

## УРОЖАЙНОСТЬ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЛЕДНИХ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Н.А. ПЕГОВА

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (структурное подразделение Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства)

*Приводится анализ влияния длительного применения (с 2006 г.) безотвальной и комбинированной систем основной обработки почвы в севообороте по сравнению с ежегодной вспашкой на продуктивность яровой пшеницы, урожайность и фитосанитарное состояние ячменя. Варианты обработки почвы изучались в зернопаротравяном севообороте (71% зерновых) на фонах с разными видами пара (чистый, унавоженный, клеверный и горчичный) и с оставлением соломы озимой ржи на поле. Проведение ежегодной вспашки обеспечило формирование наибольшей в опыте урожайности яровой пшеницы и ячменя – 2,90 и 2,31 т/га. Исключение вспашки из системы обработки почвы привело к существенному снижению урожайности: пшеницы – до 2,61 т/га; ячменя – до 1,28 т/га. Комбинированная система, чередуя за ротацию 2 отвальные и 4 безотвальные обработки, обеспечила формирование урожайности пшеницы на уровне отвальной системы (2,82 т/га), снижение урожайности ячменя (до 1,85 т/га). В условиях 2020 г. лимитирующими факторами формирования урожайности ячменя в вариантах с поверхностным распределением пожнивно-корневых остатков и соломы были повышенная засоренность и ухудшение фитосанитарного состояния посева. Негативное влияние соломы на урожайность пшеницы и ячменя выявлено в варианте с чистым паром, урожайность культур понизилась на 0,43 и 0,26 т/га и имела наименьшие значения (2,34 и 1,41 т/га). Сидеральные горчичный и клеверный пары способствовали снижению депрессивного влияния соломы, урожайность 6-й и 7-й культур севооборота была на уровне контроля: пшеницы – 2,69–2,78 т/га; ячменя – 1,70–1,81 т/га. Независимо от системы обработки почвы и использования побочной продукции в качестве органического удобрения внесение навоза обеспечило формирование наибольшей урожайности завершающих культур севооборота: 3,10 и 2,99 т/га – яровой пшеницы; 2,00 и 2,14 т/га – ячменя.*

**Ключевые слова:** обработка почвы, сидераты, горчица, клевер, солома, урожайность, засоренность.

### Введение

Основная проблема, возникающая при внедрении альтернативных систем обработки почвы с элементами минимизации с целью ресурсосбережения – ухудшение фитосанитарного состояния посевов. Влияние обработки почвы усиливается при длительном применении той или иной системы обработки почвы [4, 10]. Комплекс мер защиты растений не всегда обеспечивает желаемый результат. Совершенствование основной обработки дерново-подзолистой почвы на основе биологизации, способствующее сохранению и повышению плодородия почвы, устойчивости посевов к различным погодным условиям, остается важнейшей задачей земледелия. Солома зерновых культур является «существенным резервом стабилизации плодородия почвы» [3, 6]. Выявлено ее положительное влияние на агрохимические показатели и продуктивность культур во многих почвенно-климатических регионах [3, 6, 9]. Внесение навоза, посев многолетних бобовых и однолетних культур в качестве сидерата способствуют улучшению комплекса агрохимических показателей почвы и повышению продуктивности севооборота [1, 2, 5].

Цель исследований – выявить влияние длительного применения отвальной, комбинированной и безотвальной систем основной обработки почвы в севообороте на фонах с чистыми, унавоженными и сидеральными парами, а также влияние внесения соломы озимой ржи на урожайность и фитосанитарное состояние культур на конец ротации в условиях Среднего Предуралья.

