

УДК 631.51.01: 631.81: 633.16
EDN URZDYV

Носкова Е. Н., Козлова Л. М., Попов Ф. А., Светлакова Е. В.
**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВИДОВ УДОБРЕНИЙ
НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ
И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ**

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

Реферат. *Ресурсосбережение при возделывании культур за счет минимизации обработки почвы, снижения доз удобрений, несомненно, является актуальным вопросом. Цель исследований – выявить изменения агрофизических свойств почвы, фитосанитарного состояния посевов, урожайности ярового ячменя сорта Новичок в зависимости от способа обработки почвы и системы минерального питания для последующей разработки ресурсосберегающей технологии возделывания. Опыты проводили в 2020–2021 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» (г. Киров). Схема опыта предусматривала следующие варианты: фактор А (основная обработка почвы): вспашка на 20–22 см (контроль), плоскорезная комбинированная обработка на 14–16 см; фактор В (система удобрений): $N_0P_0K_0$ (контроль), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + подкормка органоминеральным удобрением (1 л/га) в фазе кущения, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + подкормка карбамидно-аммиачной смесью (30 л/га) в фазе кущения, $N_{60}P_{60}K_{60}$. Более благоприятным по метеоусловиям для получения урожая ячменя был 2021 г. Плотность почвы в годы исследований находилась в оптимальных для дерново-подзолистой почвы значениях, в 2021 г. в фазе кущения отмечено уплотнение почвы до 1,35 г/см³. На засоренность посевов в 2020 г. изучаемые факторы существенного влияния не оказали – ее оценивали как «хорошую» по вспашке и «среднюю» по комбинированной обработке. В 2021 г. отмечено достоверное снижение засоренности малолетними и многолетними сорняками по вспашке на 23,5 и 17,5 шт./м² соответственно по сравнению с комбинированной обработкой. При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ как по вспашке, так и по комбинированной обработке отмечена наибольшая урожайность – 3,16–3,41 т/га, что на 1,73–1,94 т/га больше, чем в контроле. Относительно контроля без внесения удобрений прибавка от подкормок органоминеральным удобрением и карбамидно-аммиачной смесью составила от 1,11 до 1,50 т/га зерна.*

Ключевые слова: *яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) плотность, влажность почвы, продуктивная влага, засоренность посевов, урожайность.*

Для цитирования: *Носкова Е. Н., Козлова Л. М., Попов Ф. А., Светлакова Е. В. Влияние способов обработки почвы и видов удобрений на агрофизические свойства почвы, засоренность посевов и урожайность ячменя // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 148–158. EDN: URZDYV.*

For citation: *Noskova E. N., Kozlova L. M., Popov F. A., Svetlakova E. V. Influence of tillage methods and fertilizer types on agrophysical properties of soil, weed infestation of crops and yield of barley // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 148–158. EDN: URZDYV.*

Введение

Ячмень – одна из важнейших продовольственных и кормовых культур в Нечерноземье [1–3]. Он имеет большое преимущество перед другими зернофуражными культурами: является одной из наиболее засухоустойчивых

культур, менее требователен к теплу, обладает способностью к формированию достаточно высоких урожаев зерна [4–8].

Урожайность сельскохозяйственных культур в каждом природно-климатическом регионе определяется, в первую очередь, факторами окружающей среды, почвенными условиями, биологическим и антропологическим влиянием [9–10].

Одним из способов повышения урожайности ярового ячменя является применение минеральных удобрений [11]. В зависимости от их видов, сроков и способов внесения удовлетворяется потребность растений в питательных веществах, усиливается мобилизация элементов питания из почвы [12]. При правильно составленной системе удобрений элементы питания будут расходоваться более экономно, так как потребление их на формирование единицы продукции будет ниже [13].

Самым трудоемким и энергозатратным элементом возделывания сельскохозяйственных культур являются операции, связанные с обработкой почвы [14, 15]. Поэтому внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий возделывания, как одного из важнейших элементов современного земледелия, обладает большим преимуществом и способствует повышению экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур [16–17]. При этом основная обработка почвы – мощное средство воздействия на агрофитоценозы. Она активизирует почвенные процессы, делает доступными запасы питательных веществ для растений, уничтожает конкурентные организмы (сорняки, болезни, вредители) [18–19].

На данный момент одним из больших вызовов является потребность в обеспечении продовольственной безопасности и независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе, поэтому разработка высокоэффективных, экологически безопасных систем интегрированного применения агрохимических средств в агротехнологиях различной интенсификации, несомненно, является актуальной.

