

и магния, являющиеся ближайшим резервом фосфора для питания растений [8].

Отмечено также существенное увеличение (на 69% по сравнению с контролем) железифосфатов (третья группа) в варианте 9.

Что касается минимальной системы удобрения (вар. 6), то периодическое внесение в почву небольших доз фосфора в среднем за 48 лет не повлияло как на общую сумму минеральных фосфатов, так и на их отдельные фракции (см. табл. 4).

Заключение. На черноземе южном Правобережья Саратовской области длительное применение минеральных удобрений в низких, средних и высоких дозах не оказало существенного влияния на запасы валового фосфора в слоях почвы 0-40 и 0-100 см. Отмечаемые в течение восьми ротаций шестипольного севооборота колебания его содержания незначительны: коэффициент вариации для слоя 0-40 см - 7,1%, для слоя 0-100 см - 5,4%. Систематическое внесение фосфора в составе минеральных удобрений позволило уже в конце первой - начале второй ротаций увеличить в 1,5-2 раза содержание в слое почвы 0-40 см доступных для растений фосфатов, извлекаемых 1%-ной углеаммонийной вытяжкой. В последующий период (II-VIII ротации) в удобренных вариантах содержание подвижных фосфатов составляло 20-24 мг/кг (95-114 кг/га), что позволяет обеспечивать потребности зерновых культур в фосфорном питании. Расчет усредненных показателей за 48 лет наблюдений показал, что минеральные удобрения не

оказали существенного влияния на сумму минеральных фосфатов, определяемых по Чангу-Джексону. Однако возросло (на 36-54%) количество фосфатов второй группы, которые являются ближайшим резервом фосфорного питания растений.

Литература

1. Чуб М.П. Оптимизация минерального питания культур и система удобрения в севооборотах на черноземах и темно-каштановых почвах засушливого Поволжья: Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. - М.: ВИУА, 1990. - 35 с.
2. Касицкий Ю.И., Мазюк Н.Н., Лунина А.А. Формирование фосфатного режима карбонатного и выщелоченного чернозема Краснодарского края под влиянием фосфорных удобрений // Агрохимия. - 1983. - №3. - С. 23-37.
3. Сушеница Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование. - М.: Колосс, 2007. - 376 с.
4. Носко Б.С. Баланс фосфора в системе почва-удобрения-растения // Агрохимия. - 1990. - №11. - С. 71-82.
5. Чуб М.П., Пронько В.В., Потатурна Н.В., Бажан Г.Н. Эффективность и баланс фосфора в зернопаровом севообороте на черноземе южном при длительном применении удобрений // Агрохимия. - 2004. - №11. - С. 18-26.
6. Сычев В.Г., Лошаков В.Г., Романенков В.А., и др. Плодородие черноземов засушливого Поволжья и продуктивность полевых культур при длительном применении минеральных удобрений / Бюлл. Географ. сети опытов с удобрениями. Вып. 26. - М.: ВНИИА, 2017. - 48 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. - 416 с.
8. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 689 с.
9. Чуб М.П., Сайфуллина Л.Б., Пронько В.В. и др. Изменение содержания общего углерода и азота в черноземе южном засушливого Поволжья при длительном применении удобрений // Плодородие. - 2016. - №4. - С. 19-23.

PHOSPHATE REGIME OF SOUTHERN CHERNOZEM UNDER A LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN DRY AREA OF VOLGA REGION

V.V. Pronko¹, M.P. Chub², T.M. Yaroshenko², N.F. Klimova², D.Yu. Zhuravlev²

¹ (LIFE FORCE LLC, RPE), Bolshaya sadovaya ul. 239, 410005 Saratov, Russia, e-mail: viktor-pronko@mail.ru

² South-East Agriculture Research Institute (SEARI), Tulaykova ul. 7, 410000 Saratov, Russia, e-mail: zhuravlevd14@yandex.ru

In our study of long-termed field experiment we demonstrate insignificant change of the total phosphorus content in southern chernozem both in fertilized and unfertilized soil during the 48 years of observation.