### Материал и методы исследований

Представленный экспериментальный материал является частью исследований государственного задания № АААА-А19-119022790025-8. Исследования проводились в стационарном полевом опыте на опытном поле Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ Уро РАН во второй ротации севооборота: 2014 г. – пары; 2015 г. – озимая рожь; 2016 г. – яровая пшеница с подсевом клевера; 2017 – клевер 1 г.п.; 2018 г. – озимая рожь; 2019 г. – яровая пшеница; 2020 г. – ячмень. Изучались следующие системы основной обработки почвы в севообороте (фактор А): отвальная (О) – ежегодная вспашка на 20 см плугом ПН-3–35 (контроль); комбинированная (К) – две вспашки за севооборот в пару и после клевера, безотвальные обработки почвы на 10–15 см дисковым орудием БДТ-3 под яровые культуры; безотвальная (Б) – ежегодная безотвальная обработка почвы под зябь на 10–15 см (БДТ-3). Обработка почвы проводилась на фонах с разными видами пара (2014 г.), внесением соломы озимой ржи (4 т/га) в 2015 г. и (6 т/га) в 2018 г. (фактор В): 1 – чистый пар (контроль); 2 – чистый пар + внесение соломы (С); 3 – чистый пар + внесение навоза КРС 60 т/га (Н); 4 – чистый пар + внесение навоза КРС 60 т/га + внесение соломы (Н+С); 5 – сидеральный пар (горчица белая 12,5 т/га зеленой массы) + внесение соломы (Г+С); 6 – сидеральный пар (клевер 1 г.п. 13,0 т/га зеленой массы) + внесение соломы (Кл.+С).

Виды пара методом расщепления делянок подразделены внесением компенсирующего азота (10 кг на 1 т соломы) для ускорения ее разложения осенью в 2015 и 2018 гг. (фактор С): 1 – с азотом ( $N_{40+60}$ ); 2 – без азота ( $N_0$ ). Закладка варианта с сидеральным клеверным паром была проведена в 2013 г. в уравнительном посеве яровой пшеницы после завершения первой ротации.

Почва опытного участка агродерново-подзолистая, слабосмытая, среднесуглинистая на покровных глинах и тяжелых суглинках. На начало закладки опыта (2006 г.) в пахотном слое содержалось: гумуса – 1,85%; подвижного фосфора – 316–317 мг/кг; обменного калия – 115–119 мг/кг.

Урожайность зерновых учитывали поделяночно комбайном Sampo-130. Урожайность рассчитана на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность зерна (ГОСТ 12037–81). Учет засоренности проводили количественно-весовым методом по группам малолетнего и многолетнего типов [8]. Элементы структуры урожайности, всхожесть полученных семян, поражение ячменя корневыми гнилями определяли по Методике государственного сортоиспытания... 1985 г. [7]; дисперсионный и корреляционный анализы – по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы STRAZ.

### Результаты и их обсуждение

Установлено влияние систем обработки почвы, вида пара и соломы озимой ржи на формирование урожайности яровой пшеницы. В варианте с отвальной системой обработки под яровую пшеницу и ячмень осенью проводилась вспашка (ПН-3–35), с комбинированной и безотвальной – мелкая безотвальная обработка почвы дисковым орудием БДТ-3. Поэтому солома и другие пожнивно-корневые остатки под посевом и пшеницы, и ячменя в вариантах с комбинированной и безотвальной

обработкой сохранялись в верхней (0–10 см) обрабатываемой части пахотного горизонта. На фоне ежегодной вспашки, когда солома распределялась равномерно по профилю пахотного слоя (0–20 см), складывались наиболее благоприятные условия формирования урожайности пшеницы. В условиях 2019 г. урожайность пшеницы была наибольшей – 2,90 т зерна с 1 га. Проведение комбинированной системы обработки почвы обеспечило формирование урожайности пшеницы в 2,82 т/га, то есть на уровне отвальной системы.

Длительная в течение двух ротаций мелкая безотвальная основная обработка почвы привела к существенному снижению урожайности зерна шестой культуры севооборота – до 2,61 т/га (табл. 1). Снижение относительно отвальной системы составило 0,29 т/га, относительно комбинированной – 0,21 т/га при НСР<sub>05</sub> для главного фактора (А) – 0,14. В частности, при внесении компенсирующей дозы азота урожайность пшеницы по отвальной, комбинированной и безотвальной обработкам не имела существенных различий (2,88–2,78 т/га). Исключение азота на фонах с отвальной и комбинированной обработками почвы обеспечило формирование одинаковой урожайности яровой пшеницы – 2,92 и 2,79 т/га. Исключение компенсирующей дозы азота на фоне безотвальной обработки привело к снижению урожайности пшеницы до 2,45 т/га; на 0,47 т/га – ниже, чем по отвальной; на 0,34 т/га – комбинированной (НСР<sub>05</sub> = 0,17). Таким образом, значение влияния азота на формирование урожайности пшеницы с увеличением степени минимизации обработки почвы возрастало.