Цель исследований – выявить влияние удобрений и способов обработки почвы на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы, фитосанитарное состояние посевов для разработки ресурсосберегающей технологии возделывания ячменя в условиях Евро-Северо-Востока РФ.

Материалы и методы исследований

В 2020–2021 гг. проводили исследования в условиях стационарного опыта ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» на дерново-подзолистой почве, сформированной на элювии пермских глин. Объектами исследований являлись: почва, минеральные удобрения, яровой ячмень *Hordeum vulgare* L. сорта Новичок. Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса – 2,00 % (по Тюрину), $pH_{\text{сол}}$ – 4,83, P_2O_5 – 191 мг/кг почвы, K_2O – 130 мг/кг почвы (по Кирсанову).

В 2020 г. средняя температура воздуха в мае составила 12,1 °С, что больше климатической нормы на 0,9 °С (таблица 1). Сумма эффективных температур выше 5 °С на 31 мая составила 226,6 °С. За месяц выпало 89 мм осадков, что на 165 % выше нормы. В 2021 г. средняя температура воздуха составила 15 °С, что на 3,8 °С выше климатической нормы. Повышенный температурный режим обусловил интенсивное накопление эффективного тепла, и на 31 мая сумма его достигла 320,4 °С. За месяц выпало 57 мм осадков, что составило 105 % от нормы.

В июне 2020 г. средняя температура воздуха составила 15,3 °С, что на 2,4 °С ниже климатической нормы. Сумма эффективных температур выше 5 °С к 30 июня

достигла 535 °С, что несколько ниже многолетней величины. За месяц выпало 40 мм осадков, что составило 57 % нормы. В июне 2021 г. средняя температура воздуха составила 19,9 °С, что на 3,4 °С выше климатической нормы. Сумма эффективных температур к концу месяца достигла 767,3 °С. За месяц выпало 63 мм осадков, это составило 80 % от нормы.

Таблица 1 – Метеоусловия в период проведения опыта (метеостанция г. Киров)

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С				Количество осадков, мм				Сумма эффективных температур, °С	
	фактическая, °С		отклонение от нормы, %		фактическое, мм		отклонение от нормы, %		2020 г.	2021 г.
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.		
Май	12,1	15,0	+0,9	+3,8	89	57	165	105	226,6	320,4
Июнь	15,3	19,9	-2,4	+3,4	40	63	57	80	535,0	767,3
Июль	20,5	19,2	+1,6	+0,3	100	94	130	122	1016,0	1207,2
Август	15,1	18,8	-0,5	+3,2	61	37	79	48	1327,9	1634,8

Средняя за июль 2020 г. температура воздуха составила 20,5 °С, что на 1,6 °С выше климатической нормы. Сумма эффективных температур выше 5 °С к 31 июля составила 1016 °С, что на 76 °С больше средней многолетней величины. За месяц выпало 100 мм осадков, что составило 130 % нормы. В июле 2021 средняя температура воздуха составила 19,2 °С. Сумма эффективных температур выше 5 °С к 31 июля составила 1207,2 °С. Количество осадков за месяц составило 93,9 мм (122 % от нормы).

В среднем за август 2020 г. температура воздуха составила 15,1 °С, что близко к климатической норме. Сумма эффективных температур выше 5 °С на 31 августа достигла 1328 °С, что выше средней многолетней величины. За месяц выпало 61 мм осадков, что составило 79 % нормы. Средняя за август 2021 г. температура воздуха составила 18,8 °С, что на 3,2 °С выше нормы. Сумма эффективных температур к концу месяца достигла 1634,8 °С. В результате за месяц выпало 37 мм осадков (48 % от нормы).

Таким образом, сложившиеся погодные условия в период вегетации ярового ячменя в 2021 г. способствовали получению более высокой урожайности зерна по сравнению с 2020 г.

Схема опыта представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Схема опыта

Фактор А – основная обработка почвы	Фактор В – система удобрений
1. Вспашка на 20–22 см (контроль)	1. N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)
	2. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
2. Плоскорезная комбинированная обработка на 14–16 см	3. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + подкормка ОМУ (1 л/га) в фазе кушения
	4. N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + подкормка КАС (30 л/га) в фазе кушения
	5. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀

Повторность опыта четырехкратная, площадь делянки 64 м², учетная площадь – 33,6 м². Предшественником ячменя был чистый пар, зяблевую обработку проводили в сентябре 2019 г. (первая закладка опыта) и сентябре 2020 г. (вторая закладка опыта). Сложное минеральное удобрение (азофоска N₁₆P₁₆K₁₆, фон) вносили вручную под предпосевную культивацию, посев ячменя проведен в начале второй декады мая из расчета 5,5 млн всхожих семян на 1 га (250 кг/га).

