

УДК 631.8:631.582(571.11)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ В РАЗНЫХ ЗОНАХ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2020 г. О. В. Волынкина^{1,*}, Ю. В. Суркова¹

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН
641325 с. Садовое, Кетовский р-н, Курганская обл., ул. Ленина 9, Россия

*E-mail: kniish@ketovo.zaoral.ru

Поступила в редакцию 08.11.2019 г.

После доработки 28.12.2019 г.

Принята к публикации 11.05.2020 г.

Исследовали продуктивность посевов пшеницы в зернопаровых севооборотах в 3-х зонах Курганской обл. Сравнили данные стационарных экспериментов на Шадринском, Центральном и Макушинском опытных полях Курганского НИИСХ. Приведены результаты многолетних наблюдений за накоплением нитратного азота в паровом поле зернопарового севооборота, по этому показателю существенное преимущество было за Макушинским полем. Показана повторяемость разных уровней урожайности пшеницы в неудобренных вариантах и при внесении оптимальных доз удобрений. Общая экономическая оценка зернопарового севооборота была больше для Макушинского поля.

Ключевые слова: зоны Курганской обл., зернопаровой севооборот, нитратный азот, урожайность, пшеница.

DOI: 10.31857/S0002188120080128

ВВЕДЕНИЕ

Паровое поле дает определенные гарантии получения высокой урожайности 1-й культуры после пара и хорошего качества продукции, что более всего определяется достаточно высоким накоплением в пару нитратного азота в 1-метровом слое почвы. При сравнении содержания нитратов в почве в конце парования на разных опытных полях Курганского НИИСХ были обнаружены существенные отличия. Обследования проведены на 4-х опытных полях: Шадринском (север области), Центральном (центральная зона), Южном (юг области) и Макушинском (восточная зона) при ежегодной вспашке. Анализ сделан по наблюдениям в течение от 5-ти до 15–20-ти лет [1]. Результаты показали, что наибольшее накопление нитратного азота в метровом слое (194 кг N-NO₃/га) характерно для легкого глинистого обыкновенного солонцеватого чернозема на востоке области на Макушинском опытном поле (рис. 1). В тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе Шадринского опытного поля в связи с меньшим количеством тепла в северо-западной зоне области в слое 0–100 см почвы накапливалось лишь 85 кг N-NO₃/га. Промежуточное положение занимали Центральное и Южное опытные поля, где почва – выщелоченный чернозем среднесуглинистый в центре и легкосуглинистый на юге.

Более значимыми становятся различия в питании растений при рассмотрении урожайных данных длительных стационарных экспериментов на опытных полях в 4-польных зернопаровых севооборотах. Проанализировано действие и последствие пара в повышении урожайности мягкой яровой пшеницы на 3-х опытных полях. Известно, что при достаточном накоплении азота под посевом пшеницы после пара эффект пара усиливался улучшением фосфорного питания, поскольку эти два элемента находятся в тесном взаимодействии [2, 3]. Обеспеченность растений подвижным фосфором на Центральном опытном поле низкая (40 мг/кг), на Макушинском – очень низкая (28 мг/кг). Поэтому действие пара существенно усиливалось с применением фосфорного удобрения. На Шадринском опытном поле содержание в почве подвижного фосфора – повышенное (70–75 мг/кг), при таком показателе больше реализация имеющихся запасов азота, но меньше эффективность фосфорного удобрения [5–7]. Именно повышенное количество фосфора в почве Шадринского опытного поля послужило причиной умеренного влияния внесения P30 в посеве 1-й пшеницы после пара и высокой эффективности азота. В силу наименьшего накопления азота в пару на Шадринском опытном поле в посевах 1-й культуры звена севооборота иногда проявлялся эффект от добавления азотного удобрения к фосфорному.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы 3-х опытных полей Курганского НИИСХ (слой 0–20 см почвы) [4]