В первый год после внесения соломы ее негативное влияние проявилось только в варианте с чистым паром, урожайность зерна яровой пшеницы была наименьшей – 2,34 т/га. Снижение урожайности относительно чистого пара без соломы составило 0,43 т/га при НСР<sub>05</sub> = 0,12. Внесение навоза в пар, как с соломой, так и без нее, обеспечило формирование наибольшей урожайности яровой пшеницы – 3,10 и 2,99 т/га соответственно. В севообороте с сидеральными горчичным и клеверным парами и внесением соломы озимой ржи урожайность пшеницы (2,78 и 2,69 т/га) была на уровне контрольного варианта «Чистый пар без соломы» – 2,77 т/га.

Таким образом, внесение дополнительного органического вещества в почву в паровом поле (навоза, биомассы горчицы и клевера) за счет изменения микробной активности в почве способствовало снижению негативного влияния соломы на формирование урожайности шестой культуры севооборота яровой пшеницы.

При внесении компенсирующей дозы азота в среднем по опыту урожайность пшеницы составила 2,84 т/га, при исключении азота урожайность понизилась до 2,72 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,06). В частности, в вариантах с внесением соломы прибавка от внесения азота составила 0,17–0,28 т/га при НСР<sub>05</sub> для средних (С) при неизменном (В) = 0,15. В вариантах без соломы в условиях 2019 г. влияние азота не выявлено. При совокупности факторов в вариантах с соломой наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы (3,10 т/га) сформировалась при условии внесения навоза в пару и минерального азота. Исключение только азота понизило урожайность пшеницы до 2,88 т/га, только навоза – до 2,43 т/га. Исключение и азота, и навоза привело к снижению урожайности зерна яровой пшеницы до 2,26 т/га.

Таким образом, установлено, что внесение соломы (6 т/га) оказывает существенное влияние на формирование урожайности первой зерновой культуры и требует соблюдения комплекса технологических приемов для предотвращения ее негативного влияния.

Отвальная система обработки почвы в условиях 2020 г. при совокупности факторов обеспечила формирование наибольшей урожайности последней культуры севооборота ячменя – 2,31 т/га (табл. 2).

**Влияние систем обработки почвы в севообороте, вида пара и соломы озимой ржи на урожайность яровой пшеницы, т/га (2019 г.)**

Вид пара и солома (B)	Азот (C)	Система обработки почвы (A)			Среднее (C) и (BC)	Среднее (B)
		отвальная (контроль)	комбинированная	безотвальная		
Чистый (контроль)	N <sub>0</sub>	2,96	2,83	2,50	2,76	2,77
	N <sub>40+60</sub>	2,80	2,81	2,72	2,78	
Чистый + солома (C)	N <sub>0</sub>	2,36	2,27	2,15	2,26	2,34
	N <sub>40+60</sub>	2,41	2,51	2,37	2,43	
Чистый + + навоз (H)	N <sub>0</sub>	3,46	2,31	2,82	3,20	3,10
	N <sub>40+60</sub>	3,08	2,90	3,03	3,00	
Чистый (H+C)	N <sub>0</sub>	3,13	2,94	2,56	2,88	2,99
	N <sub>40+60</sub>	3,15	3,19	2,97	3,10	
Сидеральный (Г+С)	N <sub>0</sub>	2,86	2,78	2,39	2,68	2,78
	N <sub>40+60</sub>	2,95	3,00	2,71	2,89	
Сидеральный (Кл.+С)	N <sub>0</sub>	2,76	2,62	2,28	2,55	2,69
	N <sub>40+60</sub>	2,86	2,72	2,88	2,83	
Среднее (C) и (AC)	N <sub>0</sub>	2,92	2,79	2,45	2,72	
	N <sub>40+60</sub>	2,88	2,85	2,78	2,84	
Среднее (A)		2,90	2,82	2,61		
НСР <sub>05</sub>	для главных эффектов		для частных различий			
Фактор (A)	0,14		(AC) = 0,17; (AB) = 0,25 (F <sub>t</sub> < F <sub>t</sub> )			
Фактор (B)	0,12		(BC) = 0,03; для средних (B) при неизменном (A) = 0,21			
Фактор (C)	0,06		для средних (C) при неизменном (A) = 0,10 для средних (C) при неизменном (B) = 0,15			