Вспашку проводили плугом ПЛН-3-35, плоскорезную обработку – комбинированным агрегатом, оборудованным плоскорезными лапами и дисковой

секцией. В качестве органоминерального удобрения (ОМУ) использовали удобрение «Полидон Амино Старт», в состав которого входят L-аминокислоты (200 г/л), азот (N общий – 130 г/л), фосфор (P₂O₅ – 75 г/л), калий (K₂O – 25 г/л), магний (MgO – 15 г/л), железо (Fe – 6 г/л), марганец (Mn – 3 г/л), цинк (Zn – 3 г/л), медь (Cu – 3 г/л), бор (B – 3 г/л), молибден (Mo – 1 г/л), кобальт (Co – 0,05 г/л). Подкормки осуществляли органоминеральным удобрением «Полидон Амино Старт» и карбамидно-аммиачной смесью (КАС 30). Исследования в опыте проводили по методикам Никитина Г. Ф. [20], Сафонова А. Ф., Стратоновича М. В. [21]. Наблюдения за агрофизическими свойствами почвы осуществляли объемно-весовым методом, засоренностью посевов – количественным методом, урожайностью – методом прямого комбайнирования, с пересчетом на стандартную влажность и чистоту. Статистическую обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета программ Microsoft Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Оптимальная плотность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы для большинства сельскохозяйственных культур в целом и ячменя в частности составляет 1,0–1,3 г/см³. Анализ агрофизических показателей почвы в 2020 г. показал, что в фазе всходов ячменя почва в слое 0–20 см была близка к переуплотненному состоянию, на отдельных вариантах превышение составило 0,01–0,04 г/см³ (рисунок 1). Это связано в первую очередь с тем, что в период посева ячменя наблюдали преимущественно сухую, во второй и третьей декаде мая в основном с небольшими, лишь временами с сильными осадками погоду.

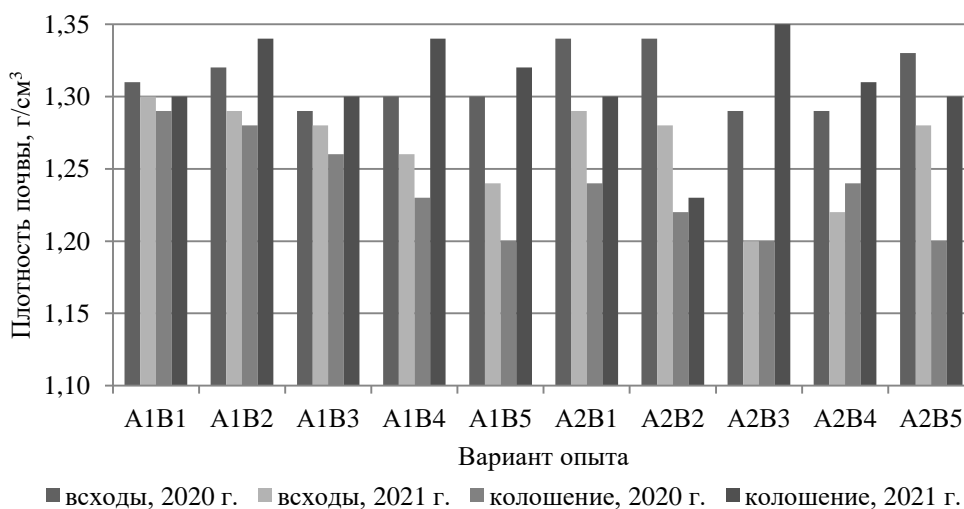


Рисунок 1 – Плотность пахотного слоя (0–20 см) почвы по фазам развития ячменя

К фазе колошения плотность пахотного слоя почвы по всем вариантам находилась в пределах оптимального значения и составила 1,20–1,29 г/см³. Установлена средняя отрицательная корреляционная зависимость между урожайностью и плотностью почвы в фазе колошения ($r = -0,65$, значимо на уровне $p = 95\%$). Изучаемые факторы не оказали существенного влияния на плотность почвы.

