоне внесения удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ выход зерновых единиц повышался на 0,15 тыс. т/га. При повышении уровня удобренности до $N_{60}P_{60}K_{60}$ относительно $N_{10}P_0K_0$ затраты возрастали в 1,4 раза и в результате окупаемость затрат снижалась по вариантам опыта на 23,3-29,4%.

Ключевые слова: способ обработки почвы, удобрения, средства защиты растений, севооборот, продуктивность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Продуктивность и экономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):97-104. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-97-104

PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF GRAIN AND FALLOW CROP ROTATION DEPENDING ON AGROTECHNOLOGIES

V.A. Vorontsov, Yu.P. Skorochkin

TAMBOV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE –
BRANCH FSBSI I.V. MICHURIN FEDERAL SCIENTIFIC CENTER

Abstract: *The purpose of research is to study the influence of methods of basic tillage and variants of chemicalization means on productivity and economic efficiency of grain and fallow crop rotation. The work was carried out in the conditions of the north-east of the Central Chernozem*

region on heavy loamy typical chernozem with humus content of 6.8...7.0%. In the long-term stationary field experiment of Tambov NIISKh the influence of methods of basic tillage (traditional mouldboard multi-depth tillage - control, shiftless surface tillage - discing at 10-12 cm, shiftless no-till multi-depth tillage, combined: mouldboard-no-tillage and mouldboard-surface tillage, as well as different variants of chemicalization $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{10}P_0K_0$ kg of active ingredient fertilizers per 1 ha of crop rotation area was evaluated. Plant protection of rotation crops included two variants: 1 - seed dressing, 2 - seed dressing + pesticides (herbicides, fungicides and insecticides) during crop vegetation. It was revealed that the methods of basic tillage did not significantly affect the productivity of crop rotation - the differences between the variants did not exceed 0.09 t/ha of grain units and were within the limits of the experiment error. It was found that the highest yield of grain units, regardless of the background of treatment, was provided by the complex application of plant protection products and fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$. The use of this technique increased the productivity of crop rotation, on average for the variants of tillage, by 0.35 thousand tons/ha of grain units in relation to $N_{10}P_0K_0$. Against the background of applying fertilizers at a dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$, the yield of grain units increased by 0.15 thousand t/ha. When increasing the level of fertilization to $N_{60}P_{60}K_{60}$ compared to $N_{10}P_0K_0$, the costs increased 1.4 times and as a result the cost recovery decreased by 23.3 - 29.4 % in the experiment variants.

Keywords: tillage method, fertilizers, plant protection products, crop rotation, productivity, economic efficiency.

Введение

Формирование высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в первую очередь, предусматривает совершенствование технологий их возделывания [1, 2]. В агротехнологических комплексах возделывания культур большую роль играет основная обработка почвы [3, 4]. От способа обработки почвы во многом зависят урожайность, энергозатраты и экономические показатели производства продукции [5-8].

В последние годы, для снижения себестоимости и повышения рентабельности производства продукции, внедряют технологии на основе энерго-и ресурсосбережения на принципах уменьшения интенсивности обработки почвы [9, 10]. В тоже время, как повышение её интенсивности, так и чрезмерная минимализация может привести к снижению продуктивности возделываемых культур и ухудшению экономических показателей производства продукции [11].

Большую роль в повышении продуктивности полевых культур играют удобрения. При этом необходима оптимизация системы питания растений [12-14]. Эффективность системы удобрений в определённой степени зависит от основной обработки почвы, которая определяет глубину заделки удобрений и распределение их в обрабатываемом слое [15].

Цель исследований заключалась в изучении влияния способов основной обработки почвы и вариантов интенсификации (удобрения и средства защиты растений) на продуктивность и экономическую эффективность зернопарового севооборота в условиях северо-востока Центрального Черноземья (Тамбовская область).