Показатель	Опытное поле		
	Шадринское, северо-западная зона области	Центральное, центральная зона области	Макушинское, восточная зона области
Срок проведения опытов	1970–2011 гг.	1969–2018 гг.	1970–2014 гг.
Тип и подтип почвы	Чернозем выщелоченный	Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный солонцеватый
Гранулометрический состав	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Легкая глина
Гумус, %	6.14	3.4–3.8	5.0
pH _{KCl} *, 1970/2008 гг.	6.2/4.8	6.3/5.1	7.3/8.03
P ₂ O ₅ (по Чирикову), мг/кг	70–75	38–40	25–28**
K ₂ O (по Чирикову), мг/кг	150–170	212–300	170–185

*На Макушинском опытном поле – pH_{H₂O}.

**Для Макушинского опытного поля содержание P₂O₅ (по Мачигину) – 3 мг/100 г.

Цель работы – анализ приемов усиления положительного действия пара на урожайность и качество яровой пшеницы с помощью внесения оптимальных доз удобрений в каждом из 3-х посевов пшеницы зернопарового севооборота.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование выполнено в Курганском НИИ сельского хозяйства в лаборатории земледелия в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме № 0773-2019-0027 “Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия”. Проведен анализ данных стационарных длительных опытов в течение 40–45–50 лет. Опыты заложены В.И. Овсянниковым с помощниками. Исследования вели: на Шадринском поле – В.П. Новоселов, на Макушинском – Г.П. Попов, на Центральном – С.М. Овсянникова и в 2007–2018 гг. – Ю.В. Суркова. Анализ многолетних данных с подготовкой таблиц для сравнительной оценки роли пара в разных зонах Курганской обл. и подбором экономически выгодных приемов удобрения пшеницы, положительно влияющих на урожайность и качество зерна, проведен О.В. Волынкиной и Ю.В. Сурковой.

Рассмотрена урожайность в 4-польном зернопаровом севообороте – пар и 3 пшеницы. Агрохимическая характеристика почвы приведена в табл. 1.

Общая площадь делянки 288 м² (7.2 × 40), учетная 80 м² (2 × 40). Повторность трехкратная. Учет урожая пшеницы вели напрямую комбайном “Сампо-500” с отбором образца для определения влажности и чистоты бункерной массы зерна.

Окончательную оценку эффективности зернопаровых севооборотов выполнили путем экономической оценки. Тип технологий несколько отличался на разных опытных полях. Например, на основную обработку почвы затраты были одинаковыми на Центральном и Шадринском опытных полях, поскольку данные получены при ежегодной вспашке с весенним боронованием и предпосевной обработкой (1237 + 193 + 588 = 2018 руб./га). На Макушинском поле 30 лет проводили вспашку и 15 лет – поверхностную обработку почвы, средне-взвешенные затраты за 45 лет на основную обработку и сопутствующие ей работы складывались из следующих сумм: 1021 + 193 + 588 = 1802 руб./га. Для 1-й культуры на всех опытных полях добавились расходы на 4 летних культивации в пару (588 руб. × 4). Стоимость семян и посевных работ дисковой сеялкой СЗ-3,6 с прикатыванием равнялась 2862 руб./га. В применении удобрений тоже были особенности. Например, на Центральном опытном поле фосфорный фон поддерживали дозой P30 с 1969 по 1999 гг., далее – последствием суперфосфата. Поэтому средне-взвешенная доза за 50 лет была равна P18. Также поддерживали фосфорный фон и на Макушинском поле: 30 лет применяли P30, после чего использовали последствие фосфорных удобрений, в этом случае в среднем на год за 45 лет вносили P20.