Влажность завядания на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве составляет 10–12 % (по В. И. Румянцеву [21]). Все изучаемые варианты обеспечили влажность почвы в фазе всходов ячменя на уровне 18,8–21,5 %, что превышает критический уровень. В динамике значительных изменений не отмечено, влажность

почвы в фазе колошения ячменя находилась в пределах 18,1–21,6 %. Способы обработки почвы и дозы удобрений не оказали значительного влияния на влажность почвы.

Запасы продуктивной влаги по шкале Вадюниной, Корчагиной [21] считаются «хорошими», если их в слое почвы 0–20 см более 40 мм, и «удовлетворительными» при содержании 20–40 мм. Во всех изучаемых вариантах запасы влаги в пахотном слое оценивали как «удовлетворительные», от 24,4 до 36,2 мм в фазе всходов и от 23,7 до 33,5 в фазе колошения ячменя (рисунок 2). Существенных различий по вариантам опыта не выявлено.

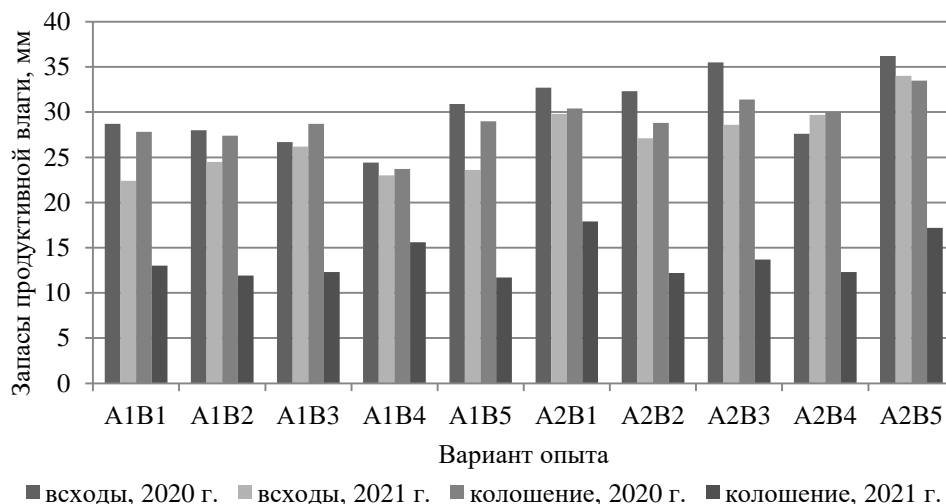


Рисунок 2 – Запасы продуктивной влаги в пахотном слое (0–20 см) почвы по фазам развития ячменя

Аналогичную картину наблюдали в 2021 г. – изучаемые способы обработки почвы и уровни минерального питания не оказали достоверного влияния на агрофизические показатели почвенного плодородия. В фазе всходов ячменя показатели плотности почвы находились в оптимальных значениях, как по вспашке, так и по комбинированной обработке. К фазе колошения отмечали незначительное увеличение плотности почвы до 1,35 г/см³. В среднем по вариантам обработки почвы плотность составила 1,32 г/см³ по вспашке и 1,30 г/см³ по комбинированной обработке. В фазе всходов во всех изучаемых вариантах запасы влаги оценивали как «удовлетворительные» – от 22,4 до 34,0 мм в фазе всходов. В фазе колошения запасы были «неудовлетворительные» и составили 11,7–17,9 мм. Достоверных различий в запасах продуктивной влаги между вариантами в фазе всходов и фазе колошения не отмечено.

Фитосанитарное состояние посевов (фаза выхода в трубку) с учетом экономического порога вредоносности считается «хорошим», если численность малолетних сорных растений не превышает 25 шт./м², многолетних – 5 шт./м², а пораженность болезнями – 10 % [22]. В 2020 г. преобладающим видом многолетних сорных растений был осот желтый (*Sonchus arvensis*), по его количеству варианты со вспашкой характеризовались «хорошим» фитосанитарным состоянием – 4–5 шт./м² (таблица 2), в вариантах с комбинированной обработкой оно было «средним» – 6–10 шт./м².

Преобладающими малолетними сорными растениями были вероника пашенная (*Veronica agrestis*) и подмаренник цепкий (*Galium aparine*). По количеству малолетних сорняков фитосанитарное состояние в вариантах со вспашкой также

оценивали как «хорошее» (22–25 шт./м²), с комбинированной обработкой – «среднее» (32–36 шт./м²).

