

15. Zimon A. D. Kolloidnaya khimiya: Obshchii kurs (Colloidal Chemistry: General Course), M., Krasand, 2019, 342 p.
16. Aleshin S. N., Yastrebov M. T. Ob elektricheskom zaryade kornya rasteniya i metode ego opredelenie (About the electric charge of the plant root and its method of determination), Doklady TSKhA, 1950, Vyp. 12, pp. 188-194.
17. Perevolotskii A. N., Spirin E. V., Perevolotskaya T. V., Spiridonov S. I. Model' rascheta moshchnosti pogloshchennoi dozy v vertikal'nom profile pochvy v ostruyu fazu radioaktivnykh vypadenii (Model for calculation of absorbed dose rate in vertical profile of soil in acute phase of radioactive fallout), Radiatsionnaya biologiya. Radio-ekologiya, 2018, T. 58, No. 4, pp. 415-424.
18. Prokhorov V. M. Migratsiya radioaktivnykh zagryaznenii v pochvakh (Migration of radioactive contamination in soils), M., Energoizdat, 1981, 99 p.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10036

УДК 631.17 (470.42)

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АГРТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

М. М. Сабитов, канд. с.-х. наук,

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,

ул. Институтская, 19, п. Тимирязевский, Ульяновский район, Ульяновская область, Россия, 433315

E-mail: m_sabitov@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью изучения влияния технологий при возделывании с.-х. культур в агроландшафтах Ульяновской области на повышение их эффективности. Они применялись в зернопаровом севообороте с использованием отечественных сельскохозяйственных машин и районированных сортов по Средневолжскому региону. Эксперименты проводили в 2010–2015 гг. на выщелоченном среднемощном среднесуглинистом черноземе. В многофакторном опыте изучали экстенсивную, включающую отвальную без применения агрохимических средств; нормальную с использованием средних доз макроудобрений и защиты от сорняков; интенсивную рассчитанную на получение программируемого урожая агротехнологии. Применяемые агротехнологии в зерновых севооборотах способствуют улучшению водного, питательного режимов почвы, а также снижению засоренности за счет оптимальных сочетаний химических препаратов. Высокая степень интенсификации агротехнологий в хозяйствах может использоваться в зависимости от ресурсного потенциала землепользователей. Наибольшее ресурсосбережение обеспечила нормальная на естественном фоне, затраты снизились на 3,5%, а по интенсивной – на 2,9%. Наиболее низкая себестоимость в опытах была получена при поддерживающих дозах удобрений 3496 руб./т. По самой насыщенной агротехнологии средствами при урожайности 2,43...2,71 т/га, рентабельность была на уровне 53...86%. По классическому варианту выращивания культур в севообороте продуктивность была получена 2,39...2,97 т/га с рентабельностью в 52...76%, а по нормальной она сложилась 58...83% с продуктивностью 2,46...2,88 т/га.

Ключевые слова: технология, обработка, защита растений, засоренность, биологическая активность, урожайность, экономическая эффективность.

Введение. На протяжении многих лет идет серьезная «борьба» между сторонниками классической и ресурсосберегающих природоохранных агротехнологий. И в основном мнение обеих сторон заключается в том, чтобы сочетать разные способы мелиорации в севооборотах. Поэтому поиски наиболее эффективных приемов основной обработки являются актуальными и представляют научный и практический интерес.

Разработанные теоретические, практические и технологические рекомендации в земледелии имеют достаточно обширный ареал. И перед сельхозтоваропроизводителями поставлена задача получения дешевой и качественной продукции на фоне возрастания стоимости технических ресурсов и интерес к минимальной и нулевой обработке огромен. Многие передовые хозяйства переходят на эту агротехнологию, так как она обеспечивает трехкратную экономию топлива [1].

Сегодня в земледелии используются различные подходы и один из них – агроландшафтный, то есть, применяемые агротехнологии в севооборотах должны быть хорошо адаптированы к местным требованиям, отвечать экологической чистоте и создавать предпосылки для рационального пользования земли и повышения плодородия, получения высоких и устойчивых урожаев [2-4].

В настоящее время целесообразно использовать несколько режимов в земледелии, которые должны различаться степенью интенсификации производства, в зависимости от почвенно-климатических и экономических условий [5].

Поэтому данные исследования были направлены на изучение более новых моделей агротехнологий в условиях черноземных почв Ульяновской области.

Цель исследований — путем постановки полевого стационарного опыта изучить влияние агротехнологий в зернопаровом севообороте на черноземных почвах, обеспечивающих наиболее высокие урожаи возделываемых культур.