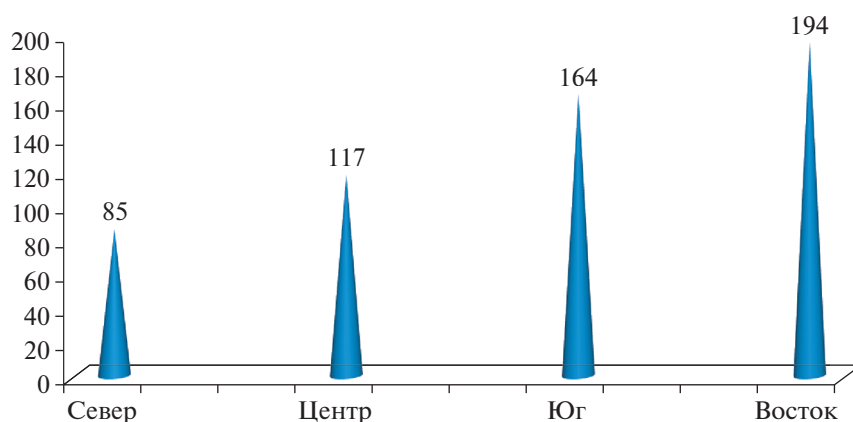


Рис. 1. Накопление N-NO₃ в 1-метровом слое почвы в разных зонах Курганской обл. [1].

Защитные мероприятия большую часть лет представляли применение гербицида 2,4-Д, покупка которого и расходы на опрыскивание составляли 706 руб./га. С распространением злаковых сорняков последние 10 лет применяли баковую смесь из гербицидов против широколистных и злаковых сорняков, затраты с расходами на об-

работку посева составили 1507 руб./га. Средне-взвешенные затраты на защиту от сорняков за 50 лет на Центральном опытном поле были равны 866, за 45 лет на Макушинском поле – 884 и за 40 лет на Шадринском поле – 906 руб./га. Уборка пшеницы с доработкой зерна стоила 106 руб./ц, поэтому в зависимости от уровня урожайности

Таблица 2. Варьирование урожайности 1–3-й пшеницы после пара на Центральном опытном поле

Показатель	Контроль без удобрения			P18*		
	Уровень урожайности					
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
1-я культура						
Урожайность, ц/га	10.9	19.1	30.1	11.4	19.1	30.9
Число лет из 50	7	17	26	5	15	30
Доля лет, %	14	34	52	10	30	60
Среднее	23.7			25.4		
2-я культура						
Контроль без удобрения			N40P18			
Урожайность, ц/га	8.9	19.0	28.8	8.2	19.9	30.2
Число лет из 50	17	24	9	14	19	17
Доля лет, %	34	48	18	28	38	34
Среднее	17.3			20.1		
3-я культура						
Контроль без удобрения			N40P18			
Урожайность, ц/га	9.3	16.7	26.1	6.9	19.2	30.0
Число лет из 50	21	24	5	12	26	12
Доля лет, %	42	48	10	24	52	24
Среднее	14.5			18.8		
HCP ₀₅ , ц/га	1-я культура – 1.2–1.5, 2-я культура – 1.9–2.1, 3-я культура – 2.1–2.4					

Примечание. Приняты следующие уровни урожайности: низкий – до 13.7, средний – 13.8–23.7, высокий – 23.8 и более. То же в табл. 3–8.

*Дозу P30 во всех полях вносили в 1969–1999 гг., далее использовали последствие суперфосфата, в среднем на год за 50 лет – P18. То же в табл. 3.

Таблица 3. Варьирование урожайности 1–3-й пшеницы после пара на Макушинском опытном поле

Показатель	Контроль без удобрения			P18*					
	Уровень урожайности								
	низкий	средний	высокий	низкий		средний		высокий	
1-я культура									
Урожайность, ц/га	9.7	20.2	29.3	10.0		19.9		33.1	
Число лет из 50	5	22	18	3		12		30	
Доля лет, %	11	49	40	6		27		67	
Среднее	22.7			28.0					
2-я культура									
	Контроль без удобрения			N20P20			N40P20		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Урожайность, ц/га	10.2	18.1	28.3	9.5	20.4	30.6	9.6	20.1	30.2
Число лет из 50	12	23	10	7	15	23	5	15	25
Доля лет, %	27	51	22	16	33	51	13	31	56
Среднее	18.3			23.9			24.5		
3-я культура									
	Контроль без удобрения			N20P20			N40P20		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Урожайность, ц/га	10.1	18.4	29.5	10.6	18.8	29.2	8.9	17.1	31.3
Число лет из 50	18	22	5	9	15	21	7	16	22
Доля лет, %	40	49	11	20	33	47	15	36	49
Среднее	16.3			22.0			22.8		
HCP ₀₅ , ц/га	1-я культура – 1.9–3.2, 2-я культура – 1.7–3.5, 3-я культура – 2.5–3.7								

Примечание. В графе 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий уровень урожайности. То же в табл. 4.