A fluctuation of phosphorus reserves in respect of crop rotation in a layer 0-40 cm and 0-100 cm also was noted

Our study also determined an increase of phosphorus removal with yield under the regular application of fertilizer.

A study of mineral phosphates' fractional composition according performed by Chang-Jackson method allowed to determine the influence of mineral fertilizers on the phosphorus content in soil, both accessible and inaccessible to plants forms.

Keywords: southern chernozem, stationary experiment, mineral fertilizers, total content of phosphorus, mineral phosphates, fractional composition.

УДК 631.51:631.582

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

В.А. Воронцов, к.с.-х.н., М.К. Драчева, к.с.-х.н., ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»

E-mail: drasheva_m@mail.ru

Проведен сравнительный анализ эффективности применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок чернозема типичного в зернопаровом севообороте на разных уровнях минерального питания и насыщенности средствами защиты растений. Установлено влияние этих элементов на урожайность и экономические показатели производства ячменя. Урожайность ячменя существенно зависела от уровня минерального питания. Увеличение дозы удобрения до (NPK)₆₀ способствовало получению дополнительно 0,69-0,89 т/га зерна ячменя. Использование полного комплекса средств защиты растений (протравливание семян + пестициды по вегетации культуры) обеспечило существенную прибавку урожайности на фоне (NPK)₄₀₋₆₀ – 0,41-0,86 т/га. Способы основной обработки почвы существенно не сказались на уровне урожайности. Применение средств защиты растений наи-

более рентабельны (125-134%) на посевах ячменя при низком уровне минерального питания (NPK)₃₀, повышение его до (NPK)₆₀ снижает уровень рентабельности на 18-30%.

Ключевые слова: обработка почвы, удобрения, средства защиты, чернозем, ячмень, урожайность, экономическая эффективность.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.12

Яровой ячмень - одна из важнейших основных зернофуражных культур и сырье для пивоваренных предприятий. В структуре посевных площадей Центрально-Черноземной зоны, в том числе в северо-восточном её регионе, он занимает одно из ведущих мест [1]. Это обязательный компонент различных типов севооборотов, используемых в сельскохозяйственном производстве.

Воздействие различных технологических факторов, обеспечивающих оптимизацию условий произрастания сельскохозяйственных культур, определяет величину и качество урожая [2].

Возделывание современных сортов ярового ячменя позволяет получать высокие урожаи с хорошим качеством зерна. Однако, при низкой агротехнике и без применения средств химизации сорта ячменя не реализуют свой потенциал, в результате происходит снижение рентабельности производства продукции.

Для максимального использования потенциала культуры необходима оптимизация технологии ее возделывания в направлении ресурсосбережения, предусматривающая рациональное сочетание обработки почвы и применение средств химизации [3, 4]. В связи с этим возникает необходимость в определении целесообразности использования различных способов обработки почвы в комплексе с применением удобрений и средств защиты растений, а также в оценке их влияния на урожайность ячменя.

С этой целью на опытном поле Тамбовского НИИСХ были проведены исследования в стационарном эксперименте в зернопаровом севообороте: 1 - пар черный; 2 - озимая пшеница; 3 - соя; 4 - ячмень. Схема опыта предусматривала изучение пяти способов основной обработки почвы: отвальной вспашки традиционной для Тамбовской области, ресурсосберегающих (поверхностной и безотвальной), комбинированных отвально-безотвальной и отвально-поверхностной, где под ячмень проводили безотвальную и поверхностную обработки на фоне отвальной вспашки в севообороте.

В рамках отвальной обработки (контроль) основную обработку почвы проводили путем вспашки (на 20-22 см) навесным плугом ПЛН-5-35. Поверхностную обработку осуществляли дискатором БДМ-3 х 4П (на 10-12 см), безотвальную с помощью плуга ПЛН-5-35 без отвало (на 20-22 см). До основной обработки почвы проводили дисковое рыхление после уборки предшественника, осуществляемое дисковой бороной БДТ-3,0 (на 8-10 см).

Методом расщепленных делянок изучали три фактора: способ обработки почвы, удобрение, пестицид.