Методика. Полевые опыты проводились на богаре с 2010 по 2015 гг. на опытном поле Самарского федерального исследовательского центра РАН, Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства в севообороте: пар — озимая пшеница (сорт Марафон, репродукция элита, норма высева 5,5 млн/га всхожих семян) – яровая мягкая пшеница (сорт Симбирцит, репродукция элита, норма высева 5,5 млн/га всхожих семян) – ячмень (сорт Нутанс-553, репродукция элита, норма высева 4,5 млн/га всхожих семян), развернутом во времени и пространстве (3 закладки). Площадь трехфакторного опытного участка – 8,25 га (321 x 257 м). Схема расположения трехфакторного опыта 3 x 3 x 3 методом расщепленных делянок. Делянки первого порядка (обработка почвы 7710 м² 30 x 257 м) делятся, расщепляются в вертикальном направлении на делянки второго порядка (удобрения 8025 м² 321 x 25 м), делянки второго порядка расщепляются в горизонтальном направлении (защита растений 1542 м² 257 x 6 м). Полевые опыты ставились в трехкратной повторности на делянках с учетной площадью 110 м² (5 x 22 м), с соблюдением методических требований.

Опытный участок характеризуется повышенным содержанием гумуса – 6,35%, рН_{KCl} = 6,8; сумма обменных оснований 48,6 мг-экв/100 г, NO₃ – 0,28%, P₂O₅ – 225 и K₂O – 119 мг/кг (по Чирикову).

Схемой опытов предусматривались варианты основной обработки почвы в сево-

обороте. Наряду с изучением агротехнологий под зерновые культуры, в целях выявления сравнительной эффективности, проводилось изучение минеральных удобрений и средств защиты от сорняков.

1) Экстенсивная агротехнология – вспашка плугом ПН-4-35 под пар чистый на 25-27 см, под яровую пшеницу – на 20-22 см, под ячмень – на 18-20 см.

Удобрения и пестициды не применялись.

2) Нормальная агротехнология – почво-защитная комбинированная под чистый пар проводилась плугом со стойкой СибИМЭ на 20-22 см, под яровую пшеницу – орудием ОПО-4,25 на 12-14 см, под ячмень – КПШ-5 на 10-12 см.

Удобрения применялись в виде поддерживающей дозы. При посеве озимой пшеницы вносили азофоску $N_{16}P_{16}K_{16}$, а весной в подкормку – аммиачную селитру N_{34} ; под яровые применяли азотные под культивацию N_{34} и при посеве – сложные $N_{16}P_{16}K_{16}$. Гербициды применялись против малолетних, многолетних и злаковых сорняков.

3) Интенсивная агротехнология – дифференцированно минимизированная, проводилась под пары орудием ОП-3С на 12-14 см, под яровую пшеницу – БДТ-3 на 10-12 см, а под ячмень – отвальная на 18-20 см.

Удобрения рассчитаны на получение планируемого урожая. При посеве озимой пшеницы употребляли сложные химикаты в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$, а в подкормку – селитру и азофоску $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$; под яровую пшеницу использовали селитру с азофоской $N_{20}+N_{32}P_{32}K_{32}$ под культивацию, а в посев применяли сложные $N_{32}P_{32}K_{32}$; под ячмень – $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{24}P_{24}K_{24}$ соответственно. Использовались гербициды против однолетних двудольных, в том числе устойчи-

вых к 2,4-Д и МЦПА, и некоторых многолетних сорняков; системный фунгицид Колосаль Про, КМЭ – против заболеваний стебля, листьев и колоса с дозой 0,3 л/га; инсектицид Борей, СК – против вредителей с дозой 0,1 л/га. Препараты использовали в фазе их кушения в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200.

Все весенние агротехнические мероприятия проводились в соответствии с рекомендациями для Ульяновской области.

Уборку проводили однофазно комбайном Нива-Эффект.

Погода в 2009-2010 гг. довольно резко отличалась. Так, осень была сухой. Зимой преобладала холодная погода с расхождением от нормы температуры и снега. Наибольшее количество снега было в январе, а февраль был холодным и сухим. Март оказался теплее обычного на $3,2^{\circ}C$, осадков выпало на 25,5 мм больше. С апреля до середины летнего сезона температура воздуха превышала среднегодовые значения: в апреле – на 1,9, в мае – на 4,4, в июне – на 3,3 и июле – $4,4^{\circ}C$. Осадков в этот период выпало меньше нормы: в апреле – на 23,3 мм, в мае – 19,7 мм, в июне и июле – 41,7 и 26,8 мм соответственно.

За вегетационный период 2010–2011 гг. осадков выпало 389,4 мм при норме 263 мм, при этом гидротермический коэффициент составил 1,3.