сумма этих затрат менялась. Стоимость удобрений (аммофос – 2900, аммиачная селитра – 1600 руб./ц) и зерна пшеницы (3-й класс, 1040 руб./ц) взяты по ценам 2019 г. Цена пшеницы скорректирована по частоте выращивания зерна 3-го класса в каждом из полей севооборота. Детализация расходов на разные технологические операции способствовала обоснованной экономической оценке эффективности пара на каждом из опытных полей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа изложили сначала отдельно для каждого из опытных полей, а затем полученные оценки сравнили между собой. Очень важно увидеть повторяемость по годам урожая пшеницы разного уровня, а также выявить пути увеличения частоты лет с получением высокой продуктивности зернопарового севооборота. Параллельно были выявлены оптимальные дозы удобрений в каждом из полей севооборота.

Центральное опытное поле, 50 лет, 1969–2018 гг. Фосфорное удобрение в посеве 1-й пшеницы по-

сле пара на Центральном опытном поле оказало умеренное положительное действие, повысив число лет с высокой урожайностью зерна (с 26 до 30 ц/га) и увеличив среднюю урожайность на 1.7 ц/га (табл. 2). В следующем поле существенно снижалась обеспеченность растений азотом. В почве под 2-й пшеницей после пара содержание N-NO₃ снижалось почти в 2 раза по сравнению с 1-й пшеницей после пара (рис. 1) [1]. Поэтому положительно действовало азотно-фосфорное удобрение. За счет оптимальной дозы N40P30 число лет с высокими урожаями увеличилось с 9 до 17, а с низкими – снизилось с 17 до 14.

В конце севооборота применение азотно-фосфорного удобрения было уместно в той же дозе N40, т.к. среди испытанных в опыте доз N20–40–60 минимальная доза была менее эффективной, особенно по влиянию на качество зерна, а доза N60 не обеспечивала стабильно существенного прироста урожая. На удобренном фоне в этом поле заметно снижалось число лет с низкими урожаями – с 21 года до 12 лет (табл. 2).

Макушинское опытное поле, 45 лет, 1970–2014 гг. На Макушинском опытном поле с лучшим азот-

Таблица 4. Варьирование урожайности 1–3-й пшеницы после пара на Шадринском опытном поле

Показатель	Контроль без удобрения			P30			N40P30		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1-я культура									
Урожайность, ц/га	9.6	19.1	32.1	10.2	19.4	32.6	9.9	20.2	34.1
Число лет из 50	4	16	20	3	14	23	3	12	25
Доля лет, %	10	40	50	7.5	35	57.5	7.5	30	62.5
Среднее	24.6			26.3			28.1*		
2-я культура									
	Контроль без удобрения			N40P20			N80P20		
Урожайность, ц/га	10.3	18.7	28.3	11.4	18.4	31.6	10.5	18.4	33.3
Число лет из 50	14	21	5	4	12	24	3	8	29
Доля лет, %	35	52.5	12.5	10	30	60	7.5	20	72.5
Среднее	17.0			25.6			28.6**		
3-я культура									
	Контроль без удобрения			N40P20			N80P20		
Урожайность, ц/га	10.4	18.1	27.6	11.3	18.8	31.7	12.0	18.1	33.4
Число лет из 50	15	23	2	4	11	25	5	11	24
Доля лет, %	37.5	57.5	5	10	27.5	62.5	12.5	27.5	60
Среднее	15.7			26.1			26.6***		
HCP ₀₅ , ц/га	1-я культура – 1.5–3.2, 2-я культура – 3.1–3.5, 3-я культура – 2.9–3.4								

*В течение 14 лет из 40 лет прирост урожайности от добавления N40 к P30 в посеве 1-й пшеницы после пара менялся от 2 до 6 ц/га (в 1980 г. – 10.2 ц/га), в среднем за эти 14 лет – 4.3 ц/га.