Последствие мелкой заделки соломы было отрицательным как по комбинированной, так и по безотвальной обработкам почвы. На фоне комбинированной обработки урожайность ячменя относительно отвальной системы понизилась на 0,46 т/га и составила 1,85 т/га. На фоне ежегодной безотвальной обработки почвы в среднем по опыту урожайность ячменя составила 1,28 т/га. Снижение урожайности ячменя относительно вспашки составило 1,03 т/га; относительно комбинированной – 0,57 т/га; при НСР<sub>05</sub> для главного фактора (A) – 0,15 т/га.

Выявлено последствие соломы озимой ржи на урожайность ячменя. Внесение соломы в сочетании с чистым паром привело к снижению урожайности ячменя на 0,36 т/га

и составило 1,41 т/га, относительно контроля чистый пар (1,77 т/га) при  $HCP_{05} = 0,16$ . Сидеральные горчишный и клеверный пары нивелировали депрессивное последствие соломы и обеспечили формирование урожайности ячменя на уровне контроля – 1,81 и 1,70 т/га. Положительное последствие соломы и азота проявилось на унавоженном фоне, когда получена наибольшая урожайность ячменя (2,22 т/га), без азота – 2,12 т/га. В среднем по опыту прибавка от применения соломы на унавоженном фоне составила 0,17 т/га при  $HCP_{05}$  для главного фактора (B) = 0,16.

Таблица 2

**Влияние системы обработки почвы в севообороте, вида пара и последствие соломы на урожайность ячменя, т/га (2020 г.)**

Вид пара и солома (B)	Азот (C)	Система обработки почвы (A)			Среднее (C) и (BC)	Среднее (B)
		отвальная (контроль)	комбинированная	безотвальная		
Чистый (контроль)	N <sub>0</sub>	2,36	1,68	1,02	1,69	1,77
	N <sub>40+60</sub>	2,48	1,78	1,32	1,86	
Чистый + солома (C)	N <sub>0</sub>	1,80	1,54	1,05	1,46	1,41
	N <sub>40+60</sub>	1,53	1,62	0,93	1,36	
Чистый + навоз (H)	N <sub>0</sub>	2,66	1,99	1,47	2,04	2,00
	N <sub>40+60</sub>	2,32	2,05	1,51	1,96	
Чистый (H+C)	N <sub>0</sub>	2,74	2,15	1,47	2,12	2,17
	N <sub>40+60</sub>	3,13	1,95	1,57	2,22	
Сидеральный (Г+C)	N <sub>0</sub>	2,12	1,69	1,34	1,72	1,81
	N <sub>40+60</sub>	2,39	1,89	1,46	1,91	
Сидеральный (Кл.+C)	N <sub>0</sub>	2,07	1,93	0,97	1,66	1,70
	N <sub>40+60</sub>	2,14	1,89	1,21	1,75	
Среднее (C) и (AC)	N <sub>0</sub>	2,29	1,83	1,22	1,78	
	N <sub>40+60</sub>	2,33	1,86	1,33	1,84	
Среднее (A)		2,31	1,85	1,28		
HCP <sub>05</sub>	для главных эффектов		для частных различий			
Фактор (A)	0,15		(AC) = 0,19; (AB) = 0,31			
Фактор (B)	0,16		(BC) = 0,03; для средних (B) при неизменном (A) = 0,28			
Фактор (C)	0,07		для средних (C) при неизменном (A) = 0,10 для средних (C) при неизменном (B) = 0,15			

Существенное снижение урожайности ячменя на фоне комбинированной и безотвальной систем обработки почвы с поверхностным расположением соломы указывает на наличие важного лимитирующего фактора, ограничивающего формирование урожайности в сравнении с ежегодной вспашкой, связанного с фитосанитарным состоянием посева ячменя.