Метеоусловия в 2011–2012 гг.: осень была не холодной, прохладная зима и умеренно засушливое лето. Так в 2012 году жара сопровождающей засухой и обильными ливнями в некоторые дни. Осадки за вегетацию составили 401,1 мм при норме 263 мм. В результате гидротермический показатель был на уровне 1,3.

Метеоусловия в 2012–2013 гг.: осенне-зимняя погода была более теплой, чем

обычно, а летний период – теплым и влажным. 2012 год был довольно теплым, с обильными дождями в июле и августе. Дождей за вегетацию выпало 440,9 при норме 263 мм. В результате гидротермический показатель составил 1,7.

В 2013–2014 гг. осадков за апрель–сентябрь выпало 184,6 при норме 307 мм. Гидротермальный показатель составил 0,6 единицы.

За вегетационный период 2014–2015 гг. сумма осадков была 256,3 мм при норме 307 мм, а показатель ГТК был на уровне 0,7.

Результаты. Недостаток влаги играет большую роль в сложение почвы. При рыхлом ее сложении она может терять влагу, а когда она сильно уплотнена, то создаются неблагоприятные условия для корней растений [6, 7].

Наиболее приемлемая плотность почвы для зерновых культур считается от 1,05 до 1,20 г/см³ [8]. Наблюдения за ее динамикой показали, что замена отвальной обработки комбинирующими позволит регулировать ее до оптимальных значений (табл. 1).

Таблица 1

Плотность почвы в зависимости от агротехнологий, г/см³ (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология			НСР ₀₅
	экстенсивная	нормальная	интенсивная	
Озимая пшеница	1,19	1,20	1,22	F _Ф <F ₀₅
Яровая пшеница	1,16	1,20	1,22	0,035
Ячмень	1,11	1,17	1,15	0,044
Среднее	1,15	1,19	1,20	

Почвозащитная и минимальная технологии, по сравнению с оборотом пласта, формировали более плотное сложение под яровыми. Так, под посевами яровых она была достоверно выше на 3,4...5,4%, но находилась в оптимальных пределах.

Плотность почвы путем математических расчетов позволила определить количество гумуса. Так общий гумус в слое 0-30 см после уборки на контроле был 219,7 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Содержание гумуса в зернопаровом севообороте в зависимости от агротехнологий, т/га (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология		
	экстенсивная	нормальная	интенсивная
Озимая пшеница	226,7	228,6	232,4
Яровая пшеница	221,0	228,6	232,4
Ячмень	211,5	222,9	219,1
Среднее	219,7	226,7	228,0

По почвозащитным и минимизированным технологиям содержание общего гумуса было больше, чем на контроле на 7,0 и 8,3 т/га или 3,2 и 3,7% соответственно. Его

увеличение происходило за счет применения безотвальных, плоскорезных и поверхностных орудий, которые больше оставляли за собой растительных остатков, чем по

обычной заделке, тем самым в почве формировалось больше органического вещества.

Применяемые орудия для разных глу-бин и приемов осенней обработки в накоп-

лении влаги весной не имели преимущества в сравнении с классической агротехнологией, и эти значения колебались в пределах 130,3...134,7 мм (табл. 3).

Таблица 3

Содержание продуктивной влаги, мм (за 2010-2015 гг.)

Культура	Технология			НСР ₀₅
	экстенсивная	нормальная	интенсивная	
	фаза кущения			
Озимая пшеница	135,5	131,4	132,0	F _φ <F ₀₅
Яровая пшеница	136,2	131,2	128,3	3,115
Ячмень	132,5	128,3	129,4	F _φ <F ₀₅
Среднее	134,7	130,3	130,5	
	фаза полной спелости			
Озимая пшеница	119,9	116,9	120,9	3,114
Яровая пшеница	117,8	124,5	124,2	3,512
Ячмень	111,0	110,3	109,9	2,440
Среднее	116,2	117,2	118,3	

Достоверное увеличение содержания влаги было только на пшенице мягкой по вспашке – 5,0...6,1 мм. К периоду уборки запасы влаги снижались на 5,9...21,5 мм и находились в пределах 109,9...124,5 мм. Отмечается, что максимальный ее расход 15,6...21,5 мм был при отвальной почвообработке. Наибольшее ее сохранение к концу вегетации было только на второй культуре при почвозащитной и минимальной разделке.

Одним из признаков, характеризующих эффективное почвенное плодородие, является хорошая обеспеченность растений питательными веществами. Оставление растительных остатков на поле, внесение удобрений, а также сама почва является источником питания растений.

Содержание нитратного азота весной под озимыми на контроле варьировало от 21 до 31 мг/кг (табл. 4).

С минимальной дозой внесения макроудобрений содержание нитратов увеличилось на 19,0...25,8%, а при расчетной дозе – на 35,5...43,3%. Различия между нулевкой и

применением макроудобрений в содержании N-NO₃ под яровыми культурами составили 4,0...29,2% и 9,1...57,1% соответственно.