В 2021 г. по количеству многолетних сорняков фитосанитарное состояние посевов оценивали как «среднее», а в некоторых вариантах – как «плохое» (до 40–45 шт./м²) (таблица 3). Отмечено достоверное снижение засоренности многолетними сорняками по вспашке по сравнению с комбинированной обработкой на 17,5 шт./м² (НСР_{05A} = 13,3). Преобладающим видом многолетних сорняков в посевах ячменя были осот желтый (*Sonchus arvensis*) и бодяк полевой (*Cirsium arvense*).

Таблица 2 – Засоренность посевов ячменя, шт./м²

Способ обработки почвы (А)	Вид и доза удобрений (В)	2020 г.		2021 г.	
		многолетние сорняки	малолетние сорняки	многолетние сорняки	малолетние сорняки
Вспашка	N ₀ P ₀ K ₀	4,0	24,0	10,0	22,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,0	22,0	7,5	38,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + ОМУ	5,0	25,0	10,0	23,7
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + КАС	4,0	23,0	12,5	32,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,0	23,0	22,5	23,5
	среднее по А1	4,4	23,4	12,5	28,2
Комбинированная обработка	N ₀ P ₀ K ₀	7,0	32,0	45,0	62,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,0	36,0	20,0	41,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + ОМУ	9,0	34,0	40,0	61,2
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + КАС	9,0	32,0	27,5	45,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,0	35,0	17,5	48,7
	среднее по А2	8,2	33,8	30,0	51,7
НСР _{05A}		F _ф <F _т	F _ф <F _т	13,3	13,0
НСР _{05B}		F _ф <F _т	F _ф <F _т	F _ф <F _т	F _ф <F _т
Среднее по фактору В	N ₀ P ₀ K ₀	5,5	28,0	27,5	42,5
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,0	29,0	13,8	40,0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + ОМУ	7,0	29,5	25,0	42,4
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + КАС	6,5	27,5	20,0	38,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,5	29,0	20,0	36,1

Среди малолетних сорняков преобладали аистник обыкновенный (*Erodium cicutarium*), вероника пашенная (*Veronica agrestis*), марь белая (*Chenopodium album*). По количеству малолетних сорняков в вариантах: вспашка без применения минеральных удобрений, вспашка + N₃₀P₃₀K₃₀ + ОМУ, вспашка + N₆₀P₆₀K₆₀ состояние посевов оценивалось как «хорошее». В остальных вариантах количество малолетних сорняков составило 32,5–62,5 шт./м², что характеризуется как «среднее» и «плохое» фитосанитарное состояние посевов. При применении вспашки отмечено достоверное снижение засоренности малолетними сорняками на 23,5 шт./м² по сравнению с комбинированной плоскорезной обработкой. Применение различных доз и видов удобрений не оказало существенного влияния на рост засоренности посевов.

Анализ урожайности ячменя сорта Новичок в 2020 г. показал, что на этот показатель достоверное влияние оказал уровень минерального питания растений. Наименьшая урожайность отмечена в вариантах без применения удобрений – 0,66 т/га по вспашке и 0,76 т/га по комбинированной обработке (таблица 3).

Внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг/га д.в. позволило достоверно повысить урожайность до 2,88 т/га, что в 3,1–4,0 раза выше (на 1,50–2,17 т/га) по сравнению с другими дозами удобрений. Применение сложных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ под предпосевную культивацию позволило увеличить урожайность на 1,66 т/га по сравнению с контролем. Внекорневые подкормки органоминеральным удобрением «Полидон Амино Старт» и КАС также способствовали увеличению

урожайности зерна ячменя на 1,70 и 1,66 т/га по сравнению с вариантами без внесения удобрений ($HCP_{05B} = 0,53$). Прибавка урожайности в этих вариантах произошла благодаря увеличению количества колосьев, продуктивной кустистости и веса зерна с колоса.