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2021-2023 годах на опытном поле Тамбовского НИИСХ в четырёхпольном зернопаровом севообороте: чёрный пар – озимая пшеница – соя – ячмень. Повторность в стационарном опыте трёхкратная с последовательным расположением вариантов. В опыте использовали метод расщеплённых делянок. Посевная площадь элементарной делянки 124 м^2 (7,20 x 17,30), учётной – 25 м^2 (5,0 x 5,0).

В опыте выращивали районированные сорта культур: озимая пшеница – Скипетр, соя Аванта, ячмень – Чакинский 221.

Изучали пять способов основной обработки почвы: традиционная отвальная разноглубинная под озимую пшеницу, ячмень на глубину 20-22 см, сою – на 25-27 см (контроль); бессменная поверхностная (дискование на 10-12 см) под все культуры севооборота; безотвальная разноглубинная под зерновые культуры на глубину 20-22 см, сою – 25-27 см; комбинированная (отвально-безотвальная) с вспашкой под сою в сочетании с безотвальной обработкой под зерновые культуры; комбинированная (отвально-

поверхностная) сочетание вспашки под сою с поверхностной обработкой под озимую пшеницу и ячмень.

Основную обработку в севообороте проводили на фоне рыхления почвы дисковыми орудиями на 8-10 см после уборки культур. На каждый способ обработки почвы накладывали три варианта минерального питания: 1) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д. в. на 1 га севооборотной площади, где под каждую культуру ежегодно вносили соответственно по $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{10}P_0K_0$ – под озимую пшеницу вносили в виде весенней подкормки аммиачную селитру – N_{30} , сою и ячмень выращивали без удобрений. Варианты основной обработки почвы и удобрений изучали на двух фонах средств защиты растений: 1 – протравливание семян перед посевом культур + гербициды, фунгициды и инсектициды по вегетации культур; 2 – протравливание семян.

В качестве удобрения использовали азофоску 16 : 16 : 16 и аммиачную селитру, которые вносили разбросным способом под основную обработку почвы и в виде весенней подкормки посевов озимой пшеницы.

Климатические условия Тамбовской области умеренно-континентальны, с неустойчивым увлажнением. Зимы преобладают умеренно морозные, с температурой воздуха $-4^{\circ}C$, $-12^{\circ}C$. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом 130-140 дней, абсолютный минимум температуры воздуха достигает минус 37° на западе и минус $44^{\circ}C$ на северо-востоке области. Количество осадков, выпадающих в зимний период, является вполне благоприятным для создания необходимых запасов влаги в почве в весеннее время. Лето достаточно ясное, тёплое, даже жаркое. В течение летнего сезона преобладает тёплый континентальный воздух. Лето характеризуется неустойчивым, переменным увлажнением, часты сильные ветры и суховеи. Годовое количество осадков составляет около 500-550 мм, наименьшее до 450 мм и менее выпадает в юго-восточных районах области, в том числе в районе деятельности Тамбовского НИИСХ. Сумма осадков за вегетационный период, который длится 189 дней, составляет 50-55% от годовой суммы. Средняя величина ГТК по Тамбовской области составляет 0,91-1,10, в течение вегетационного периода изменяется от 0,8 до 1,4, максимальное значение принимает в сентябре.

Метеоусловия вегетационных периодов в годы исследований различались и имели отклонения от среднемноголетних показателей. Так, за вегетационный период (май – август) 2021 года осадков выпало на 86 мм меньше нормы, среднесуточная температура в этот период была выше среднемноголетних значений на $3,0^{\circ}C$.

Погодные условия вегетационного периода в 2022 году складывались не совсем благоприятно для роста и развития культур севооборота, и особенно для сои и ячменя. Осадков выпало на 102,1 мм меньше нормы, а температура воздуха превышала среднемноголетнюю величину на $1,9^{\circ}C$. За вегетационный период 2023 г осадков выпало 363,3 мм, что на 78,5 мм больше среднемноголетних показателей (284,8 мм), а температурный режим был на $1,2^{\circ}C$ выше среднемноголетних значений ($14,6^{\circ}C$).

