

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ЗВЕНЬЯХ СЕВООБОРОТОВ С ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПОВОЛЖЬЯ

Тойгильдин Александр Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство, селекция»

Морозов Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Земледелие и растениеводство, селекция»

Подсёвалов Михаил Ильич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство, селекция»

Аюпов Денис Энисович, кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель кафедры «Земледелие и растениеводство, селекция»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017 г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Ключевые слова: чистый пар, горох, люпин белый, озимая пшеница, биологизация, обработка почвы, удобрения.

Выполнение поставленных задач по производству необходимых объемов зерна возможно лишь на основе научно-обоснованного подхода к разработке агротехнологий на системной основе. Цель исследований: провести оценку эффективности приемов биологизации звеньев севооборотов с озимой пшеницей за счет зерновых бобовых культур и органоминеральных систем удобрения в условиях лесостепной зоны Поволжья. Исследования выполнялись в многолетнем стационарном полевом опыте кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ в 4-х 6-польных полевых севооборотах. Объектами изучения являлись звенья севооборотов с озимой пшеницей: 1) чистый пар - озимая пшеница; 2) горох - озимая пшеница; 3) люпин - озимая пшеница; 4) люпин + горох - озимая пшеница. В структуре использования пашни по-прежнему остается высокой доля чистых паров, что несет отрицательные экологические последствия. Основная причина введения чистых паров – сохранение влаги к посеву озимых зерновых культур. Однако наши исследования показывают, что при замене чистых паров на зерновые бобовые культуры (горох, люпин белый) в почве к посеву озимой пшеницы накапливается 23,0-25,0 мм продуктивной влаги, что при соблюдении агротехнических требований позволяет получить всходы и достаточное развитие озимой пшеницы в осенний период. Несмотря на более высокую урожайность озимой пшеницы по чистому пару, продуктивность звеньев с зернобобовыми культурами была выше. Включение зерновых бобовых в севообороты в качестве парозанимающих культур может быть использовано для устранения отрицательных последствий чистого пара. Полученные результаты позволяют рекомендовать комбинированную обработку почвы, сочетающую безотвальное рыхление под зерновые бобовые культуры и поверхностную обработку почвы под озимую пшеницу, а также применять органоминеральную систему удобрения солома + NPK, при этом дозы минеральных удобрений рассчитывать на планируемую урожайность зерновых бобовых культур 2,5-3,0 т/га и озимую пшеницу - 4,5 т/га.

Работа выполнена при поддержке гранта МД-2909.2019.11

Введение

Аграрное производство в нашей стране находится на стадии активного роста и развития. Так, к 2024 году Правительством РФ поставлены задачи по увеличению валового сбора зерна до 137,5 млн. тонн [1]. Соизмеримые задачи к данному сроку обозначены и в Поволжском регионе, в Ульяновской области планируется повышение продуктивности до 2 млн. тонн против 1 млн. 169 тыс. тонн полученных сельхозпроизводителями всех форм собственности в 2019 году [2].

Выполнение поставленных задач по производству объемов зерна и другой продукции возможно лишь на основе научно-обоснованного подхода к разработке агротехнологий на системной основе [3, 4]. Ключевыми факторами

роста объемов производства зерна связаны с введением в оборот неиспользуемой пашни; с возделыванием интенсивных сортов (гибридов) и отлаженным семеноводством; с рациональным применением органических и минеральных удобрений [5], а также с известкованием кислых почв [6]. Кроме отмеченных факторов важным составляющим звеном системы повышения продуктивности выступают обоснованные агротехнологии, которые предположительно получают высокую интенсификацию, и это чревато отрицательными экологическими последствиями [7].

На фоне поставленных задач все большую значимость и актуальность приобретает процесс экологизации посредством биологизации

отдельных приемов в агротехнологиях (растениеводства и земледелия).

По мнению Кирюшина В.И. [7], главным проявлением биологизации является вовлечение симбиотического азота бобовых в круговорот вещества, что повышает роль этих культур как средообразующего фактора в биогеоценозах.

Сельскохозяйственные предприятия лесостепной зоны Поволжья в недалеком прошлом лидировали по производству зернобобовых культур. По данным В.И. Морозова [8] на территории Ульяновской области в среднем за 1971-1980 гг. они занимали 240 тыс. га (12,9 %). При этом на долю гороха приходилось 207 тыс. га (11,9 % от площади пашни), а валовой сбор зернобобовых достигал 306-350 тыс. тонн или 16-19 % к общему валовому сбору зерновых. Накопление ресурсов растительного белка за счет интенсификации культуры зернобобовых растений оказывало позитивное влияние на развитие животноводства и удовлетворение потребностей населения в продуктах питания животного происхождения. Это важный исторический факт, который позволил наработать существенный практический опыт и научный потенциал в регионе для разработки адаптивных агротехнологий. В частности, зерновые бобовые культуры использовались в качестве парозанимающих культур, что может быть использовано для устранения отрицательных последствий чистого пара (защита почвы от эрозии и дефляции, регулирования режима органического вещества, повышения продуктивности пашни и др.).