При соблюдении всей технологии возделывания ячменя (посев протравленными семенами, обработка посевов гербицидом и инсектицидом) густота стеблестоя ячменя перед уборкой по отвальной обработке составила 338 шт/м<sup>2</sup>; по комбинированной (дискование под зябь + дискование весной) – 266 шт/м<sup>2</sup>; по безотвальной (двукратное дискование весной перед посевом) – 205 шт/м<sup>2</sup> (табл. 3). Полагаем, что это связано с разной степенью поражения растений ячменя вредителями. Густота стеблестоя является косвенным подтверждением данного предположения.

Таблица 3

**Элементы структуры урожайности и фитосанитарного состояния ячменя**

Система обработки почвы (А)	Количество продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Масса 1000 зерен, г	Поражение корневыми гнилями, %	Всхожесть полученных семян, %
Отвальная (к)	338	53,12	41,5	74
Комбинированная	266	49,76	50,3	70
Безотвальная	205	48,05	55,7	50
НСР <sub>05</sub>	70	4,25	8,7	11

Весной в стадии кушения ячменя нами было отмечено повреждение боковых побегов ячменя шведской и гессенской мухой. Аномально теплая зима 2019–2020 гг. способствовала сохранению жизнеспособности личинок этих вредителей. Наиболее благоприятные условия для жизнеспособности вредителей сложились на фоне комбинированной и безотвальной обработок почвы с мелкой заделкой пожнивно-корневых остатков в сравнении с их вспашкой.

Всхожесть полученных с урожаем 2020 г. семян ячменя косвенно отражает степень поражения растений болезнями (гельминтоспориоз, фузариоз). Поражение растений ячменя корневыми гнилями возрастало с увеличением степени минимизации обработки почвы: на фоне отвальной обработки почвы – 41,5%; на фоне комбинированной – 50,3%; на фоне безотвальной – 55,7%. Всхожесть семян ячменя в варианте со вспашкой составила 74%, комбинированной – 70%, безотвальной – 55%. Масса 1000 зерен по отвальной обработке (при большей густоте продуктивного стеблестоя относительно вариантов с комбинированной и безотвальной обработками) составила: 53,12 г; по комбинированной – 49,76 г; по безотвальной – 48,05 г.

Таким образом, мелкая заделка соломы и пожнивно-корневых остатков урожая 2018 и 2019 гг. в условиях 2020 г. способствовала ухудшению фитосанитарного состояния посевов ячменя – последней культуры севооборота. Сопоставляя данные элементов структуры урожайности и фитосанитарного состояния ячменя с наименьшей существенной разницей, можно утверждать, что ухудшение данных показателей по комбинированной обработке почвы относительно отвальной по массе 1000 зерен и по всхожести является недоказуемым, по продуктивному стеблестоя и поражению корневой гнилью ячменя оно имело только тенденцию.

Таким образом, мы можем утверждать, что комбинированная система обработки почвы сдерживает развитие патогенного начала в почве относительно системы с ежегодной мелкой безотвальной обработкой.

Засоренность посевов ячменя в фазе молочно-восковой спелости в зависимости от обработки почвы имела существенные различия. По количеству малолетних сорняков комбинированная система обработки почвы (95 шт/м<sup>2</sup>) в 1,4 раза, безотвальная (172 шт/м<sup>2</sup>) – в 2,6 раза превышали засоренность по отвальной системе (66 шт/м<sup>2</sup>). Соответственно и их воздушно-сухая масса в 1,5 и в 2,2 раза была больше, чем при ежегодной вспашке (табл. 4).