Различные погодные условия в годы проведения исследований способствовали наиболее полно оценивать изучаемые факторы в опыте и их влияния на рост, развитие культур и, в конечном итоге, на продуктивность севооборота.

Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом типичным, мощным, тяжёлосуглинистым, содержание гумуса в пахотном слое – 6,8-7,0%. Обеспеченность подвижным фосфором и обмена калием (по Чирикову) высокая – 15,0-17,0 и 13,0-15,0 мг на 100 г почвы; рН(сол) – 6,6-6,8. Агротехника выращивания культур в севообороте – общепринятая для зоны исследования, за исключением изучаемых факторов.

Урожайность культур в опыте учитывали в ходе поделочной уборки комбайном САМПО-500. Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты и их обсуждение

В среднем за три года исследований наибольшая урожайность озимой пшеницы, независимо от фона удобренности и средств защиты растений, отмечена на традиционной отвальной разноглубинной обработке в севообороте и составила 6,06 т/га (табл. 1).

Бесменная поверхностная и безотвальная обработки приводили к снижению урожайности культуры на 0,21 и 0,15 т/га (НСР = 0,12). В тоже время, варианты с комбинированными отвально-безотвальной и отвально-поверхностной способами обработки, где под озимую пшеницу проводили безотвальную обработку на 20-22 см и поверхностную (дискование на 10-12 см) не оказали значительного влияния на урожайность культуры. Различия между данными вариантами с контролем не превышали 0,09-0,10 т/га и находились в пределах ошибки опыта.

Таблица 1

Урожайность и продуктивность культур зернопарового севооборота в зависимости от способов обработки почвы и средств химизации, т/га (2021-2023 гг.)

Обработка почвы в севообороте (фактор А)	Доза удобрений на 1 га севооборотной площади (фактор В)	Защита растений (фактор С)	Культуры севооборота			Выход зерновых единиц, тыс. т/га севооборотной площади
			Озимая пшеница	soя	ячмень	
Традиционная разнотравная отвальная (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	6,51	2,37	3,99	3,32
		2*	5,97	1,93	3,49	2,93
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	5,98	2,28	3,55	3,05
		2	5,81	1,88	2,98	2,75
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	6,26	2,13	2,95	2,94
		2	5,83	1,91	2,55	2,65
Среднее по варианту обработки			6,06	2,09	3,25	2,94
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	6,26	2,24	3,84	3,18
		2	5,91	1,89	3,32	2,86
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	5,90	2,14	3,40	2,95
		2	5,59	1,86	2,97	2,68
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	5,86	2,20	2,95	2,85
		2	5,57	1,84	2,55	2,57
Среднее по варианту обработки			5,85	2,03	3,17	2,85
Бесменная разнотравная безотвальная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	6,13	2,39	3,87	3,20
		2	5,87	1,95	3,25	2,85
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	6,01	2,22	3,36	2,99
		2	5,68	1,82	2,89	2,67
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	6,11	2,18	2,78	2,86
		2	5,65	1,86	2,46	2,57
Среднее по варианту обработки			5,91	2,07	3,10	2,86
Комбинированная отвально-безотвальная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	6,21	2,38	3,85	3,21
		2	5,91	1,92	3,48	2,91
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	5,96	2,30	3,46	3,03
		2	5,73	1,99	3,03	2,77
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	6,25	2,26	3,04	2,98
		2	5,69	1,87	2,56	2,61
Среднее по варианту обработки			5,96	2,12	3,24	2,92
Комбинированная отвально-поверхностная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	6,27	2,54	4,00	3,31
		2	5,92	1,99	3,67	2,98
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	5,98	2,27	3,66	3,07
		2	5,74	2,01	3,32	2,85
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	6,08	2,22	2,92	2,90
		2	5,80	1,92	2,63	2,67
Среднее по варианту обработки			5,97	2,16	3,37	2,96

НСР₀₅ для средних частных различий 0,28 0,19 0,33 0,08
 Для фактора А 0,12 0,08 0,12 0,09
 Для фактора В 0,09 0,06 0,10 0,07
 Для фактора С 0,09 0,05 0,08 0,06

Примечание: 1* – протравливание семян + пестициды по вегетации

2* – протравливание семян

Урожайность сои по вариантам основной обработки почвы варьировала в пределах 2,03-2,16 т/га. При этом наблюдалась тенденция к снижению урожайности по бессменным безотвальной и поверхностной обработкам и к повышению, на фоне комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной обработкам почвы в севообороте. Различия между вариантами основной обработки почвы были в пределах ошибки опыта.