Цель исследований: провести оценку эффективности приемов биологизации звеньев севооборотов с озимой пшеницей за счет зерновых бобовых культур и органоминеральных систем удобрения в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Материалы и методы исследований

Исследования по вышеназванной проблеме выполнялись в многолетнем стационарном полевом опыте кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ в 4-х и 6-польных полевых севооборотах. Объектами изучения являлись звенья севооборотов с озимой пшеницей: 1) чистый пар - озимая пшеница; 2) горох - озимая пшеница; 3) люпин - озимая пшеница; 4) люпин + горох - озимая пшеница (фактор А). В севооборотах применялось по 2 системы основной обработки почвы (фактор В): 1) комбинированная в севообороте 2) минимальная обработка. Обработка почвы в изуча-

емых полях проводилась по следующей схеме: под парозанимающие культуры: 1) дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СИБИМЭ на 20-22 см. 2) дискование БДМ-3х4П на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см. Под озимую пшеницу: 1) двукратное дискование БДМ 3х4П на глубину 8-10 см и 10-12 см. Предпосевная культивация КПИР-3,6 на 6-8 см; 2) двукратное дискование БДМ 3х4П на глубину 8-10 см и 10-12 см. Предпосевная культивация КПИР-3,6 на 6-8 см.

Севообороты были размещены на двух органоминеральных системах удобрения (фактор С), под зернобобовые культуры применялись следующие дозы удобрений: 1) солома предшественника + $N_{10}P_{20}K_{20}$ (планируемая урожайность 2,5 т/га); 2) солома предшественника + $N_{20}P_{30}K_{30}$ (планируемая урожайность 3,0 т/га); под озимую пшеницу: 1) солома предшественника + $N_{30}P_{30}K_{30}$ (планируемая урожайность 3,5 т/га); 2) солома предшественника + $N_{60}P_{45}K_{45}$ (планируемая урожайность 4,5 т/га).

Севообороты развернуты в пространстве и во времени. Посевная площадь делянок первого порядка - 560 м², второго - 280 и третьего - 140 м². Делянки располагаются систематически в трехкратной повторности. Исследования проводились по общепринятым методикам [9, 10].

Метеорологические условия в 2012-2016 гг. были различными, самый благоприятный по влагообеспеченности был 2016 год с гидро-термическим коэффициентом (ГТК) за период май-июнь 1,49. В 2013 году погодные условия сложились близкие к норме, при этом ГТК_{май-июнь} составил 0,88. Самые засушливые условия сложились в 2015 году (ГТК_{май-июнь} = 0,46), а 2012 и 2014 годы характеризовались как слабозасушливые при ГТК_{май-июнь} = 0,62.

Результаты исследований

Наши исследования показали, что расход воды в чистом пару за период парования составил от 210,3-207,0 мм, при этом содержание влаги снизилось по сравнению с весенним содержанием по комбинированной обработке почвы на 29,4 мм и минимальной на 26,1 мм (табл. 1).

К уборке парозанимающих культур отмечалось снижение запасов продуктивной влаги в следующих пределах: после гороха до 87,7-79,3 мм, люпина – 80,9-75,2 мм, и смеси гороха с люпином до 84,76-81,0 мм.

Следует отметить, что в занятых парах, кроме физического испарения влаги, происходило ее активное полезное использование на формирование урожая культур, поэтому расход

Таблица 1

Динамика содержания продуктивной влаги в паровых полях в зависимости от предшественников и обработки почвы в слое 0-100 см, мм (2012-2015 гг.)

Культура, звено	Система обработки почвы (В)	Запас продуктивной влаги в слое 0...100 см, мм		Убыло приборо ±	Осадки, мм	Общий расход от посева до уборки, мм	Осадки до посева озимой пшеницы, мм	Запас продуктивной влаги перед посевом озимой пшеницы слое 0...100 см	Общий расход от посева до посева, мм
		Перед посевом	Перед уборкой						
Чистый пар	В ₁	176,2	169,8	-	-	-	180,9	146,8	210,3
	В ₂	163,4		-	-	-	180,9	137,3	207,0
Горох	В ₁	171,5	166,4	87,7	83,8	96,9	180,7	112,3	240,1
	В ₂	161,3		79,3	82,0	96,9	178,9	108,5	233,7
Люпин	В ₁	173,8	166,9	80,9	92,9	147,8	240,7	112,5	242,2
	В ₂	159,9		75,2	84,7	147,8	232,5	106,9	233,9
Люпин + горох	В ₁	174,3	168,1	84,7	89,6	123,3	212,9	115,8	239,4
	В ₂	161,9		81,0	80,9	123,3	204,2	109,6	233,2

В₁ - БДМ 3х4П на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СиБИМЭ на 20-22 см

В₂ - БДМ-3х4П на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см

Таблица 2

Динамика запасов продуктивной влаги в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественников и обработки почвы в слое 0-100 см, мм (2012-2015 гг.)