Удобрения вносили под основную обработку в дозах: 1. N₃₀P₃₀K₃₀; 2. N₄₀P₄₀K₄₀; 3. N₆₀P₆₀K₆₀, т.е. изучали низкий, средний и высокий уровни минерального питания.

Система защиты растений ячменя состояла из двух уровней: 1. Протравливание семян - фон; 2. Фон + пестициды по вегетации ячменя.

В качестве удобрений использовали азофоску с соотношением питательных элементов 16:16:16. Предпосевное обеззараживание семян в целях их защиты от болез-

ней проводили с помощью протравителя семян Скарлет (0,3 л/т). Защиту растений ячменя в период вегетации осуществляли фунгицидом Титул Дуо (0,25 л/га). Для борьбы с сорняками использовали гербициды: Фенизан (0,2 л/га) и Овсюген супер (0,4 л/га). Для защиты ячменя от вредителей применяли инсектициды: Фаскорд (0,1 л/га), Кинфос (0,2 л/га).

Почва опытного поля - чернозем типичный тяжело-суглинистый. Содержание гумуса в пахотном (0-30 см) слое 6,60-7,03%, подвижных форм фосфора - 162 мг/кг, калия - 110 мг/кг почвы.

В опытах использовали сорт отечественной селекции Чакинский 221.

Погодные условия в период проведения исследований складывались по-разному, что позволило проследить за действием изучаемых факторов в разных условиях.

Умеренно увлажненным был вегетационный период 2012 г., гидротермический коэффициент составлял 1,1. Осадков за апрель-август выпало 319,5 мм, или на 85,3 мм больше среднеголетних данных. Хорошо увлажненными, по гидротермическому коэффициенту, были 2015 и 2016 г. В эти годы за вегетационный период выпало, соответственно, 397 и 521,5 мм, что больше среднеголетних показателей в 1,7 и 2,2 раза. В 2 раза больше осадков выпало и за вегетацию в 2017 г.

Из шести лет три года (2012-2014) характеризовались повышенным температурным режимом вегетационных периодов, особенно в первую половину вегетации ячменя (апрель - май). Температурный режим был выше среднеголетних показателей на 1,7-6,2 и 4,0-6,1°C.

Не совсем благоприятные погодные условия, сложившиеся в критические периоды развития растений ячменя (кущение - выход в трубку), не позволили ему максимально реализовать потенциал продуктивности.

Обобщающий показатель оценки изучаемых технологических приемов - величина урожая. По результатам исследований, в среднем за 2012-2017 гг., замена традиционной отвальной вспашки на ресурсосберегающие обработки (без оборота пласта) не привела к существенным изменениям этого показателя. Разница по вариантам основной обработки почвы находилась на уровне тенденций. При этом несколько большая урожайность получена в варианте с традиционной отвальной вспашкой (табл.1).

В технологиях с поверхностной и безотвальной обработками почвы более заметное снижение урожайности зафиксировано на фоне первого уровня защиты растений (протравливание семян), на низком и среднем уровнях минерального питания (NPK)₃₀ и (NPK)₄₀, составившее, соответственно, 0,19-0,23 и 0,20-0,24 т/га. Повышение уровня минерального питания в данных технологиях до (NPK)₆₀ уменьшало разницу в величине урожая по сравнению с контролем до 0,04-0,08 т/га. Установленная закономерность прослеживалась и в вариантах с комбинированными системами обработки почвы, где под ячмень проводили безотвальную и поверх-

ностную обработки на фоне предшествующей в севообороте вспашки.

1. Урожайность ячменя в зернопаровом севообороте в зависимости от способов обработки почвы, удобрений и средств защиты растений (в среднем за 2012-2017 гг.)