** За 40-летний период 25 раз прибавки урожайности при применении N80P30 были намного больше, чем при внесении N40P30.

*** Удвоение дозы азота давало дополнительную прибавку урожайности (2.0–8.0 ц/га) лишь 5 раз.

ным режимом обыкновенного солонцеватого чернозема и очень низким содержанием подвижного фосфора применение дозы P20 обеспечило высокий эффект. Среднее повышение урожайности 1-й пшеницы после пара составило 5.3 ц/га. Еще более высокие приросты урожайности в 6–14 ц/га отмечены 21 раз за 45 лет опыта (табл. 3).

При удалении по времени посева пшеницы от пара наряду с фосфором повышалась потребность в азоте. Действие доз N20–40 на изменение урожайности на этом опытном поле показало целесообразность применения дозы N20. В посеве 2-й пшеницы после пара на фоне применения N20P30 существенно менялось число лет с высокой урожайностью. Оно повышалось с 10 лет в контроле до 23 в опыте. Низкие урожаи отмечены всего 7 раз при 12-ти в контроле. Удвоение дозы азота внесло только небольшие изменения, что и позволило считать дозу удобрения N20P20 оптимальной для обыкновенного солонцеватого чернозема в посеве 2-й пшеницы после пара.

В конце севооборота удобрение N20P20 было еще эффективнее: число лет с высокими урожаями пшеницы увеличилось с 5-ти лет до 21-го года,

а с низкими – уменьшилось с 18-ти до 9-ти лет. Закономерность действия доз удобрения оказалась одинаковой в посевах 2-й и 3-й пшеницы после пара. Удвоение дозы азота повысило среднюю урожайность всего на 0.8 ц/га – с 22.0 до 22.8 (табл. 3).

Шадринское опытное поле, 40 лет, 1972–2011 гг.
Подход к выбору изученных доз азота в северо-западной зоне Курганской обл. основывался на учете лучших условий увлажнения. В связи с более высоким содержанием подвижного фосфора в почве и самым низким накоплением нитратного азота в пару на Шадринском опытном поле, оптимальный состав удобрения в посеве 1-й пшеницы после пара отличался от других опытных полей. В этом случае добавление азота к фосфору под 1-ю пшеницу после пара было эффективным: прибавка урожайности возрастала на 2 ц/га и более 15 раз за 40 лет, содержание клейковины в зерне – 18 раз. Поэтому средняя урожайность 1-й пшеницы после пара от добавления азота к фосфору повысилась почти на 2 ц/га. Урожайность в вариантах P30 и N40P30 составила 26.3 и 28.1 при 24.6 ц/га в контроле (табл. 4). Конечно, рекомен-

Таблица 5. Урожайность пшеницы в зернопаровом севообороте при оптимальных дозах удобрений, ц/га

Поле после пара/Опытное поле	1-е	2-е	3-е	Суммарный сбор зерна
Центральное	P30 25.4	N40P18 20.1	N40P18 18.8	64.3
Макушинское	P30 27.7	N20P20 23.9	N20P20 22.0	73.6
Шадринское	P30 28.1	N80P30 28.6	N40P30 26.1	82.8

дация применять азотное удобрение под 1-ю пшеницу после пара не может быть повсеместной. Однако в хозяйствах с применением интенсивных технологий это вполне возможно.