Культура, звено	Система обработ- ки почвы (В)	Запас продуктивной влаги в слое 0...100 см, мм			Убыло прибы- ло ±	Осадки, мм	Общий расход, мм	Расход влаги			
		Перед посевом	Весеннее воз- обновление вегетации	Перед уборкой				Из запасов почвы		Из запасов почвы	
								мм	мм	мм	мм
Чистый пар - озимая пшеница	В ₁	146,8	175,0	65,8	109,2	106,7	215,9	109,2	50,6	106,7	49,4
	В ₂	137,3	172,2	62,5	109,7	106,7	216,4	109,7	50,7	106,7	49,3
Горох - озимая пшеница	В ₁	112,3	161,8	64,8	97,0	106,7	203,7	97,0	47,6	106,7	52,4
	В ₂	108,5	160,0	62,8	97,2	106,7	203,9	97,2	47,7	106,7	52,3
Люпин - озимая пшеница	В ₁	112,5	161,2	64,5	96,7	106,7	203,4	96,7	47,5	106,7	52,5
	В ₂	106,9	158,2	60,1	98,1	106,7	204,8	98,1	47,9	106,7	52,1
Люпин + горох - озимая пшеница	В ₁	115,8	161,2	65,8	95,4	106,7	202,1	95,4	47,2	106,7	52,8
	В ₂	109,6	159,2	61,8	97,4	106,7	204,1	97,4	47,7	106,7	52,3

В₁ - комбинированная (под озимую пшеницу: двукратное дискование БДМ 3х4П на глубину 8-10 см и 10-12 см, предпосевная культивация КПИР-3,6 на 6-8 см)

В₂ - минимальная (под озимую пшеницу: двукратное дискование БДМ 3х4П на глубину 8-10 см и 10-12 см, предпосевная культивация КПИР-3,6 на 6-8 см).

воды был выше, чем в чистом пару, используя влагу из почвы и атмосферные осадки.

Наибольшим водопотреблением в течение вегетации отличались посевы люпина – 240,7 - 232,5 мм, смесь гороха с люпином потребляла 212,9-204,2 мм, а горох - 180,7 - 178,9 мм.

Анализ данных показал, что чистый пар имел преимущество по влагообеспеченности к посеву озимой пшеницы, где содержание продуктивной влаги в слое 0-100 см составляет 137,1 мм по минимальной и 146,8 мм по комбинированной обработке почвы, что больше, чем после парозанимающими культурами на 27,7 – 34,5 мм (табл. 2).

Полнота всходов озимых культур по различным предшественникам в первую очередь определяется наличием влаги в верхнем 20 см слое почвы. По накоплению продуктивной влаги в верхнем слое почвы (0 - 20 см) изучаемые предшественники можно расположить в следующий ряд убывающей последовательности (соответственно по комбинированной и минимизированной обработке почвы): чистый пар – 38,5 - 37,3 мм > горох 25,0 - 24,5 > люпин + горох 23,8 - 23,0 мм > люпин 24,5 - 23,5 мм. Таким образом, в условиях лесостепной зоны Поволжья, после парозанимающих культур складываются удовлетворительные условия для получения

всходов озимых зерновых культур и формирования урожая.

За период осенней вегетации озимой пшеницы по всем вариантам опыта произошло увеличение запасов продуктивной влаги, так как расход на транспирацию растений и физическое испарение не превышали приход влаги с осадками. За зимний период к началу возобновления весенней вегетации по различным предшественникам разница становилась незначительной, но преимущество чистого пара сохранилось, и по сравнению с занятыми парами оно составило 12,2-13,8 мм. Быстрое выравнивание ее запасов объясняется, в частности, более полным поглощением почвой осадков на посевах озимой пшеницы по занятым парам.

С фазы весеннего возобновления вегетации начинается нарастание биомассы растений, при этом растения активно потребляют влагу и питательные вещества, растворенные в ней. Наши исследования показали, что к уборке содержание запасов влаги значительно снижалось, следует отметить, что кроме запасов продуктивной влаги из почвы растения потребляли выпавшие осадки. Содержание влаги к уборке сократилось до 60,1-65,8 мм, и различий по предшественникам не отмечалось, но озимая пшеница после чистого пара потребляла больше влаги, чем по другим предшественникам. Так, расход влаги по комбинированной обработке почвы при размещении озимой пшеницы после чистого пара составил 215,9 мм, а по минимальной – 216,4 мм. По паровым предшественникам расход влаги варьировал в пределах 202,1 - 204,1 мм без преимущества способов обработки почвы.