Значительных отклонений урожайности ячменя по вариантам обработки почвы в севообороте не наблюдалась, которые находились в пределах ошибки опыта. Исключение составил вариант с бессменной безотвальной обработкой, где урожайность ячменя составила 3,10 т/га, что меньше контроля на 0,15 т/га при ($НСР_{05} = 0,12$ т/га).

Более высокую урожайность культур севооборота, независимо от способа обработки почвы, обеспечивало комплексное применение средств защиты растений и удобрений. Максимальная величина урожайности культур получена в варианте с дозой удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе со средствами защиты растений. Так, по озимой пшенице, в зависимости от фона обработки почвы, этот прием обеспечил урожайность на уровне 6,13-6,51 т/га, что существенно выше варианта с весенней подкормкой аммиачной селитрой в дозе N_{30} , разница составила 0,25-0,27 при ($НСР_{05}$ для удобрений = 0,09 т/га. В посевах сои этот приём повышал сбор соевых бобов на 0,28-0,32 т/га ($НСР_{05} = 0,06$ т/га), в посевах ячменя на 0,96-1,06 т/га ($НСР_{05} = 0,10$ т/га) по сравнению с вариантом без удобрений.

В целом продуктивность севооборота по вариантам основной обработки почвы, независимо от средств химизации, варьировала от 2,85 до 2,96 тыс. т/га зерновых единиц. При этом несколько меньшим тот показатель отмечен на варианте с бессменными поверхностной и безотвальной обработками почвы, составивший 2,85-2,86 т/га, что меньше на 0,09 и 0,08 т/га контроля с традиционной отвальной разноглубинной вспашкой. По комбинированным способам обработки почвы (отвально-безотвальной и отвально-поверхностной) выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади составил 2,92-2,96 тыс. т/га, при показателе на контроле 2,94, то есть практически был равным.

Оценка экономической эффективности севооборота показала, что лучшие экономические показатели получены (независимо от способа основной обработки почвы) в вариантах с уровнем минерального питания 1 га севооборотной площади $N_{10}P_0K_0$ в комплексе со средствами защиты растений (табл. 2). Так, себестоимость 1 т зерновых единиц по традиционной отвальной разноглубинной обработке (контроль) составила 4660 рублей, бессменным поверхностной и безотвальной обработкам – 4714 и 4664 рубля и на фоне комбинированных способов обработки – 4549 и 4664 рубля. Наибольшая окупаемость затрат отмечена также в вариантах с низким фоном удобренности $N_{10}P_0K_0$ в комплексе со средствами защиты растений, которая варьировала по способам обработки почвы от 4,53 до 4,66 руб.

Самая низкая себестоимость полученной продукции в севообороте 4549 руб/т зерновых единиц и наибольшая окупаемость затрат 4,66 рублей получена при использовании технологий выращивания культур на основе комбинированной отвально-безотвальной обработке почвы в комплексе с уровнем минерального питания $N_{10}P_0K_0$ и средствами защиты растений от вредных объектов агроценозов.

Повышение дозы внесения удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$ приводило к увеличению затрат и, в конечном итоге, ухудшению экономических показателей, повышению себестоимости производства зерна в севообороте и снижению окупаемости затрат по вариантам обработки почвы на 19,9-23,3% и 23,3-29,4%, соответственно.

Применение в технологических комплексах возделывания культур в зернопаровом севообороте, из всего комплекса средств защиты растений, только лишь протравливания семян сопровождалось снижением продуктивности севооборота и ухудшением экономических показателей (повышение себестоимости и снижение окупаемости затрат).