Таблица 4

**Засоренность посевов ячменя малолетними сорняками,  
фаза молочно-восковой спелости**

Обработка почвы (А)	Количество, шт/м <sup>2</sup>							Воздушно-сухая масса, г/м <sup>2</sup>						
	Сочетание вида пара и соломы (В)													
	чист. пар (к)	чист. пар + С	чист. пар +Н	чист. пар Н+С	сидер. пар Г+С	сидер. пар Кл.+С	Средн. (А)	чист. пар (к)	чист. пар + С	чист. пар +Н	чист. пар Н+С	сидер. пар Г+С	сидер. пар Кл.+С	Средн. (А)
О (к)	64	44	44	92	60	92	66	49,6	14,4	40,0	71,2	43,2	72,4	48,5
К	68	76	76	100	112	136	95	41,2	67,2	70,8	67,2	101,6	72,8	70,1
Б	80	128	128	244	240	212	172	42,6	91,2	95,2	144,4	133,2	136,8	107,2
Средн. (В)	71	83	83	145	137	146	-	44,5	57,6	68,7	94,3	92,7	94	-

Комбинированная система обработки почвы сдерживала развитие многолетних сорняков. Их количество (3,3 шт/м<sup>2</sup>) и воздушно-сухая масса (6,1 г/м<sup>2</sup>) были на уровне отвальной системы обработки почвы (4,0 шт/м<sup>2</sup> и 5,1 г/м<sup>2</sup>) соответственно (табл. 5). Ежегодная безотвальная обработка привела к существенному увеличению в посеве последней культуры севооборота в 2 раза количества многолетних сорняков и в 4 раза – их воздушно-сухой массы.

Таблица 5

**Засоренность посевов ячменя многолетними сорняками,  
фаза молочно-восковой спелости**

Обработка почвы (А)	Количество, шт/м <sup>2</sup>							Воздушно-сухая масса, г/м <sup>2</sup>						
	Сочетание вида пара и соломы (В)													
	чист. пар (к)	чист. пар + С	чист. пар +Н	чист. пар Н+С	сидер. пар Г+С	сидер. пар Кл.+С	Средн. (А)	чист. пар (к)	чист. пар + С	чист. пар +Н	чист. пар Н+С	сидер. пар Г+С	сидер. пар Кл.+С	Средн. (А)
О (к)	4	8	0	0	8	4	4	1,2	2,0	0	0	26,4	1,2	5,1
К	0	0	4	12	12	4	3,3	0	0	0,8	10,0	24,8	1,0	6,1
Б	4	12	4	12	4	12	8	0,8	23,2	15,6	53,2	11,6	19,6	20,7
Средн. (В)	2,7	6,7	2,7	8,0	8,0	6,7	-	0,7	8,4	5,5	21,1	20,9	7,3	-

В целом по опыту выявлена прямая корреляционная связь урожайности ячменя с малолетними сорняками. Коэффициент корреляции урожайности с количеством малолетников составил  $r = 0,487$ , с их воздушно-сухой массой –  $r = 0,592$ . Связь урожайности ячменя с многолетними сорняками – обратная; по количественному составу  $r = -0,495$ ; по воздушно-сухой массе  $r = -0,490$ . Корреляционная связь этих показателей на фоне с комбинированной и безотвальной системами обработки почвы при исключении отвальной усиливалась. Коэффициенты корреляции соответственно по количественному и весовому составу увеличились и составили:  $r = 0,592$ ;  $0,624$ ;  $-0,627$ ;  $-0,649$ .

### Выводы

1. Безотвальная система обработки почвы к окончанию ротации севооборота способствовала увеличению засоренности преимущественно многолетнего типа, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, снижению урожайности последних культур севооборота яровой пшеницы и ячменя на 10,0 и 44,6% относительно отвальной системы обработки почвы (2,90 и 2,31 т/га).

2. Комбинированная система обработки почвы сдерживала рост засоренности (фитосанитарное состояние ячменя было на уровне отвальной системы), способствовала формированию урожайности яровой пшеницы на уровне 2,82 т/га, ячменя (1,85 т/га) – ниже на 20%, чем при отвальной системе обработки почвы.

3. Внесение навоза КРС 60 т/га в пару, соломы озимой ржи 4 и 6 т/га с двух полей, азота 40 и 60 кг/га на фоне отвальной системы основной обработки почвы способствовало формированию наибольшей урожайности последней культуры севооборота ячменя – 3,13 т/га.