Основными источниками влагообеспеченности для растений являются запасы влаги в почве и атмосферные осадки. Наши исследования показали, что по чистому пару озимая пшеница потребляла 109,2 - 109,7 мм продуктивной влаги из почвенных запасов, что составляло 50,6-50,7 % от общего водопотребления, а за счет атмосферных осадков - 106,7 мм или 49,4 - 49,3 %. Аналогичные закономерности выявлены и по другим предшественникам – 95,4 - 98,1 мм (47,2 - 47,9 %) из почвы и 106,7 мм (52,1 - 52,8 %) за счет атмосферных осадков.

Оценка влияния предшественников на урожайность озимой пшеницы показала, что в 2012 году она изменялась от 3,22 - 3,78 т/га после занятых паров до 4,11 - 4,33 т/га после чистого пара. Способы обработки почвы оказали равноценное влияние на формирование

урожайности озимой пшеницы, различия находились в пределах НСР₀₅. Системы удобрения повлияли на урожайность озимой пшеницы и прибавка на повышенном фоне ($N_{60}P_{45}K_{45}$) составила от 0,16 т/га по чистому пару и до 0,21 - 0,24 т/га после занятых паров в сравнении с фоном $N_{30}P_{30}K_{30}$ (табл. 3).

Следует отметить, что преимущество чистого пара по отношению к занятым парам сохранялось и в последующие годы исследований. Так, в 2013 году урожайность была выше на 0,30-0,40 т/га, в 2014 году на 0,61-0,77 т/га и в 2015 году на 1,40-1,93 т/га и в 2016 году на 0,28-0,41 т/га в сравнении с занятыми парами.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы была достигнута во влажный и теплый вегетационный период 2014 года, особо благоприятной была осень 2013 года после посева. На варианте опыта по чистому пару с комбинированной обработкой почвы и фоном удобрения $N_{60}P_{45}K_{45}$ урожайность достигала 6,01 т/га, на других вариантах опыта она составляла 4,66-5,55 т/га. В сложившихся условиях прослеживалось преимущество комбинированной обработки почвы над минимальной на 0,20 т/га, что является достоверной прибавкой (НСР₀₅=0,06).

При оценке фонов удобрений были получены данные, которые позволяют утверждать, что по чистому пару отмечалось преимущество повышенного фона удобрений, при этом прибавка составила 0,28 т/га по комбинированной и 0,20 т/га по минимальной обработке почвы, что выше ошибки опыта. После занятых паров прибавка урожайности по повышенному фону была ниже, причем по комбинированной обработке почвы эффективность удобрений была выше.

В условиях засушливого 2015 года преимущество чистого пара было более значительным. Так, по сравнению с горохом урожайность озимой пшеницы возросла на 1,37 - 1,48 т/га, а в сравнении с другими предшественниками на 1,71 - 2,00 т/га, что объясняется, прежде всего, недостатком влаги перед посевом, низким температурным фоном зимы, малоснежным декабрем при низких температурах.

В среднем за 2012 - 2016 гг. урожайность озимой пшеницы по чистому пару составила 4,23 - 4,60 т/га, тогда как после парозанимающих культур от 3,40 т/га (после люпина + горох, минимальная обработка почвы, фон солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$) до 3,90 т/га (после гороха, комбинированная обработка почвы, фон солома + $N_{60}P_{45}K_{45}$).

Лучшим из парозанимающих культур ока-

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, систем обработки почвы и удобрений при биологизации севооборотов, т/га

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность зерна по годам исследований					В среднем за 5 лет		В среднем по факторам		
			2012 ГТК= 0,64	2013 ГТК= 0,88	2014 ГТК= 0,62	2015 ГТК= 0,42	2016 ГТК= 1,49			А	В	С
			т/га	У, %								
Пар чистый	В ₁	С ₁	4,13	3,55	5,55	4,05	4,34	4,32	17,2	4,40	4,46	4,28
		С ₂	4,33	3,82	6,01	4,23	4,59	4,60	18,2			
	В ₂	С ₁	4,11	3,51	5,33	3,92	4,28	4,23	16,0		4,33	4,52
		С ₂	4,22	3,78	5,70	4,06	4,40	4,43	16,8			
Горох	В ₁	С ₁	3,59	3,14	5,08	2,66	4,06	3,71	25,0	3,75	3,80	3,64
		С ₂	3,78	3,44	5,26	2,75	4,25	3,90	24,1			
	В ₂	С ₁	3,46	3,09	4,79	2,55	4,01	3,58	24,0		3,69	3,85
		С ₂	3,74	3,38	5,02	2,69	4,16	3,80	22,9			
Люпин	В ₁	С ₁	3,53	3,27	4,91	2,16	3,92	3,56	28,1	3,60	3,65	3,51
		С ₂	3,74	3,50	5,12	2,23	4,12	3,74	28,0			
	В ₂	С ₁	3,47	3,25	4,73	2,01	3,83	3,46	28,5		3,56	3,70
		С ₂	3,68	3,45	4,91	2,15	4,08	3,65	27,6			
Горох + люпин	В ₁	С ₁	3,32	3,16	4,89	2,14	3,98	3,50	29,2	3,56	3,60	3,45
		С ₂	3,57	3,45	5,04	2,30	4,17	3,71	27,2			
	В ₂	С ₁	3,22	3,14	4,66	2,03	3,94	3,40	28,9		3,51	3,66
		С ₂	3,40	3,42	4,90	2,20	4,20	3,62	27,9			
НСР 05			0,11	0,20	0,17	0,16	0,15	-	-	-	-	-
НСРА			0,06	0,10	0,08	0,08	0,07	-	-	-	-	-
НСР В и С			0,04	0,07	0,06	0,06	0,06	-	-	-	-	-