Основная обработка почвы	Минеральные удобрения	Защита растений	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га, на фоне		
				обработки почвы	удобрений	пестицидов
Традиционная отвальная вспашка на 20-22 см (контроль)	(NPK) ₃₀	1	3,00	-	-	-
		2	3,34	-	-	0,34
	(NPK) ₄₀	1	3,23	-	0,23	-
		2	3,64	-	0,30	0,41
	(NPK) ₆₀	1	3,34	-	0,34	-
		2	4,13	-	0,79	0,79
Поверхностная на 10-12 см	(NPK) ₃₀	1	2,81	-0,19	-	-
		2	3,20	-0,14	-	0,39
	(NPK) ₄₀	1	3,00	-0,23	0,19	-
		2	3,50	-0,14	0,30	0,50
	(NPK) ₆₀	1	3,38	0,04	0,57	-
		2	3,95	-0,18	0,75	0,57
Безотвальная на 20-22 см	(NPK) ₃₀	1	2,80	-0,20	-	-
		2	3,33	-0,01	-	0,53
	(NPK) ₄₀	1	2,99	-0,24	0,19	-
		2	3,76	0,12	0,43	0,77
	(NPK) ₆₀	1	3,26	-0,08	0,46	-
		2	4,02	-0,11	0,69	0,76
Безотвальная на 20-22 см на фоне предшествующей в севообороте вспашки на 25-27 см	(NPK) ₃₀	1	2,86	-0,14	-	-
		2	3,32	-0,02	-	0,46
	(NPK) ₄₀	1	3,03	-0,20	0,17	-
		2	3,63	-0,01	0,31	0,60
	(NPK) ₆₀	1	3,35	0,01	0,32	-
		2	4,21	0,08	0,89	0,86
Поверхностная на 10-12 см на фоне предшествующей в севообороте вспашки на 25-27 см	(NPK) ₃₀	1	2,89	-0,11	-	-
		2	3,27	-0,07	-	0,38
	(NPK) ₄₀	1	2,90	-0,33	0,01	-
		2	3,64	0	0,37	0,74
	(NPK) ₆₀	1	3,43	0,09	0,54	-
		2	4,07	-0,06	0,80	0,64
НСР ₀₅ , т/га, для средних частных различий			0,39			

Примечание. 1 - протравливание семян – фон; 2 - фон + пестициды по вегетации.

Уровень урожайности ячменя по традиционной вспашке при низкой дозе минерального питания (NPK)₃₀ – 3,00-3,34 т/га можно достичь при замене вспашки безотвальными способами обработки (поверхностной и безотвальной), но с удвоенной дозой удобрений (NPK)₆₀. При этом применение полного комплекса защиты растений (протравливание семян + пестициды по вегетации культуры) обеспечивает более высокую урожайность по сравнению с контролем.

Проведенные исследования показали высокую эффективность удобрений. Повышение дозы минерального питания с низкой (NPK)₃₀ до средней (NPK)₄₀ и высокой (NPK)₆₀ сопровождалось увеличением урожайности ячменя. Данная закономерность характерна для всех изучаемых вариантов. Вместе с тем, следует подчеркнуть, что наивысшие результаты дало комплексное применение удобрений и средств защиты растений. Максимальные прибавки урожайности достигнуты на фоне высокого уровня минерального питания в сочетании с полным комплексом средств защиты растений. В вариантах с безотвальной и поверхностной обработками они составили 0,69-0,75 т/га. По данным обработкам, проводимым на фоне предшествующей в севообороте

вспашки, прибавки составили 0,80-0,89 т/га, а на контроле - 0,75 т/га.

Существенное влияние на урожайность ячменя оказали средства защиты растений, включающие протравливание семян и применение пестицидов (фунгициды, инсектициды и гербициды) в период вегетации культуры. При этом с увеличением уровня минерального питания повышалась эффективность средств защиты растений. Максимальный эффект получен на фоне высокого уровня минерального питания. Величина прибавки урожайности по вариантам опыта варьировала от 0,57 до 0,86 т/га.

Наименьшие общие затраты на возделывание ячменя были при поверхностной обработке, наибольшие – при вспашке. Использование средств защиты растений и повышение уровня минерального питания увеличивали этот показатель (табл.2).

2. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зернопаровом севообороте в зависимости от способов основной обработки почвы и средств химизации (в среднем за 2012-2017 гг.)