Количество нитратов к уборке на озимых было выше в 2,6...4,8 раза, чем на яровых. Это объясняется особенностями температуры и увлажнением почвенных частиц. Нитратный азот формировался меньше в те годы, когда был прохладный и засушливый промежуток для ранних сельскохозяйственных культур.

Таким образом, при производстве зерновых на черноземах, применение дифференцированной минимизированной почвообработки с расчетной дозой макроудобрений не приводило к ухудшению азотного питания как в начале, так и в конце их вегетации.

Орудия с оборотом пласта хорошо решают задачу по борьбе с засорителями и болезнями, но использование пестицидов позволяет резко сократить преимущество их применения [9].

Содержание нитратного азота в слое 0-30 см, мг/кг почвы (за 2010-2015 гг.)

Культура	Варианты удобрений (В)	Технология (А)		
		экстенсивная	нормальная	интенсивная
		фаза кущение		
Озимая пшеница	без удобрений	30	21	31
	поддерживающая	37	25	39
	программируемая	43	30	42
Яровая пшеница	без удобрений	25	21	24
	поддерживающая	26	22	31
	программируемая	59	33	30
Ячмень	без удобрений	29	33	33
	поддерживающая	29	33	38
	программируемая	32	36	39
НСР ₀₅ для озимой пшеницы А=2,154; В=1,212; АВ=2,732;				
НСР ₀₅ для яровой пшеницы А=2,555; В=1,465; АВ=3,265;				
НСР ₀₅ для ячменя А=1,874; В=2,301; АВ=Ф _Ф <Ф ₀₅ ;				
		фаза полной спелости		
Озимая пшеница	без удобрений	86	64	70
	поддерживающая	93	72	75
	программируемая	94	74	84
Яровая пшеница	без удобрений	18	16	21
	поддерживающая	24	19	21
	программируемая	21	22	27
Ячмень	без удобрений	21	21	15
	поддерживающая	21	28	22
	программируемая	28	29	27
НСР ₀₅ для озимой пшеницы А=5,549; В=2,360; АВ=Ф _Ф <Ф ₀₅ ;				
НСР ₀₅ для яровой пшеницы А=1,339; В=1,020; АВ=1,955;				
НСР ₀₅ для ячменя А=2,363; В=1,917; АВ=3,571;				

Засоренность озимой пшеницы малолетними и многолетними сорняками в начале закладки опыта на необработанных участках было 9,4...10,0 и 5,9...6,1 шт./м² соответственно. На второй культуре за 2011–2014 гг. засоренность увеличилась на 23,6...81,7% и по малолетним составила 12,9...16,0, многолетним – 9,7...11,4 шт./м². К концу ротации севооборота за 2012–2015 гг. на необработанных участках сорность малолетними увеличивалась в 4,9...8,0 раз, а многолетними – в 1,4 раза и составляла 54,5...88,5 шт./м².

Засоренность посевов на контрольном варианте варьировала от 29,0 до 43,8 шт./м², наибольшее ее значение отмечено на поддерживающих и программируемых вариантах внесения удобрений (табл. 5).

Эпизодическая борьба снизила засоренность на 73,7...89,1%, а интегрированная – на 77,5...91,5%.

Борьба с сорными растениями показала высокую результативность как с минеральным питанием, так и без них.

Таблица 5

Засоренность посевов в зернопаровом севообороте, шт./м² (за 2010-2015 гг.)

Защита растений	Технология								
	экстенсивная			нормальная			интенсивная		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Без защиты	29,0	29,9	33,7	31,6	36,2	36,3	41,7	43,1	43,8
Эпизодическая	5,3	4,7	5,4	5,3	4,6	4,5	5,3	5,3	6,4
Интегрированная	4,7	4,3	5,0	5,0	5,3	4,7	5,6	4,5	4,1

Примечание: 1 – без удобрений; 2 – поддерживающая; 3 – программируемая.

Производство сельхозкультур по различным способам пахоты зяби и использование агрохимических приемов могут оказывать различное влияние на рост растений, развитие и их продуктивность. В различных почвенно-климатических зонах их эффективность проявляется по-разному [10-12].

Исследования, проведенные на черноземах Ульяновской области, показали, что по варианту с поворотом пласта без химизации, продукция озимых формировалась на уровне 2,12 т/га (табл. 6).

Таблица 6

Продуктивность зерновых культур в зависимости от агротехнологий возделывания, т/га (за 2010-2015 гг.)