Таблица 3 – Урожайность ячменя сорта Новичок

Способ обработки почвы (А)	Вид и доза удобрений (В)	Урожайность, т/га		
		2020 г.	2021 г.	среднее
Вспашка	$N_0P_0K_0$	0,66	2,20	1,43
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,39	3,03	2,71
	$N_{30}P_{30}K_{30} + ОМУ$	2,14	2,93	2,54
	$N_{30}P_{30}K_{30} + КАС$	2,19	3,30	2,75
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,84	3,47	3,16
	среднее по А1	2,04	2,99	2,52
Комбинированная обработка	$N_0P_0K_0$	0,76	2,17	1,47
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,35	3,28	2,82
	$N_{30}P_{30}K_{30} + ОМУ$	2,68	3,18	2,93
	$N_{30}P_{30}K_{30} + КАС$	2,24	3,70	2,97
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,92	3,90	3,41
	среднее по А2	2,19	3,24	2,72
HCP_{05A}		$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$
HCP_{05B}		0,53	0,70	0,37
Среднее по фактору В	$N_0P_0K_0$	0,71	2,18	1,45
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,37	3,15	2,76
	$N_{30}P_{30}K_{30} + ОМУ$	2,41	3,00	2,73
	$N_{30}P_{30}K_{30} + КАС$	2,21	3,50	2,86
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,88	3,68	3,28

Урожайность ярового ячменя в 2021 г. варьировала от 2,17 до 3,90 т/га. Способы основной обработки почвы существенного влияния на этот показатель не оказали. Наименьшую урожайность получили в вариантах, где минеральные удобрения не вносили – 2,20 т/га по вспашке и 2,17 т/га по комбинированной обработке почвы. Наибольшая урожайность (3,90 т/га) была получена в варианте, сочетающем внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ и применение комбинированной обработки почвы. В варианте с внесением минеральных удобрений в дозе 30 кг д.в. и подкормкой в фазе кушения КАС при ресурсосберегающем способе обработки почвы урожайность была чуть ниже – 3,70 т/га. В среднем по вариантам внесение минеральных удобрений в дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$, а также проведение внекорневых подкормок «Полидон Амино Старт» и КАС позволяют достоверно повысить урожайность на 0,87–1,50 т/га ($HCP_{05B} = 0,70$).

Выявлены существенные прибавки урожая ячменя от применения различных видов и доз удобрений по сравнению с вариантами, где удобрения не вносили. Прибавка составила от 0,86 т/га при внесении 30 кг/га д.в. минеральных удобрений и применении ОМУ в фазе кушения до 1,50 т/га при внесении 60 кг/га д.в. ($HCP_{05B} = 0,70$).

В среднем за два года исследований можно отметить, что доля влияния уровня минерального питания в урожайности ярового ячменя составила 74,0 %. Установлено существенное ее увеличение при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,43–1,84 т/га по сравнению с остальными вариантами ($HCP_{05B} = 0,37$).

Выводы

Проведенные исследования показали, что в условиях Евро-Северо-Востока на дерново-подзолистых почвах при выращивании ярового ячменя в качестве основной обработки почвы можно применять как традиционную отвальную вспашку, так и

комбинированную обработку на глубину 14–16 см, включающую в себя плоскорезное рыхление и обработку дисками.

Плотность почвы находилась в оптимальных значениях – 1,1–1,3 г/см³. В 2021 г. к фазе колошения отмечено уплотнение до 1,35 г/см³ по всем изучаемым вариантам. Влажность пахотного слоя почвы превышала влажность завядания и составила 18,1–21,6 % по фазам вегетации. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое оценивали в основном как «удовлетворительные» 22,4–33,5 мм.

На засоренность посевов в 2020 г. ни способ основной обработки почвы, ни уровень минерального питания достоверного влияния не оказали, в 2021 г. применение отвальной вспашки достоверно снизило засоренность многолетними сорняками на 17,5 шт./м², малолетними – на 23,5 шт./м².

Прибавка от подкормки 30 л/га КАС при внесении N₃₀P₃₀K₃₀ составила 0,04 т/га по вспашке и 0,15 т/га по комбинированной обработке. Относительно контроля без внесения удобрений прибавка от листовых подкормок ОМУ и КАС составила от 1,11 до 1,50 т/га зерна.