Агроэкономическая эффективность зернопарового севооборота в зависимости от агротехнологий

Способ основной обработки почвы	Уровень минерального питания, кг д. в. на 1 га севооборотной площади	Защита растений	Выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади, тыс.т/га	Затраты, руб./га севооборота	Стоимость продукции, руб/га севооборота	Себестоимость 1 т зер. ед., руб.	Окупаемость затрат руб/руб
Традиционная отвальная разноглубинная (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,32	19307	70485	5875	3,65
		2*	2,93	18339	62209	6259	3,39
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	3,05	16396	64766	5376	3,95
		2	2,75	15392	58264	5597	3,79
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	2,94	13702	62073	4660	4,53
		2	2,65	12740	56054	4807	4,40
Бесменная поверхностная (дискование на 10-12 см)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1	3,17	18723	67295	5906	3,59
		2	2,77	17777	59067	6418	3,32
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	3,03	15716	61459	5187	3,91
		2	2,59	14344	54348	5538	3,79
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	2,76	13012	56359	4714	4,48
		2	2,45	11872	51696	4846	4,35
Бесменная безотвальная разноглубинная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,19	18937	68309	5936	3,61
		2*	2,83	17992	60433	6358	3,36
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	2,99	15922	63485	5325	3,99
		2	2,61	14978	54682	5739	3,65
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	2,86	13338	60559	4664	4,54
		2	2,57	12390	54299	4821	4,38
Комбинированная отвально-безотвальная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,21	19037	68555	5931	3,60
		2**	2,89	18105	61460	6265	3,39
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	3,03	16042	64373	5294	4,01
		2	2,77	15154	58883	5471	3,89
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	2,97	13512	62999	4549	4,66
		2	2,58	12494	51197	4843	4,10
Комбинированная отвально-поверхностная	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1*	3,27	18883	69720	5775	3,69
		2**	2,96	17988	62503	6077	3,47
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1	3,05	15911	64264	5217	4,04
		2	2,81	14963	59328	5325	3,96
	N ₁₀ P ₀ K ₀	1	2,87	13314	60544	4639	4,55
		2	2,59	12329	54643	4760	4,43

Примечание: 1* – протравливание семян + пестициды по вегетации культур, 1** – протравливание семян

Заключение

Таким образом, по результатам исследований, на чернозёме северо-востока ЦЧЗ, наряду с традиционной отвальной разноглубинной основной обработкой почвы в зернопаровом севообороте, возможно применение комбинированной обработки, сочетание вспашки под сою и безотвальной или поверхностной обработкой под зерновые культуры севооборота в комплексе со средствами защиты, обеспечивающие снижение себестоимости зерна и повышение окупаемости затрат.

Литература

1. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Влияние основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 4 (40). – С. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58
2. Воронов С.И., Зволинский В.П., Плескачëв Ю.Н. и др. Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя. // *Земледелие*. – 2020. – № 2. – С. 24-26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10206.
3. Шабалкин А.В., Драчëва 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: 10.24412/0044-3913-2022-6-41-45.
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. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Экологические аспекты минимизации основной обработки почвы // *Земледелие*. – 2006. – № 4. – С. 18-20.
6. Турусов В.И., Гармашов В.И., 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.
7. Сабитов М.М., Шарипова Р.Б. Эффективность способов основной обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29. – № 10. – С. 31-34.
8. 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: Принтсервис, – 2018. – 74 с.
9. Турусов В.И., Романцов Ю.Ф., Пшеничный В.А. Энергосберегающая технология возделывания пропашных культур и техническое средство её обеспечения // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30. – № 4. – С. 78-80.
10. Перфи́рьев 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: 10.24411/0235-2451-2018-10103.
11. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение*. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139.
12. 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.
13. Чуян О.Г. Модель системы удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 5-8.
14. Турусов В.И., Гармашов В.М. Эффективность минеральных удобрений при различных способах обработки почвы // *Агрохимия*. – 2020. – № 12. – С. 19-27.
15. A.V. Shabalkin, Yu.P. Skorochkin, V.A. Vorontsov and M.K. Dracheva. The effect of tillage in combination with the use of fertilizers and protective equipment on the yield and economic efficiency of crop cultivation in the North-Eastern region of the central chernozem zone. International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture” (ITIA 2022). /Orel, Russian Federation, March 23-24,2022 DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224710001> //BIO Web of Conferences. Volume 47 (2022).