Защита растений (С)	Технология возделывания культур (А)								
	экстенсивная			нормальная			интенсивная		
	Система применения удобрений (В)								
	без удобрений	поддерживающая	программируемая	без удобрений	поддерживающая	программируемая	без удобрений	поддерживающая	программируемая
	Озимая пшеница								
Без защиты	2,12	2,22	2,27	2,27	2,30	2,31	2,18	2,29	2,23
Эпизодическая	2,38	2,41	2,43	2,23	2,43	2,37	2,24	2,29	2,30
Интегрированная	2,46	2,58	2,56	2,39	2,44	2,45	2,27	2,32	2,30
	Яровая пшеница								
Без защиты	2,66	2,77	2,66	2,67	2,77	2,93	2,65	2,98	2,95
Эпизодическая	2,78	3,02	2,87	2,91	3,04	3,03	2,97	3,14	3,06
Интегрированная	3,03	3,28	2,96	2,95	3,09	2,62	3,09	3,24	3,11
	Ячмень								
Без защиты	2,39	2,67	2,53	2,44	2,64	2,62	2,45	2,60	2,60
Эпизодическая	2,65	2,75	2,74	2,59	2,76	2,80	2,56	2,66	2,67
Интегрированная	2,87	2,97	2,71	2,66	2,75	2,88	2,60	2,70	2,71
	НСР ₀₅ для оз.пшеницы А=0,126; В=0,105; С=0,154; АВ=0,135; АС=0,219; ВС= F _Ф <F ₀₅ ; АВС=0,259								
	НСР ₀₅ для яр.пшеницы А=0,200; В=0,180; С=0,129; АВ=0,178; АС=0,143; ВС=0,245; АВС=0,259								
	НСР ₀₅ для ячменя А=0,120; В=0,165; С=0,172; АВ=0,157; АС=0,167; ВС=0,133; АВС= F _Ф <F ₀₅								

По комбинированной технологии урожайность составила 2,27 т/га, увеличение к экстенсивной – 0,15 т/га, а к дифференцированной – 2,18, с прибавкой 0,06 т/га.

Минеральные удобрения повышали продуктивность всех изучаемых сельскохозяйственных культур от 0,06 до 0,19 т/га, наибольшая урожайность получена при

комбинирующей технологии с программируемым их внесением.

Проведение комплекса мер защиты совместно с NPK существенно повышало урожайность всех изучаемых зерновых. Так, увеличение от химизации на озимых составило 0,17...0,46 т/га, наибольшим оно была по вспаханному полю (2,56 и 2,58 т/га). При минимизированном и почвозащитном способах пахоты прибавка зерна была меньше 0,18...0,20 и 0,32...0,33 т/га. Нужно отметить, что варианты с интегрированной защитой, на фоне поддерживающей и программируемой системы внесения минеральных удобрений во всех технологиях возделывания была равна урожайности эпизодической и не оправдана полученным урожаем.

Урожай пшеницы мягкой на фоне естественного плодородия по всем технологиям составил 2,65...2,67 т/га. Наибольшая прибавка зерна была получена при интенсивной технологии с поддерживающей и программируемой системой удобрений 0,33-0,26 т/га соответственно.

Эпизодическая и интегрированная борьба с засоренностью в посевах совместно с применением минеральных удобрений позволило получить прибавку по всем агротехнологиям от 0,09 до 0,24 т/га, тем не менее она была не достоверна.

Максимальная урожайность яровой пшеницы был получен по классической и дифференцированно-минимизированной системах на поддерживающем варианте с полным использованием средств защиты (3,28 и 3,24 т/га).

Урожайность ячменя на естественном фоне плодородия варьировала от 2,39 до 2,87 т/га, где наибольшая была получена по классическому варианту. По данному экстенсивному фону с применением интегрированной системы борьбы с сорняками была получена достоверная прибавка по от-

ношению комбинированной и минимизированной технологии (+0,21 и 0,27 т/га).

Следует отметить, что использование различных вариантов с насыщением средств защиты и систем минеральных удобрений во всех технологиях обеспечивалось прибавкой урожайности в среднем по опыту на 0,09-0,28 т/га по сравнению с контрольным вариантом, но они незначительны, хотя и нулевая гипотеза о равенстве сравниваемых дисперсий не отвергается.

Максимальная урожайность ячменя отмечена по классическому типу, где применяли макроудобрения в виде поддерживающей дозы с интегрированной защитой – 2,97 т/га. Прибавка здесь сформировалась 0,58 т/га относительно без применения удобрений. Отмечается, что на всех агротехнологиях была получена прибавка 0,27...0,41 – на эпизодической, 0,31...0,58 т/га – на интегрированной.

Установлена связь урожайности по способам обработки и гумуса ($r=-0,94$), с запасами влаги ($r=0,38$), с биологической активностью ($r=-0,77$). Нами выявлена тесная корреляционная зависимость урожайности от засоренности ($r=-0,76$) и массы 1000 зерен ($r=0,98$).