зался горох, после которого было получено от 3,58 т/га (минимальная обработка почвы, фон удобрения солома + N₃₀P₃₀K₃₀) до 3,90 т/га зерна (комбинированная обработка почвы, фон удобрения солома + N₆₀P₄₅K₄₅). Преимущество чистого пара в формировании урожайности озимой пшеницы по сравнению с горохом составило 0,65 т/га, люпина - 0,80 т/га и смеси гороха с люпином - 0,84 т/га. Наиболее стабильная урожайность была выявлена после чистого пара, где коэффициент вариации составил 16,0 - 18,2 %, тогда как после зерновых бобовых культур - 22,9 - 29,2 %.

Оценка эффективности предшественников в среднем за 2012 - 2016 гг. показала, что чистый пар создавал лучшие условия для формирования урожая озимой пшеницы, прежде всего, за счет лучшей влагообеспеченности посевов, это повлияло на появление более дружных всходов и хорошее развитие растений на начальных этапах.

Обработка данных методом дисперсионного анализа доказывает, что разности между средними значениями по вариантам существенны на 5%-ном уровне значимости по предшественникам, вариантам обработки почвы (кроме 2013 года) и фонам удобрений.

Рыхление почвы плугами со стойками СибИМЭ на 20 - 22 см под парозанимающие культуры повышало урожайность на 0,11 т/га по сравнению с вариантом - культивация КПИР-3,6 на 12 - 14 см.

При использовании соломы с минеральными удобрениями (N₃₀P₃₀K₃₀) урожайность озимой пшеницы составила 3,72 т/га, а по фону солома + N₆₀P₄₅K₄₅ - 3,93 т/га, прибавка 0,21 т/га в пользу повышенного фона питания.

Дисперсионный анализ показал, что наибольшие изменения урожайности озимой пшеницы были связаны с предшественниками - от 48,7% (2013 год) до 84,7 % (2012 год), на долю удобрений приходилось 9,7-33,7 %, а на обработку почвы - 1,8 - 9,7 %.

Оценка продуктивности паровых звеньев показывает, что четко прослеживается существенное преимущество звеньев севооборотов с занятыми парами зерновыми культурами (табл. 4).

Несмотря на более высокую урожайность озимой пшеницы по чистому пару - 4,23 - 4,60 т/га, выход зерна с 1 га парового звена составил 2,16-2,30 т/га, тогда как в звене горох - озимая пшеница - 2,85 - 3,23 т/га (зерновых единиц - 2,84 - 3,22 тыс./га). Продуктивность звеньев с люпином и его смеси с горохом также была

Таблица 4

Продуктивность звеньев севооборотов с озимой пшеницей в зависимости от обработки почвы и удобрений за 2012 – 2016 гг.

Звенья севооборотов	Обработка почвы	Удобрения	Урожайность, т/га		Выход зерна с 1 га пашни т.			Выход зерновых единиц тыс. на 1 га		
			Зерновых бобовых культур	Озимая пшеница	По вариантам	По обработке почвы	В среднем по звену	По вариантам	По обработке почвы	В среднем по звену
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	C ₁	-	4,32	2,16	2,23	2,20	2,16	2,23	2,20
		C ₂	-	4,60	2,30			2,30		
	В ₂	C ₁	-	4,23	2,12	2,17		2,12	2,17	
		C ₂	-	4,43	2,22			2,22		
Горох – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,37	3,71	3,04	3,14	3,04	3,03	3,12	3,03
		C ₂	2,55	3,90	3,23			3,22		
	В ₂	C ₁	2,12	3,58	2,85	2,95		2,84	2,44	
		C ₂	2,30	3,80	3,05			3,04		
Люпин – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,27	3,56	2,92	3,00	2,94	2,78	2,86	2,80
		C ₂	2,43	3,74	3,08			2,94		
	В ₂	C ₁	2,13	3,46	2,80	2,88		2,67	2,74	
		C ₂	2,26	3,65	2,96			2,82		
Горох + люпин – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,40	3,50	2,95	3,04	2,97	2,88	2,97	2,90
		C ₂	2,57	3,71	3,14			3,06		
	В ₂	C ₁	2,22	3,40	2,81	2,90		2,74	2,84	
		C ₂	2,38	3,62	3,00			2,93		

выше, чем в звене чистый пар - озимая пшеница.