Литература

1. Гладышева О. В., Левакова О. В. Потенциальная продуктивность ярового ячменя // Аграрная наука. 2016. № 10. С. 7–9.
2. Крючков М. М., Потапова Л. В., Ступин А. С., Новиков Н. Н. Основные элементы адаптивной системы земледелия Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. 2013. № 2. С. 27–30.
3. Любек Н. И., Седяков М. В. Влияние условий возделывания на продуктивность линии ярового ячменя Л-1623 селекции ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (53). С. 45–48. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14045.
4. Jones J. L., Allen E. J. Development in barley (*Hordeum sativum*) // The Journal of Agricultural Science. 1986. Vol. 107 (1). P. 187–213. DOI:10.1017/S0021859600066946.
5. Николаев П. Н., Юсова О. А., Пополухин П. Н., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивный потенциал сортов Омского аграрного научного центра // Земледелие. 2019. № 1. С. 35–38. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110.
6. Абдуллаев Р. А., Радченко Е. Е., Ковалева О. Н., Звейнек И. А., Баташева Б. А. Необходимые признаки сортов ячменя для адаптации к неблагоприятным погодным условиям // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 41–45.
7. Sakellariou M., Mylona P. V. New uses for traditional crops: the case of barley biofortification // Agronomy. 2020. Vol. 10. P. 1964. DOI: 10.3390/agronomy10121964.
8. Suman D., Sreeja V. Barley: A Cereal with Potential for Development of Functional Fermented Foods // International Journal of Fermented Foods. 2019. Vol. 8 (1). P. 1–13. DOI: 10.30954/2321-712X.01.2019.1.
9. Сычев В. Г., Афанасьев Р. А. Почвенно-агрохимические ресурсы повышения продуктивности земледелия в Приволжском регионе // Плодородие. 2017. № 4. С. 2–6.
10. Носков А. Н., Батакова О. Б., Корелина В. А. Сравнительная оценка гибридных форм ярового ячменя по урожайности и адаптивным свойствам в условиях Северного региона РФ // Земледелие. 2022. № 1. С. 33–37. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-35-39.
11. Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) // Fresenius Environmental Bulletin. 2021. Vol. 29 (12). P. 10840–10846.
12. Гладышева О. В., Пестряков А. М., Свирина В. А., Красников Н. Г. Известкование для улучшения плодородия темно-серой лесной почвы // Вестник РАСХН. 2014. № 6. С. 26–27.
13. Завалин А. А., Калабашкин П. Н. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество семян синего люпина // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10. С. 19–23.
14. Власов В. Г., Хахимов Р. А., Никифорова С. А. Формирование агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в Ульяновской области // Научно-практическое руководство по освоению ресурсосберегающих агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в хозяйствах Ульяновской области. Ульяновск: Ульяновский НИИСХ, 2015. С. 64–95.
15. Подсевалов М. И., Хайртдинова Н. А. Биозенергетическая эффективность возделывания зерновых бобовых культур в условиях Среднего Поволжья // Стратегия инновационного развития

агропромышленного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. С. 353–356.

16. Procházková B., Málek J., Dovrtěl J. Effect of different straw management practices on yields of continuous spring barely // *Plant Soil Environ.* 2002. Vol. 48. P. 27–32. DOI: 10.17221/4204-PSE.

17. Тойгильдин А. Л., Морозов В. И. Урожайность и белковая продуктивность многолетних трав в севооборотах лесостепи Поволжья // *Кормопроизводство.* 2014. № 1. С. 33–36.

18. Хайретдинова Н. А. Экология агроландшафтов: учебное пособие. Ульяновск: ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина», 2015. 264 с.

19. Сарычев А. Н. Способы основной обработки светло-каштановой почвы при возделывании ярового ячменя под защитой лесных полос // *Аграрный вестник Верхневолжья.* 2019. № 1 (26). С. 18–26.

20. Опытное дело в полеводстве // Под общ. ред. Никитина Г. Ф. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

21. Сафонов А. Ф., Стратонович М. В. Практикум по земледелию с почвоведением. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.

22. Сафонов А. Ф., Платонов И. Г. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия Нечерноземной зоны. М.: АНО «Издательство МСХА», 2001. 104 с.

Reference

1. Gladysheva O. V., Levakova O. V. Potential productivity of spring barley // *Agrarian Science.* 2016. No 10. P. 7–9.

2. Kryuchkov M. M., Potapova L. V., Stupin S. A., Novikov N. N. The main elements of the adaptive system of agriculture Ryazan region // *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev.* 2013. No. 2. P. 27–30.

3. Lyubek N. I., Sedyakov M. V. The influence of cultivation conditions on the productivity of spring barley Lines 1-1623 of Leningrad research institute of agriculture «Belogorka» selection // *Izvesniya Saint-Petersburg State Agrarian University.* 2018. No. 4 (53). P. 45–48. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14045.