Классический способ разделки черноземных почв в Ульяновской области остается часто используемым механизмом в хозяйствах. Применение ресурсосберегающей технологии в некоторых случаях может привести к удорожанию и дополнительным затратам за счет высокой стоимости химизации. Это отмечают ряд исследователей [13, 14].

Проведенный экономический анализ показал, что агропроизводственные расходы по комбинированной технологии уменьшились на 3,5% по сравнению с классической, а по минимизированной – на 2,9%.

Поддерживающая макроудобрениями агротехнология при интенсивной обработке

повышала общепроизводственные издержки на 2,5% по отношению к контролю, но обеспечила низкую себестоимость продукции в опыте (3496 руб./т).

Самые большие трудозатраты приходились на применение химических средств, причем по отвальной системе они были высокими – 11740 руб., а на почвозащитной и минимизированной – 11440 и 11490 руб.

Дифференцированно-минимизированная технология обеспечила рентабельность 53...86%, а обычная и нормальная в севообороте – соответственно 52...76% и 58...83%.

Выводы.

1. Нормальная и интенсивная агротехнологии, по сравнению с экстенсивной, формировали более плотное сложение почвы под яровыми зерновыми культурами, и она была достоверно выше на 3,4...5,4%, но находилась в оптимальных пределах.

2. Содержание общего гумуса в пахотном слое было больше на 7,0 и 8,3 т/га или 3,2 и 3,7% по почвозащитным и минимизированным технологиям, чем на контроле.

3. Весной в фазе кущения культур, применяемые различные технологии обработки не имели преимущества в запасах продуктивной влаги в сравнении с классической, эти значения колебались в пределах 130,3...134,7 мм. Достоверное увеличение было только на пшенице мягкой по вспашке – 5,0...6,1 мм.

К уборке запасы влаги в метровом слое находились в пределах 109,9...124,5 мм, а максимальный ее расход 15,6...21,5 мм был по отвальной почвообработке. Наибольшая сохранность влаги была отмечена на второй культуре по почвозащитной и минимальной разделке.

4. Содержание нитратного азота в почве на озимых увеличивалось за счет внесения макроудобрений на 19,0...43,3%. Различия между контрольным вариантом и примене-

нием макроудобрений в содержании N-NO₃ под яровыми составили 4,0...29,2% и 9,1...57,1% соответственно.

Количество нитратов к уборке на озимых было выше в 2,6...4,8 раза, чем на яровых. Нитратный азот формировался меньше в те годы, когда был прохладный и засушливый промежуток для ранних сельхозкультур.

5. Наименьшую засоренность посевов обеспечивала в опытах интегрированная система защиты растений 77,5...91,5%, а эпизодическая борьба с ними снизила засоренность на 73,7...89,1%, при использовании этих технологий была отмечена наибольшая эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков.

6. Минеральные удобрения повышали продуктивность всех изучаемых сельскохозяйственных культур на 0,06...0,19 т/га, но наибольшая прибавка была отмечена по комбинирующей технологии с программируемым их внесением. Варианты с интегрированной защитой, на фоне поддерживающей и программируемой систем минеральных удобрений во всех технологиях возделывания озимой пшеницы были равны урожайности эпизодической, и не оправданы полученным урожаем.

Наибольшая прибавка урожайности зерна яровой пшеницы была получена по интенсивной технологии с поддерживающей и программируемой системой удобрений 0,33-0,26 т/га соответственно. Эпизодическая и интегрированная борьба с засоренностью в посевах совместно с минеральными удобрениями позволили получить прибавку по всем агротехнологиям от 0,09 до 0,24 т/га, тем не менее она была не достоверна.

Наибольшая урожайность ячменя была получена на естественном фоне плодородия по классическому варианту 2,87 т/га. По

данному фону с применением интегрированной системы борьбы с сорняками была получена достоверная прибавка по отношению к комбинированной и минимизированной технологиям (+0,21 и 0,27 т/га).

7. Агропроизводственные расходы по комбинированной технологии уменьшились на 3,5% по сравнению с классической, а по минимизированной – на 2,9%. Поддерживающая макроудобрениями технология по интенсивной обработке повышала агропроизводственные издержки на 2,5%, но обеспечила низкую себестоимость продукции в опыте (3496 руб./т).

Наибольшие трудозатраты приходились на применение химических средств по отвальной системе – 11740 руб., а на почвозащитной и минимизированной – 11440 и 11490 руб.

Дифференцированно-минимизированная система обеспечила рентабельность 53...86%, а обычная и нормальная в севообороте – 52...76% и 58...83%.

Рекомендации:

Для увеличения рентабельного производства следует применять интенсивную технологию в зернопаровом севообороте.