Показатель	(NPK) ₃₀		(NPK) ₄₀		(NPK) ₆₀	
	протравливание семян (фон)	фон + пестициды	протравливание семян (фон)	фон + пестициды	протравливание семян (фон)	фон + пестициды
<i>Традиционная вспашка на 20-22 см</i>						
Выручка, тыс.руб/га	18,0	20,0	19,4	21,8	19,9	24,8
Затраты, тыс.руб/га	8,2	8,9	9,3	10,0	11,3	12,0
Чистый доход, руб/га	9800	11100	10100	11800	8600	12800
Себестоимость, руб/т	2733,0	2665,0	2864,0	2738,0	3395,0	2901,0
Рентабельность, %	120,0	125,0	109,0	118,0	77,0	107,0
<i>Поверхностная обработка на 10-12 см</i>						
Выручка, тыс.руб/га	16,7	19,3	18,0	21,0	20,3	23,7
Затраты, тыс.руб/га	7,7	8,4	8,7	9,4	10,7	11,4
Чистый доход, руб/га	9000	10900	9300	11600	9600	12300
Себестоимость, руб/т	2763,0	2611,0	2907,0	2690,0	3171,0	2890,0
Рентабельность, %	117,0	130,0	107,0	124,0	90,0	108,0
<i>Безотвальная обработка на 20-22 см</i>						
Выручка, тыс.руб/га	16,8	20,0	17,9	22,6	19,6	24,1
Затраты, тыс.руб/га	8,0	8,7	9,0	9,7	11,0	11,7
Чистый доход, руб/га	8800	11300	8900	12900	8600	12400
Себестоимость, руб/т	2844,0	2601,0	3004,0	2575,0	3372,0	2910,0
Рентабельность, %	110,0	130,0	99,0	133,0	79,0	106,0
<i>Безотвальная обработка на 20-22 см на фоне предшествующей в севообороте вспашки</i>						
Выручка, тыс.руб/га	17,2	19,9	18,2	21,8	20,0	25,3
Затраты, тыс.руб/га	8,0	8,7	9,0	9,7	11,0	12,0
Чистый доход, руб/га	9200	11200	9200	12100	9000	13300
Себестоимость, руб/т	2783,0	2611,0	2966,0	2670,0	3301,0	2850,0
Рентабельность, %	115,0	129,0	103,0	125,0	82,0	111,0

Продолжение таблицы 2

Показатель	(NPK) ₃₀		(NPK) ₄₀		(NPK) ₆₀	
	протрав- ливание семян (фон)	фон + пести- циды	протрав- ливание семян (фон)	фон + пести- циды	протрав- ливание семян (фон)	фон + пести- циды
<i>Поверхностная обработка на 10-12 см на фоне предшествующей в севообороте вспашки</i>						
Выручка, тыс.руб/га	17,3	19,6	17,4	21,8	20,6	23,2
Затраты, тыс.руб/га	7,7	8,4	8,7	9,4	10,7	11,4
Чистый доход, руб/га	9600	11200	8700	12400	9600	11800
Себестои- мость, руб/т	2670,0	2572,0	3009,0	2583,0	3125,0	2950,0
Рентабель- ность, %	125,0	134,0	100,0	132,0	90,0	104,0

Расчеты показали, что наибольший чистый доход при низком и среднем уровнях минерального питания был в варианте с традиционной вспашкой. На фоне высокого уровня минерального питания он снизился. Применение средств защиты растений увеличило чистый доход на 13,3-48,8%.

Повышение дозы минеральных удобрений с (NPK)₃₀ до (NPK)₆₀ в комплексе со средствами защиты растений способствовало увеличению чистого дохода на 15,3%.

Данная закономерность характерна и для вариантов с ресурсосберегающими обработками. При этом максимальный размер чистого дохода получен в варианте с поверхностной обработкой при высоком уровне минерального питания в комплексе со средствами защиты растений и в варианте с безотвальной обработкой при среднем уровне питания. В вариантах с поверхностной и безотвальной обработками, проводимыми на фоне предшествующей в севообороте вспашки, наиболее высокий чистый доход отмечен при среднем и высоком уровнях минерального питания.