Действие удобрений N40P30 и N80P30 сравнивали в посеве 2-й пшеницы после пара. За 40-летний период 25 раз прибавки урожайности при применении N80P30 были намного больше, чем при дозе N40P30, что сказалось на повторяемости высокой урожайности пшеницы (29 лет) при 5-летней в контроле и 24-летней при дозе N80. При частом проявлении преимущества более высокой дозы азота средняя урожайность пшеницы оказалась на 3 ц/га больше, чем в варианте N40P30. Удвоенная доза азота на фоне фосфора обеспечила среднюю прибавку урожайности к контролю, равную 11.6 ц/га. Поскольку шаг изменения дозы азота в опыте был большим, то оптимальная рекомендованная доза удобрений для Шадринского опытного поля могла меняться в пределах N50–60–70–80.

В заключительном поле севооборота удвоенная доза азота не показала такого же эффекта, как в посеве 2-й пшеницы после пара. Удвоение дозы

азота дало дополнительную прибавку только 5 раз за 40 лет. Удобрение N40P30 обеспечило прирост урожайности 10.4 ц/га, увеличив частоту лет с высокой урожайностью с 2-х лет в контроле до 25-ти лет. Пониженная урожайность за счет применения удобрения повторилась всего 4 раза вместо 15-ти в неудобренном варианте.

Сравнили на примере 3-х опытных полей экономические показатели для интенсивных технологий возделывания пшеницы с применением оптимальных доз удобрений. Суммарный сбор зерна в севообороте на опытных полях был равен 64.3, 73.9, 82.8 ц/га соответственно (табл. 5).

Наблюдения за качеством зерна пшеницы в разных полях севооборота и на 3-х опытных полях позволили корректировать цену зерна. Например, в северо-западной зоне Курганской обл. (Шадринское опытное поле) сложнее всего вырастить качественную пшеницу. Согласно повторяемости урожайности 3-го класса пшеницы, выведена средневзвешенная стоимость зерна на основе цен 2019 г. (табл. 6). При благоприятных ценах на зерно пшеницы 3- и 4-го классов, установившихся осенью 2019 г. в Уральском регионе, средневзвешенная цена 1 ц зерна пшеницы, несмотря на различную повторяемость качества зерна в соответствии с требованиями к 3-му классу, менялась в небольших пределах.

За счет внесения оптимальных доз удобрений стоимость урожая была близкой для полей севооборота заметнее всего на Шадринском опытном поле. Это выравнивание достигалось применением во 2-м поле повышенной дозы удобрения N80P30, поэтому одинаковой прибыли в 1- и 3-м полях севооборота не получили (табл. 7). Показатели изменились бы в лучшую сторону, если бы вносили дозы порядка N65–70, которые могли оказать близкое к дозе N80 влияние. В более

Таблица 6. Формирование цены пшеницы с учетом повторяемости качества зерна 3-го класса на основе цен 2019 г.*

Поле после пара/Опытное поле	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е
	Частота получения зерна 3-го класса, % лет			Средневзвешенная цена, руб./ц		
Центральное (50 лет)	P18 94*	N40P18 93	N40P18 93	P18 1035	N40P18 1033	N40P18 1033
Макушинское (45 лет)	P30 100	N20P 80	N20P 67**	P20 1040	N20P20 1022	N20P20 1010
Шадринское (40 лет)	P30 86	N80P30 93	N40P30 86	P30 1026	N80P30 1033	N40P30 1026

*Цена 3-го класса – 1040, 4-го – 950 руб./ц.

**В посеве 1-й пшеницы после пара уменьшение показателя вызвано сильным распространением стеблевой ржавчины в 2015–2016 гг.

Таблица 7. Экономические оценки применения удобрений в 1–3-м полях зернопарового севооборота при интенсивной технологии возделывания пшеницы

Поле после пара/Опытное поле	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е
	Средневзвешенная цена зерна, руб./ц			Сумма от продажи пшеницы, руб./га		
Центральное	1035	1033	1033	26289	20763	19420
Макушинское	1040	1022	1004	29120	24426	22220
Шадринское	1026	1033	1026	28831	29544	26779
	Затраты на технологию			Прибыль		
Центральное	12487	12170	12008	13802	8593	7412
Макушинское	12692	11652	11414	16428	12774	10806
Шадринское	13560	15783	13656	15271	13761	13123

поздних закладках опытов шаг изменения исследованных доз был равен N20.