References

1. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P. The influence of basic tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of winter wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. -2021.– no 4 (40), - pp. 53-58. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-53-58 (in Russian).

2. Voronov S.I., Zvolinsky V.P., Pleskachev Yu.N. et al. The role of basic tillage techniques in the cultivation of spring barley. *Agriculture*. 2020. no. 2. Pp. 24-26. DOI : 10.24411/0044-3913-2020-10206. (in Russian).
3. Shabalkin A.V., Dracheva M.K., Vorontsov V.A. et al. The reaction of barley to the means of intensification and methods of processing chernozem soils in the north-eastern region of the Chernozem region. *Agriculture*. 2022. no. 6. Pp. 41-45. DOI : 10.24412/0044-3913-2022-6-41-45. (in Russian).
4. Sabitov M.M., Zakharov S.A. Resource-saving models of spring wheat cultivation technologies in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. V. 16. no. 3 (63). Pp. 53-58. (in Russian).
5. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Ecological aspects of minimizing basic tillage. *Agriculture*. 2006. no. 4. Pp. 18-20. (in Russian).
6. Turusov V.I., Garmashov V.I., Dronova N.V. Effectiveness of tillage systems and means of intensification in the cultivation of winter wheat in the conditions of the Central agricultural district. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2015. V. 29. no. 7. Pp. 68-70. (in Russian).
7. Sabitov M.M., Sharipova R.B. Effectiveness of methods of basic tillage and chemicalization in grain-steam crop rotation. *Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex*. 2015. V. 29. no. 10. Pp. 31-34. (in Russian).
8. The concept of technology for basic processing of chernozem soils based on energy and resource-saving techniques in the north-eastern region of the Central Chernozem region / ed. V.A. Vorontsov; FANO, Federal State Budgetary Scientific Research Center named after I.V. Michurin. Tambov: Printserservice, 2018. – 74 p. (in Russian).
9. Turusov V.I., Romantsov Yu.F., Pshenichny V.A. Energy-saving technology of cultivation of row crops and technical means of its provision. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2016. V. 30. No. 4. Pp. 78-80. (in Russian).
10. Perfiryev N.V., Vyushina O.A. Productivity of grain-steam crop rotation and efficiency of grain production depending on the systems of basic tillage. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2018. no. 1. pp. 18-21. DOI : 10.24411/0235-2451-2018-10103. (in Russian).
11. Kiryushin V.I. Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape farming systems. *Soil science*. 2019. no. 9. Pp. 1130-1139. (in Russian).
12. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. The area of application of zero and surface treatments in the cultivation of ear crops on the territory of the European part of the Russian Federation. *Agriculture*. 2017. no. 2. Pp.10-13. (in Russian).
13. Chuyan O.G. Model of the fertilizer system in adaptive landscape agriculture of the Central Chernozem region. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2017. V. 31. no. 12. Pp. 5-8. (in Russian).
14. Turusov V.I., Garmashov V.M. The effectiveness of mineral fertilizers in various methods of tillage. *Agrochemistry*. 2020. no. 12. Pp. 19-27. (in Russian).
15. A.V. Shabalkin, Yu.P. Skorochkin, V.A. Vorontsov and M.K. Dracheva. The effect of tillage in combination with the use of fertilizers and protective equipment on the yield and economic efficiency of crop cultivation in the North-Eastern region of the central chernozem zone. International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture” (ITIA 2022). [Orel, Russian Federation, March 23-24, 2022]
DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224710001>. BIO Web of Conferences. Volume 47(2022). (in Russian).