С увеличением доз внесения удобрений повышалась себестоимость продукции, что характерно как для вариантов без применения средств защиты растений, так и с ними. Использование удобрений в комплексе со средст-

вами защиты растений позволило снизить этот показатель. Самая низкая себестоимость 1 т ячменя отмечена в варианте с поверхностной обработкой на фоне предшествующей в севообороте вспашки и с низким уровнем минерального питания (NPK)₃₀.

Применение комплекса средств защиты растений способствовало росту рентабельности производства зерна ячменя. Самый высокий уровень рентабельности 133–134% дал комплекс средств защиты со средним и низким уровнями минерального питания. Увеличение уровня минерального питания снижало этот показатель, что характерно для всех способов основной обработки почвы как с применением полного комплекса пестицидов, так и без него.

Наименьшая рентабельность отмечена при возделывании ячменя по технологии, основанной на традиционной отвальной обработке.

Таким образом, в северо-восточном регионе ЦЧЗ на черноземах типичных с высоким содержанием подвижных форм питательных элементов в технологиях возделывания ячменя вместо вспашки возможно применение ресурсосберегающих способов основной обработки. Экономически более эффективна технология, основанная на поверхностной обработке почвы, проводимой по предшествующей в севообороте вспашке, с применением невысоких доз удобрений (NPK)₃₀₋₄₀ в сочетании с полным комплексом средств защиты растений.

Литература

1. Драчева М.К., Воронцов В.А., Денисов А.Д. Агротехнологические аспекты возделывания ярового ячменя в северо-восточном регионе ЦЧЗ. – Тамбов, Шелково, 2012. – 96 с.
2. Воронцов В.А. Концепция технологии основной обработки черноземных почв на основе энерго- и ресурсосберегающих приемов в северо-восточном регионе Центрального Черноземья, 2018. – 74 с.
3. Кирдин В.Ф. Формирование агротехнологий в адаптивно-ландшафтных системах земледелия //Агроэкологическая оптимизация земледелия: Сб. докладов междунауд. науч. практ. конф. 14-16 сентября 2004 г. - Курск :ВНИИЗиЗПЭ, 2004. – С.157-164.
4. Черкасов Г.Н. Пути совершенствования адаптивно-ландшафтных систем земледелия //Агроэкологическая оптимизация земледелия: Сб. докл. междунауд.науч. практ. конф. 14-16 сентября 2004 г. - Курск :ВНИИЗиЗПЭ, 2004. – С. 6-10.

EFFECTIVENESS OF BASIC SOIL CULTIVATION AND AGROCHEMICAL MEANS ON BARLEY CULTIVATION UNDER CONDITIONS OF CENTRAL CHERNOZEM REGION

V.A. Voroncov, M.K. Dracheva

FGBNU «FNC named by I.V. Michurin», Michurina ul. 30, 393774 Michurinsk, Tambov region, Russia,
e-mail: drasheva_m@mail.ru

In our study we performed a comparative analysis of the effectiveness of the application of moldboard plowing, subsurface tillage and surface treatment of chernozem typical in the grain-fallow rotation at different levels of mineral nutrition and saturation with chemical means of plant protection. The influence of these elements on yield and economic indices of production of spring barley is established. The yield of barley depended heavily on the level of mineral nutrition. Increase of fertilizer dose up to (NPK)₆₀ provides an additional yield of barley grain (0.69-0.89 t/ha). The use of a full range of plant protection products (seed dressing + pesticides on crop vegetation) in complex with (NPK)₄₀₋₆₀ provided a significant increase in yield on 0.41-0.86 t/ha. The methods of basic tillage did not significantly affect the yield level. Application of chemical means or plants protection is most cost-efficient (125-134%) for barley cultivation under the low level of mineral nutrition (NPK)₃₀, and in case of its increase up to (NPK)₆₀ decreases cost-efficiency in 18-30%.

Key words: soil tillage, fertilizers, means of plant protection, chernozem, barley, yield, cost-efficiency