По выходу условно зерновых единиц изучаемые звенья севооборотов можно расположить в следующий ряд: горох - озимая пшеница (3,03 тыс./га) - горох + люпин озимая - пшеница (2,90 тыс./га) - люпин - озимая пшеница (2,80 тыс./га) - чистый пар - озимая пшеница (2,20 тыс./га).

Оценка изучаемых приемов показала, что отмечалось преимущество комбинированной обработки почвы. Так, в звене с чистым паром выход условных зерновых единиц повышался на 0,06 тыс./га, а в звене занятыми парами на 0,08-0,13 тыс./га.

Увеличение доз минеральных удобрений при планировании более высокой урожайности зернобобовых культур и озимой пшеницы повышало продуктивность звеньев. В зерновом звене повышенный фон удобрения имел преимущество на 0,14 тыс. з.ед./га по комбинированной обработке и на 0,10 тыс. з.ед./га по минимальной обработке почвы, в звеньях с занятыми парами преимущество составило от 0,15 до 0,20 тыс. з.ед./га.

Обсуждение

Биологизация земледелия является проявлением всеобъемлющего процесса экологизации и представляется перспективным направ-

лением развития сельскохозяйственного производства в нашей стране и в мире в целом. В условиях лесостепной зоны Поволжья отмечается деградация почвенного плодородия под действием комплекса факторов, поэтому назрела необходимость освоения эффективных приемов биологизации, направленных не только на повышение продуктивности посевов, но и защиты окружающей среды от средств интенсификации.

Из-за отсутствия научно-обоснованных севооборотов, напряженной фитосанитарной обстановки, отсутствия современной техники и внедрения влагосберегающих технологических приемов в структуре использования пашни по-прежнему остается высокой доля чистых паров, что несет отрицательные экологические последствия. Основная причина введения чистых паров – сохранение влаги к посеву озимых зерновых культур.

В условиях Поволжья лимитирующим фактором продуктивности сельскохозяйственных культур выступает влагообеспеченность и неоспоримым преимуществом чистых паров является сохранение влаги к посеву озимых зерновых культур, что дает возможность получить равномерные всходы и хорошее развитие растений в осенний период [11, 12, 13]. Однако парование имеет ряд недостатков, прежде все-

го они связаны с проявлением эрозионных процессов и чрезмерной минерализацией органического вещества почвы. В случае размещения озимой пшеницы по непаровым (колосовым) предшественникам, что обусловлено сложившейся структурой посевных площадей, факторами, ограничивающими урожайность, выступают фитосанитарная напряженность и почвоутомление. В таких условиях продуктивный потенциал сортов озимой пшеницы реализуется не в полной мере при значительном варьировании урожайности и валовых сборов зерна по годам [14, 15].

Существует мнение, что чистый пар способствует накоплению влаги в почве, наши исследования показали, что в условиях лесостепной зоны Поволжья следует отмечать лишь сохранение влаги по отношению к парозанимающим предшественникам. По нашим данным, выпавшие осадки в чистых парах в летний период полностью расходовались на испарение, но чистый пар имел преимущество по влагообеспеченности к посеву озимой пшеницы.

Полнота всходов озимых культур по различным предшественникам в первую очередь определяется наличием влаги в верхнем 20 см слое почвы. По накоплению продуктивной влаги в верхнем слое почвы (0-20 см) изучаемые предшественники можно расположить в следующий ряд убывающей последовательности (соответственно по комбинированной и минимизированной обработкам почвы): чистый пар – 38,5-37,3 мм > горох 25,0-24,5 > люпин + горох 23,8-23,0 мм > люпин 24,5-23,5 мм. Таким образом, в условиях лесостепной зоны Поволжья после парозанимающих культур складываются удовлетворительные условия для получения всходов озимых зерновых культур и формирования урожая.

Важным условием введения занятых паров является использование мульчирующих технологий обработки почвы с использованием современной ресурсосберегающей техники, обеспечивающей сохранение имеющейся влаги и накопление выпадающих осадков [16, 17, 18].

Наибольшая урожайность озимой пшеницы формируется после чистого пара, но оценка продуктивности паровых звеньев показывает, что четко прослеживается существенное преимущество звеньев севооборотов зерновыми бобовыми культурами.

Заключение

Наши исследования показывают, что при замене чистых паров на зерновые бобовые культуры (горох, люпин белый) в почве к посеву озимой пшеницы накапливается 23,0-25,0 мм продуктивной влаги, что при соблюдении агротехнических требований позволяет получить всходы и достаточное развитие озимой пшеницы в осенний период.