Суммы затрат и прибыли в целом в севообороте свидетельствовали о наиболее высокой рентабельности выращивания пшеницы в зернопаровом севообороте на Макушинском опытном поле (табл. 8). Этот результат экономической оценки зернопарового севооборота среди 3-х зон Курганской обл. согласуется с преимуществом в накоплении нитратного азота в почве пара на этом опытном поле. В этом случае природный ресурс обеспечивал не только высокую урожайность 1-й пшеницы после пара, но и позволил в следующих полях севооборота обходиться меньшей дозой азота (N20). В почве этого опытного поля повышенное количество нитратов с более высоким эффектом реализовалось в урожае с помощью фосфорного удобрения, поскольку почва была беднее подвижным фосфором.

Показано наименьшее влияние пара в северо-западной зоне области, т.к. по данным Шадринского поля, даже в посеве 1-й пшеницы после пара добавление азота к фосфору было эффективным. В этой зоне есть хозяйства, где практикуют на определенной части пашни беспаровое земледелие.

Таблица 8. Общая экономическая оценка зернопарового севооборота при применении интенсивной технологии в разных зонах Курганской обл.

Опытное поле	Затраты в 3-х полях севооборота, руб./га	Сумма прибыли в севообороте, руб./га	Рентабельность, %
Центральное	36665	29807	81
Макушинское	35758	40008	112
Шадринское	42999	42155	98

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ уровня урожайности пшеницы в 3-х полях 4-польного зернопарового севооборота выявил ее различия в зависимости от полей севооборота и 3-х зон Курганской обл. Уровень урожайности в 1-м посеве после пара на Центральном опытном поле при содержании P_2O_5 в почве 40–50 мг/кг умеренно менялся от применения фосфора в средней в опыте дозе P18. За счет удобрения число лет с повышенной урожайностью 1-й пшеницы после пара возрастало с 26-ти в контроле до 30-ти, а с низкой – уменьшалось с 7-ми до 5-ти лет. На Макушинском опытном поле при стабильном положительном действии фосфора в посеве 1-й пшеницы после пара высокая урожайность отмечена 30 раз за 45 лет при 18-ти в контроле. Средняя урожайность на фоне P20 выявлена 12 раз при 22-х в контроле. На Шадринском опытном поле с лучшей влагообеспеченностью растений и в контроле урожайность в 1-м посеве после пара была достаточно высокой при повторяемости этого показателя в 50% лет. При внесении P30 получен близкий результат. Проверена целесообразность добавления азота к фосфору в 1-м поле после пара, что было эффективно в большей части лет, что позволило рекомендовать этот прием для применения в развитых хозяйствах, т.к. среднее дополнительное повышение урожайности на фоне N40P30 достигало 2 ц/га. Такой прием действовал положительно и на качество зерна.

Показано, что во 2-м посеве после пара на всех опытных полях требовалось внесение азотно-фосфорного удобрения при разных дозах азота. На Центральном опытном поле доза N40P18 обеспечила высокую урожайность пшеницы 17 раз за 50 лет при 9-ти в контроле. На Макушинском опытном поле на фоне N20P20 высокая урожайность за 45 лет получена 23 раза при кон-

трольном показателе 10 раз. На Шадринском опытном поле доза N80P30 позволила получить высокую урожайность 29 раз за 40 лет, тогда как в контроле лишь 5 раз. Повышение дозы азота до N80 в сочетании с P30 во 2-м посеве в северо-западной зоне было оправдано, т.к. этот прием увеличил прибавку урожайности по отношению к дозе N40P30 в среднем на 3 ц/га.