4. В севообороте с чистым паром выявлено угнетающее воздействие соломы озимой ржи на формирование урожайности яровой пшеницы и ячменя. Урожайность имела наименьшие значения: 2,34 и 1,41 т/га; относительно контроля без соломы – 2,77 и 1,77 т/га. Сидеральные горчичный и клеверный пары нивелировали депрессивное влияние соломы: 2,78–2,69 и 1,81–1,70 т/га. Внесение навоза в пар независимо от системы обработки почвы и соломы обеспечило формирование наибольшей урожайности зерна пшеницы и ячменя: 3,10–2,99 и 2,00–2,17 т/га.

### Библиографический список

1. Владыкина Н.И. Влияние вида пара на изменение агрохимических показателей плодородия почвы и продуктивность севооборота в длительном опыте // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 5. – С. 62–67.

2. Возняковская Ю.М. Сидеральные удобрения – регуляторы почвенно-микробиологических процессов / Ю.М. Возняковская, Ж.Н. Попова, В.Г. Петрова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1988. – № 2. – С. 23–26.

3. Дзюин Г.П. Агрохимическое состояние дерново-подзолистой почвы при использовании навоза, сидератов и соломы совместно с минеральными удобрениями / Г.П. Дзюин, А.Г. Дзюин // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4. – С. 6–11.

4. Дринча В.Н. Технологические проблемы производства зерна // Земледелие. 2000. № 4. С. 6–7.

5. Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 11–14.

6. Матюк Н.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве / Н.С. Матюк, О.В. Селицкая, С.С. Солдатова // Известия ТСХА. – 2013. – Вып. 3. – С. 63–73.



7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть / Под ред. М.А. Федина; Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. – Москва, 1985. – 270 с.

8. Методы учета засоренности посевов // Практикум по земледелию / И.П. Васильев и др. – М.: Колос, 2005. – С. 207–224.

9. Пегова Н.А. Влияние системы обработки почвы и возобновляемых биоресурсов на биологические свойства пахотного слоя // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова (23–24 марта 2017 г.). – Ижевск: ФГБНУ ВО Ижевская ГСХА. – С. 203–209.

10. Рядчиков В.Г. Тенденция производства калорий белка и лизина в мировом земледелии // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 1. – С. 46–49.

## YIELD AND PHYTOSANITARY STATE OF THE LAST CROPS OF THE CROP ROTATION OF WHEAT AND BARLEY

N.A. PEGOVA

(Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (a subdivision of the Udmurt Research Institute of Agriculture))

*The article shows the analysis of the effect of long-term application (since 2006) of nonmoldboard and combined systems of main tillage in a crop rotation in comparison with annual moldboard tillage on productivity of spring wheat, yield and phytosanitary state of barley. The author studied tillage options in a cereal-grass rotation (71% cereals) with different types of fallow (clean, manured, clover and mustard) and with winter rye straw left in the field. Annual mouldboard tillage resulted in the highest yields of spring wheat and barley in the experiment – 2.90 and 2.31 t/ha. Annual nonmoldboard tillage resulted in a significant reduction in wheat yield to 2.61 t/ha and barley yield to 1.28 t/ha. The combined tillage system, alternating two mouldboard and four nonmoldboard treatments per rotation, ensured the wheat yield at the level of the mouldboard system – 2.82 t/ha, and a decrease in barley yields to 1.85 t/ha. In 2020, the limiting factor for barley yield formation in the variants with surface distribution of crop residues and straw was increased weed infestation and deterioration of the phytosanitary state of the crop. Straw had a depressive effect on the yield of the last crops in a crop rotation with pure fallow. Crop yields decreased by 0.43 and 0.26 t/ha. Wheat yield was 2.34 t/ha, barley yield was 1.41 t/ha. Green manure mustard and clover fallows leveled the depressive effect of straw. The yields of the 6th and 7th crops of the crop rotation were at the control level (2.69–2.78 t/ha of wheat and 1.70–1.81 t/ha of barley). Regardless of the tillage system and the use of by-products as organic fertilizer, the application of manure ensured the highest yields of the final crops of the rotation: 3.10 and 2.99 t/ha for spring wheat and 2.00 and 2.14 t/ha for barley.*

**Key words:** tillage, green manure, mustard, clover, straw, yield, weediness.

### References

1. Vladykina N.I. Vliyanie vida para na izmenenie agrohimicheskikh pokazateley plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota v dlitelnom opyte [The effect of the type of fallow on the change of agrochemical indicators of soil fertility and crop rotation

productivity in a long-term experience]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2015; 5: 62–67. (In Rus.)