Необходимо использовать осеннюю разделку почвы, включающую безотвальную – под первую, мелкую – на 12-14 см – под вторую, а под третью культуру (ячмень) – плоскорезную или отвальную.

Также целесообразно проводить плоскорезное рыхление под озимые, гребне-кулисную – под яровую, а под ячмень – с оборотом пласта на 18-20 см. Для разуплотнения почвы и хорошей ее водопроницаемости, в осенне-зимний период необходимо обрабатывать ее плугом СибИМЭ на глубину 20-22 см.

Для контроля над сорными растениями следует воспользоваться селективными препаратами в фазу кушения.

Озимая культура по чистому пару должна иметь рядковое внесение удобрений в расчете $N_{32}P_{32}K_{32}$ и ранневесеннюю подкормку в дозе $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ прикорневым или поверхностным способом.

Под яровую пшеницу нужно применять макроудобрения в дозе $N_{20}+N_{32}P_{32}K_{32}$ под культивацию и при посеве – $N_{32}P_{32}K_{32}$, а под ячмень – $N_{10}+N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{24}P_{24}K_{24}$ соответственно.

Литература

1. Сабитов М. М. Продуктивность и экономическая эффективность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2017. №4 (20). С. 107-113.
2. Зональная система земледелия (на ландшафтной основе) / Под ред. А. И. Пукониной. М.: Колос, 1995. 287с.
3. Немцев С. Н., Сабитов М. М., Науметов Р. В., Карпович К. И. Использование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Ульяновской области // Земледелие. 2009. № 3. С. 11-12.
4. Pimintel D., Burgess M. Soil Erosion Threatens Food Production // Agriculture. 2013. № 3. Pp. 443–463.
5. Акулов. П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов. М.: Колос, 1992. 222 с.
6. Иванов П. К. Основная обработка почв на Юго-Востоке. Саратов: Приволжское книжное издание, 1967. 211 с.
7. Казаков Г. И. Агрофизические показатели плодородия почвы как научные основы ее обработки // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М., 1990. С. 32-38.
8. Ревут И. Б., Васильев А. М. Задачи сельскохозяйственной науки по системам обработки почвы. В кн.: Теоретические вопросы обработки почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1963. С. 6-19.
9. Cooke B. M., Jones D. G. Epidemiology of Septoria tritici and S. nodorum I. The reaction of spring and winter wheat varieties to infection by Septoria tritici and Septoria nodorum // Trans. Br. Mycol. Soc. 1971. № 56. Pp. 121-125.
10. Милащенко Н. З., Холмов В. Г. Сорняки, гербициды, урожай: методические рекомбинации. Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 1977. 40 с.
11. Дудкин В. М., Лобков В. Т. Почвенно-биологические аспекты усиления роли севооборота как биологического фактора в земледелии // Научные основы совершенствования севооборота в современной земледелии. Курск, 1992.

12. Lizovicz F. The occurrence of cereal crop diseases depending on the system of farming // J. Plant Prot. Res. 1999. Vol. 39. No. 2. Pp. 116–131.
13. Зезюков Н. И. Научные основы воспроизводства плодородия Чернозёмов ЦЧЗ: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Воронеж, 1993. 36 с.
14. Аверин С. А. Экономическая эффективность минимализации обработки почвы // Земледелие. 1991. № 7. С. 36.

THE MAIN ELEMENTS OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN THE GRAIN AND FALLOW CROP ROTATION

M. M. Sabitov, Cand. Agr. Sci.

Samara Federal Research Scientific Center RAS,

Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute

19, Institutskaya St., Timiryazevsky, Ulyanovsky District, Ulyanovsk Oblast,

Russia, 433315

E-mail: m_sabitov@mail.ru

ABSTRACT

Research was conducted to study the impact of technologies in the cultivation of agricultural crops in the agricultural landscapes of the Ulyanovsk region on improving their efficiency. They were used in grain-fallow crop rotation using domestic agricultural machines and zoned varieties in the middle Volga region. Experiments were carried out in 2010–2015 on leached medium-weak medium-loamy chernozem. In a multi-factorial experiment, we studied an extensive one, including a dump without the use of agro-chemical agents; a normal one with the use of medium doses of macro-fertilizers and protection from weeds; intensive designed to produce a programmable crop. The applied agrotechnologies in grain crop rotations contribute to improving the water and nutrient regimes of the soil, as well as to reducing clogging due to optimal combinations of chemicals. A high degree of intensification of agricultural technologies in farms can be used depending on the resource potential of land users. The largest resource saving was provided by normal on a natural background, costs decreased by 3.5%, and intensive – 2.9%. The lowest cost in the experiments was obtained at maintenance doses of fertilizers 3496 rubles/t. According to the most saturated agricultural technology, with a yield of 2.43...2.71 t/ha, the profitability was at the level of 53 ... 86%. According to the classical variant of crop cultivation in the crop rotation, the productivity was 2.39...2.97 t/ha with a profit margin of 52...76%, and according to the normal version, it was 58...83% with a productivity of 2.46...2.88 t/ha.