В конце севооборота урожайность пшеницы в контроле резко снижалась. На Центральном опытном поле доза N40P18 снизила частоту низкой урожайности с 21-го года до 12-ти лет, на Макушинском опытном поле доза N20P20 – с 18-ти до 9-ти лет, на Шадринском опытном поле при оптимальной дозе N40P30 – с 15-ти до 4-х лет. Высокая урожайность пшеницы за счет интенсификации технологии соответственно в опытных полях в 3-м посеве после пара повторилась 12, 21, 25 раз при 5, 5, 2 раза в контроле.

Применение удобрений существенно меняло не только урожайность пшеницы в зернопаровом севообороте, но и качество зерна. Выращивание ценной пшеницы (3-го класса) удавалось в 1-м поле после пара в 86–100% лет, а в следующих посевах, даже в удобренных вариантах – реже. С удалением посева от пара ухудшались условия азотного питания, что снижало белковость зерна. Кроме этого, в 3-м и 4-м полях севооборота качество пшеницы сильнее зависело от погоды. Удобрением не всегда удавалось преодолеть влияние неблагоприятных погодных условий.

В экспериментах Курганского НИИСХ рентабельность выращивания пшеницы в зернопаровом севообороте была больше на Макушинском опытном поле. Такой результат был обеспечен за счет наибольшего накопления нитратного азота в пару в обыкновенном солонцеватом черноземе

восточной зоны области и высоким действием фосфорного удобрения в этой почве, бедной подвижными фосфатами. Наименьшее значение имел пар в северо-западной зоне области, поскольку, по данным Шадринского поля, даже в 1-м поле после пара пшеница положительно реагировала на добавление к фосфору азота. В этой зоне практикуется на определенной части пашни беспаровое земледелие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никитишен В.И., Личко В.И.* Взаимосвязи в минеральном питании ячменя при длительном применении удобрений на серой лесной почве ополья // *Агрохимия*. 2014. № 10. С. 45–52.
2. *Волынкин В.И., Волынкина О.В.* Взаимодействие азота и фосфора в удобрении мягкой яровой пшеницы при технологии бесменного возделывания и оставления соломы на поле // *Агрохимия*. 2018. № 3. С. 34–42.
3. Система земледелия Курганской области. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1988. 216 с.
4. Длительные стационарные опыты КНИИЗХ по изучению вопросов земледелия (агрохимии, земледелия, семеноводства, кормопроизводства). Аннот. сб. рекоменд. Курган, 1986. 115 с.
5. *Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Иванова О.М.* Эффективность удобрений под озимую пшеницу в зависимости от содержания фосфора в почве // *Матлы 44-й Международ. научн. конф. молодых ученых и специалистов*. М.: ВНИИА, 2010. С. 39–40.
6. *Шафран С.А.* Влияние типа почв и содержания в них подвижных фосфатов на эффективность фосфорных удобрений // *Агрохимия*. 2015. № 3. С. 26–33.
7. *Чуб М.П., Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлев Д.Ю.* Оптимизация доз азотных и фосфорных удобрений на черноземных почвах Поволжья с различным содержанием фосфора // *Плодородие*. 2017. № 2. С. 8–11.

Action and Aftereffect of Steam in Different Zones of Kurgan Region

O. V. Volynkina^{a,#} and Yu. V. Surkova^a

^a Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Urals Branch of RAS
Ekaterinburg ul. Lenina 9, Ketovsky district, Kurgan region, s. Sadovoye 641325, Russia

[#]E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

The article investigates the productivity of grain-fallow crop rotations in three zones of the Kurgan region. Data of stationary experiments on Shadrinsky, Central and Makushinsky experimental fields of Kurgan NIISH were compared. Long-term observations of the accumulation of nitrate nitrogen in the fallow field are given, according to this indicator, the Makushinsky field has a significant advantage. The repeatability of different levels of wheat yield on unfertilized plots and at application of optimal doses of fertilizers was shown. The overall economic evaluation of grain-fallow crop rotation from three experimental fields of the Kurgan NIISH is higher in Makushinsky.

Key words: three zones of Kurgan region, grain-fallow crop rotation, nitrate nitrogen, wheat, yield