2. *Voznyakovskaya Yu.M., Popova Zh.N., Petrova V.G.* Sideral'nye udobreniya – regulatory pochvenno-mikrobiologicheskikh protsessov [Sideral fertilizers – regulators of soil-microbiological processes]. *Doklady VASKHNIL*. 1988; 2: 23–26. (In Rus.)

3. *Dzyuin G.P., Dzyuin A.G.* Agrokhimicheskoe sostoyanie dernovo-podzolistoy pochvy pri ispolzovanii navoza, sideratov i solomy sovместno s mineral'nymi udobreniyami [Agrochemical state of sod-podzolic soil when using manure, green manure and straw together with mineral fertilizers]. *Vladimirskiy zemledelets*. 2016; 4: 6–11. (In Rus.)

4. *Drincha V.N.* Tekhnologicheskie problemy proizvodstva zerna [Technological problems of grain production]. *Zemledelie*. 2000; 4: 6–7. (In Rus.)

5. *Loshakov V.G.* Pozhniwnaya sideratsiya i plodorodie dernovo-podzolistykh pochv [Crop sideration and fertility of sod-podzolic soils]. *Zemledelie*. 2007; 1: 11–14. (In Rus.)

6. *Matyuk N.S., Selitskaya O.V., Soldatova S.S.* Rol' sideratov i solomy v stabilizatsii protsessov transformatsii organicheskogo veshchestva v dernovo-podzolistoy pochve [The role of green manure and straw in stabilizing the processes of transformation of organic matter in sod-podzolic soil]. *Izvestiya TSKHA*. 2013; 3: 63–73. (In Rus.)

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Obshchaya chast'. [Methodology for state variety testing of agricultural crops. General part.]. Ed. by M.A. Fedina. Gos. komis. po sortoispytaniyu s. – h. kul'tur pri ministerstve sel'skogo khozyaystva SSSR. Moscow. 1985: 270. (In Rus.)

8. *Vasilev I.P. et al.* Metody ucheta zasorennosti posevov. Praktikum po zemledeliyu [Methods of accounting for crop weediness. Practical training on farming]. Moscow: Kolos. 2005: 207–224. (In Rus.)

9. *Pegova N.A.* Vliyanie sistemy obrabotki pochvy i vozobnovlyaemykh bioresursov na biologicheskie svoystva pakhotnogo sloya [The effect of the tillage system and renewable biological resources on the biological properties of the arable layer]. Realizatsiya printsipov zemledeliya v usloviyakh sovremennogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Vserossiyskoy nauch.-prak. konf., posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya doktora s.-kh. nauk, professora kafedry zemledeliya i zemleustroystva Vladimira Mikhaylovicha Kholzakova. 23–24 marta 2017. Izhevsk: FGBNU VO Izhevskaya GSKHA. 2017: 203–209. (In Rus.)

10. *Ryadchikov V.G.* Tendentsiya proizvodstva kaloriy belka i lizina v mirovom zemledelii [The trend in the production of calories of protein and lysine in world agriculture]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 2002; 1: 46–49. (In Rus.)

**Пегова Нина Аркадьевна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (структурное подразделение Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства); 426067, Российская Федерация, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34; тел.: (3412) 62–96–98; e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru.

**Nina A. Pegova**, PhD (Ag), Senior Research Associate, Udmurt Research Institute of Agriculture, Branch of Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (a subdivision of the Udmurt Research Institute of Agriculture) (34 T. Baramzinoy Str., Izhevsk, 426067, Russian Federation; phone: (3412) 62–96–98; E-mail: ugniish-nauka@yandex.ru).