Key words: technology, treatment, plant protection, contamination, biological activity, productivity, economic efficiency.

References

1. Sabitov M. M. Produktivnost' i ekonomicheskaya effektivnost' yarovoi psheni-tsy v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya (Productivity and economic efficiency of spring wheat in the conditions of the Volga forest-steppe), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No. 4 (20), pp. 107–113.
2. Zonal'naya sistema zemledeliya (na landshaftnoi osnove) (Zonal system of agriculture (on a landscape basis)), Pod red. A. I. Pukonina, M., Kolos, 1995, 287 p.
3. Nemtsev S. N., Sabitov M. M., Naumetov R. V., Karpovich K. I. Ispol'zovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya v Ulyanovskoi oblasti (Use of adaptive landscape systems of agriculture in the Ulyanovsk region), Zemledelie, 2009, No. 3, pp. 11–12.
4. Pimntel D., Burgess M. Soil Erosion Threatens Food Production, Agriculture, 2013, No. 3, pp. 443–463.

5. Akulov. P. G. Vosproizvodstvo plodorodiya i produktivnost' chernozemov (Reproduction of fertility and productivity of chernozems), M., Kolos, 1992, 222 p.
6. Ivanov P. K. Osnovnaya obrabotka pochv na Yugo-Vostoke (Basic tillage in the South-East), Saratov, Privolzhskoe knizhnoe izdanie, 1967, 211 p.
7. Kazakov G. I. Agrofizicheskie pokazateli plodorodiya pochvy kak nauchnye osnovy ee obrabotki (Agrophysical indicators of soil fertility as scientific bases of its tillage), Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy, M., 1990, pp. 32-38.
8. Revut I. B., Vasil'ev A. M. Zadachi sel'skokhozyaistvennoi nauki po sistemam obrabotki pochvy (Problems of agricultural science on tillage systems), V kn.: Teoreticheskie voprosy obrabotki pochvy, L., Gidrometeoizdat, 1963, pp. 6-19.
9. Cooke B. M., Jones D. G. Epidemiology of Septoria tritici and S. nodorum I. The reaction of spring and winter wheat varieties to infection by Septoria tritici and Septoria nodorum, Trans. Br. Mycol. Soc., 1971, No. 56, pp. 121-125.
10. Milashchenko N. Z., Kholmov V. G. Sornyaki, gerbitsidy, urozhai (Weeds, herbicides, crop), metodicheskie rekombinatsii, Novosibirsk, SO VASKhNIL, 1977, 40 p.
11. Dudkin V. M., Lobkov V. T. Pochvenno-biologicheskie aspekty usileniya roli sevooborota kak biologicheskogo faktora v zemledelii (Soil-biological aspects of strengthening the role of crop rotation as a biological factor in agriculture), Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya sevooborota v sovremennom zemledelii, Kursk, 1992.
12. Lizovicz F. The occurrence of cereal crop diseases depending on the system of farming, J. Plant Prot. Res., 1999, Vol. 39, No. 2, pp. 116-131.
13. Zezyukov N. I. Nauchnye osnovy vosproizvodstva plodorodiya Chernozemov TsChZ: aftoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. Voronezh, 1993. 36 s.
14. Averin S. A. Ekonomicheskaya effektivnost' minimalizatsii obrabotki pochvy (Economic efficiency of minimization of tillage), Zemledelie, 1991, No. 7, pp. 36.

DOI 10.24411/2307-2873-2020-10042

УДК 631.51.022:633.1:631.811.98 (470.53)

ВЛИЯНИЕ ПРИЁМА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ В МЕНЯЮЩИХСЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

А. Г. Черкашин,

ФГБУ «Свердловский референтный центр Россельхознадзора»,

ул. Мостовая, 15б, Екатеринбург, Россия, 620016

E-mail: dirton@rambler.ru;

Л. В. Фалалева, канд. с.-х. наук, доцент; **М. А. Нечунаев,** канд. с.-х. наук, доцент;

Ю. Н. Зубарев, д-р с.-х. наук, профессор,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990

E-mail: zemledelel@pgsha.ru

Аннотация. В статье приведены результаты по урожайности яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес) в зависимости от приема предпосевной обработки и погодных условий в период вегетации. Данные по урожайности получены по результатам полевого двухфакторного опыта, проведенного в 2016-2018 гг. на дерново-подзолистой сред-