Несмотря на более высокую урожайность озимой пшеницы по чистому пару, продуктивность звеньев с зернобобовыми культурами была выше. По выходу условно зерновых единиц изучаемые звенья севооборотов можно расположить в следующий ряд: горох - озимая пшеница (3,03 тыс./га) - горох + люпин озимая - пшеница (2,90 тыс./га) - люпин - озимая пшеница (2,80 тыс./га) - чистый пар - озимая пшеница (2,20 тыс./га).

В зернопаровых и зерновых звеньях севооборотов на черноземных почвах лесостепной зоны Поволжья следует применять комбинированную обработку почвы, сочетающую безотвальное рыхление под зерновые бобовые культуры и поверхностную обработку почвы под озимую пшеницу.

Исследования показали, что эффективно применять органоминеральную систему удобрения солома + NPK, при этом дозы минеральных удобрений рассчитывать на планируемую урожайность зерновых бобовых культур 2,5-3,0 т/га и озимую пшеницу - 4,5 т/га.

Библиографический список

1. Сбор зерновых может вырасти до 137,5 млн. тонн к 2024 году : официальный сайт. – URL: <http://mcx.ru/press-service/news/sbor-zernovykh-mozhet-vyrasti-do-137-5-mln-tonn-k-2024-godu/> (дата обращения: 13.05.2020 г.)
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области : официальный сайт. – URL : <https://uln.gks.ru/folder/40369> (дата обращения: 23.04.2020 г.)
3. Горянин, О. И. Возделывание полевых культур в Среднем Заволжье / О. И. Горянин. – Самара : Самарский Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2019. – 345 с.
4. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области : монография. – Ульяновск : ГАУ, 2017. - 448 с.
5. Сычев, В. Г. Итоги и перспективы развития агрохимии / В. Г. Сычев, Е. Н. Ефремов, В.

А. Романенков // Проблемы агрохимии и экологии. - 2013. - № 4. - С. 11-16.

6. Соколов, М. С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агро-региона (Белгородский опыт) / М. С. Соколов // Агрохимия. - 2019. - № 11. - С. 3-16.

7. Кирюшин, В. И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. - 2019. - № 3. - С. 3-7.

8. Морозов, В. И. Дифференциация систем земледелия и их практическое освоение в лесостепи Поволжья / В. И. Морозов / Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья : тематический сборник научных трудов. - Ульяновск, 1996. - С. 12-31.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. - 351 с.

10. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии / Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев. – Москва : КолосС, 2009. - 398 с.

11. Асмус, А. А. Биологизация севооборотов и продуктивность паровых звеньев с озимой пшеницей на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья : 06.01.01 – общее земледелие и растениеводство: автореферат диссертации на

соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Асмус Александр Анатольевич – Кинель, 2009. – 20 с.

12. Немцев, Н. С. Научно-практические основы совершенствования севооборотов в лесостепи Поволжья / Н. С. Немцев, В. А. Потушанский, А. И. Захаров. - Ульяновск, 2000. - 150 с.

13. Потушанский, В. А. Озимая пшеница в лесостепи Поволжья / И. Ф. Тимергалиев, С. Н. Немцев. - Ульяновск, 2003. - 86 с.

14. Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы / В. Г. Лошаков. – Москва : ВНИИА, 2012. - 512 с.

15. Вьюгин, С. М. Севообороты в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального региона России : монография / С. М. Вьюгин, Г. В. Вьюгина. – Смоленск : ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 133 с.

16. Немцев, Н. С. Научно-практические основы систем обработки почвы в Среднем Поволжье / Н. С. Немцев. – Ульяновск : Ульяновский НИИСХ, 2000. - 149 с.

17. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье : монография / Г. И. Казаков. – Самара : Самарской ГСХА, 2008. – 251 с.

18. Казаков, Г. И. Экологизация и энергосбережение в земледелии среднего Поволжья : монография / Г. И. Казаков, В. А. Милюткин. – Самара, 2010. – 244 с.

EFFECTIVENESS OF BIOLOGIZATION TECHNIQUES IN LINKS OF CROP ROTATIONS WITH WINTER WHEAT IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE VOLGA REGION

Toygildin A. L., Morozov V. I., Podsevalov M. I., Ayupov D.E.

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017 Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1; tel: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Key words: complete fallow, peas, white Lupin, winter wheat, biologization, soil treatment, fertilizers.

The performance of the set tasks for the production of the necessary volumes of grain is possible only on the basis of a scientific-based approach to the development of agricultural technologies on a systematic basis. Research aim: to evaluate the effectiveness of methods of biologization of crop rotation links with winter wheat at the expense of grain legumes and organomineral fertilizer systems in conditions of forest-steppe zone of the Volga region. The research was carried out in years long stationary field trial of the department of agriculture, crop production and breeding of FSBEI HE Ulyanovsk SAU in 4-6-month field crop rotations. The objects of study were of crop rotation links with winter wheat: 1) complete fallow-winter wheat; 2) peas - winter wheat; 3) Lupin - winter wheat; 4) Lupin + peas - winter wheat. In the structure of land use, there is still a high share of complete fallow, which has negative environmental consequences. The main reason for the introduction of complete fallows is the preservation of moisture for seeding winter crops. However, our research shows that when replacing complete fallows to grain legumes (peas, white lupine), 23.0-25.0 mm of productive moisture accumulates in the soil before seeding winter wheat, which, if agrotechnical requirements are met, allows you to get seedlings and sufficient development of winter wheat in the autumn period. Despite the higher yield of winter wheat by complete fallow, the productivity of links with legumes was higher. The inclusion of grain legumes in crop rotations as steam-generating crops can be used to eliminate the negative effects of complete fallow. The results obtained allow us to recommend combined tillage that includes soil loosening for grain legumes and surface tillage for winter wheat, as well as to use the organomineral fertilizer system straw + NPK, while the doses of mineral fertilizers are calculated on the planned yield of grain legumes of 2.5-3.0 t/ha and winter wheat - 4.5 t/ha.

Bibliography

1. Grain harvest may grow to 137.5 million tons by 2024: official site. – URL: <http://mcx.ru/press-service/news/sbor-zernovykh-mozhet-vyrasti-do-137-5-mln-tonn-k-2024-godu/> (дата обращения: 13.05.2020 г.)

2. Territorial body of the Federal state statistics service for the Ulyanovsk region : официальный сайт. – URL : <https://uln.gks.ru/folder/40369> (reference date: 23.04.2020 г.)

3. Goryanin, O. I. Cultivation of field crops in Middle Volga region / O. I. Goryanin. – Samara : Samara Scientific and research agricultural institute -, 2019. – 345 p.

4. Adaptive landscape system of agriculture of Ulyanovsk region: monograph. – Ulyanovsk : SAU, 2017. - 448 p.

5. Sychev, V. G. Results and prospects of agrochemical development / V. G. Sychev, E. N. Yefremov, V. A. Romanenkov // Problems of agrochemistry and ecology. - 2013. - № 4. - P. 11-16.

6. Sokolov, M. S. Soil improvement and biologization of agriculture are the most important factors for optimizing the ecological status of the agro-region (Belgorod experience) / M. S. Sokolov // Agrochemistry. - 2019. - № 11. - P. 3-16.

7. Kiryushin, V. I. Actual problems and contradictions of agriculture development / V. I. Kiryushin // Agriculture. - 2019. - № 3. - P. 3-7.

8. Morozov, V. I. *Differentiation of agricultural systems and their practical development in the forest-steppe of Volga region* / V. I. Morozov / *Differentiation of agricultural systems and fertility of Chernozem in Volga forest-steppe : a thematic collection of scientific papers*. - Ulyanovsk, 1996. - P. 12-31.
9. Dospekhov, B. A. *Method of field experiment* / B. A. Dospekhov. - Moscow : Agroindustrial publishing house, 1985. - 351 p.
10. Kiryushin, B. D. *Main scientific research in agronomy* / B. D. Kiryushin, R. R. Usmanov, I. P. Vasilyev. - Moscow : KolosS, 2009. - 398 p.
11. Asmus, A. A. *Biologization of crop rotations and productivity of fallow links with winter wheat on leached chernozem of Volga forest steppe* : 06.01.01 – General agriculture and crop science : abstract of the dissertation for the degree of Master of agriculture / Asmus Aleksandr Anatolyevich – KInel, 2009. – 20 p.
12. Nemtsev, N. S. *Scientific and practical bases of improvement of crop rotations in forest-steppe of Volga region* / N. S. Nemtsev, V. A. Potushansky, A. I. Zakharov. - Ulyanovsk, 2000. - 150 p.
13. Potushansky, V. A. *Winter wheat in forest- steppe of Volga region* / I. F. Timergaliev, N. S. Nemtsev. - Ulyanovsk, 2003. - 86 p.
14. Loshakov, V. G. *Crop rotation and soil fertility* / V. G. Loshakov. - Moscow : ARDSA, 2012. - 512 p.
15. Vyugin, S. M. *Crop rotations in adaptive landscape agriculture of the Central region of Russia: monograph* / S. M. Vyugin, G. V. Vyugina. - Smolensk : FSEI HPE «Smolensk SAU», 2014. – 133 p.
16. Nemtsev, N. S. *Scientific and practical basis of soil tillage systems in the Middle Volga region* / N. S. Nemtsev. - Ulyanovsk : Ulyanovsk ARI, 2000. - 149 p.
17. Kazakov, G. I. *Soil cultivation in Middle Volga region : monograph* / G. I. Kazakov. - Samara : Samara SAA, 2008. – 251 p.
18. Kazakov, G. I. *Ecologization and energy saving in agriculture of Middle Volga region: monograph* / G. I. Kazakov, V. A. Milyutkin. - Samara, 2010. – 244 p.