4. Jones J. L., Allen E. J. Development in barley (*Hordeum sativum*) // *The Journal of Agricultural Science.* 1986. Vol. 107 (1). P. 187–213. DOI:10.1017/S0021859600066946.

5. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Popolzukhin P. V., Aniskov N. I., Safonova I. V. Adaptive potential of spring barley varieties originated from Omsk agrarian scientific center // *Zemledelie.* 2019. No. 1. P. 35–38. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110.

6. Abdullaev R. A., Radchenko E. E., Kovaleva O. N., Zveynek I. A., Batasheva B. A. Necessary characteristics of barley varieties for adaptation to unfavorable weather conditions // *Vestnik of the Russian Agricultural Science.* 2018. No. 5. P. 41–45.

7. Sakellariou M., Mylona P. V. New uses for traditional crops: the case of barley biofortification // *Agronomy.* 2020. Vol. 10. P. 1964. DOI: 10.3390/agronomy10121964.

8. Suman D., Sreeja V. Barley: a cereal with potential for development of functional fermented foods // *International Journal of Fermented Foods.* 2019. Vol. 8 (1). P. 1–13. DOI: 10.30954/2321-712X.01.2019.1.

9. Sychev V. G., Afanasyev R. A. Soil-agrochemical resources for increasing the productivity of agriculture in the Volga region // *Plodorodie.* 2017. No. 4. P. 2–6.

10. Noskov A. N., Batakova O. B., Korelina V. A. Comparative evaluation of hybrid forms of spring barley by yield and adaptive properties under the conditions of the northern region of the Russian Federation // *Zemledelie.* 2022. No. 1. P. 33–37. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-35-39.

11. Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare L.*) // *Fresenius Environmental Bulletin.* 2021. Vol. 29 (12). P. 10840–10846.

12. Gladysheva O. V., Pestryakov A. M., Svirina V. A., Krasnikov N. G. Liming for improving the fertility of dark-gray forest soil // *Vestnik of the Russian Agricultural Sciences.* 2014. No. 6. P. 26–27.

13. Zavalin A. A., Kalabashkin P. N. Influence of mineral fertilizers and biological preparations on productivity and grain quality of blue lupine // *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex.* 2015. No. 10. P. 19–23.

14. Vlasov V. G., Khakimov R. A., Nikiforova S. A. Formation of agricultural technologies for cultivating crops in the Ulyanovsk region // *Scientific and practical guide for the development of resource-saving agricultural technologies for cultivating crops in the farms of the Ulyanovsk region.* Ulyanovsk: Ulyanovsk Agricultural Research Institute, 2015. P. 64–95.

15. Podsevalov M. I., Khairtdinova N. A. Bioenergy efficiency of grain legumes cultivation in the Middle Volga region // *Strategy for innovative development of the agro-industrial complex. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference.* Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy, 2013. P. 353–356.

16. Procházková B., Málek J., Dovrtěl J. Effect of different straw management practices on yields of continuous spring barely // *Plant Soil Environ.* 2002. Vol. 48. P. 27–32. DOI:10.17221/4204-PSE.

17. Toighildin A. L., Morozov V. I. Productivity and protein efficiency of perennial grasses in the crop rotations in the Volga forest-steppe // Fodder Production. 2014. No. 1. P. 33–36.
18. Khairetdinova N. A. Ecology of agro-landscapes: a textbook. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, 2015. 264 p.
19. Sarychev A. N. The ways of light-chestnut soil main tillage in the cultivation of spring barley under the protection of shelterbelts // Agrarian Journal of Upper Volga Region. 2019. No. 1 (26). P. 18–26.
20. Experimental field farming // Under general editorship of Professor Nikitin G. F. Moscow: Rosselkhozizdat, 1982. 190 p.
21. Safonov A. F., Stratonovich M. V. Workshop on agriculture with soil science. Moscow: Agropromizdat, 1990. 208 p.
22. Safonov A. F., Platonov I. G. Methodology for the development of adaptive landscape farming systems of the Non-Chernozem zone. Moscow: ANO "Moscow Timiryazev Agricultural Academy Publ.", 2001. 104 p.

UDC 631.13: 631.51.01: 631.81

Noskova E. N., Kozlova L. M., Popov F. A., Svetlakova E. V.

INFLUENCE OF TILLAGE METHODS AND FERTILIZER TYPES ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL, WEED INFESTATION OF CROPS AND YIELD OF BARLEY

***Summary.** Resource conservation in the cultivation of cereals by minimizing soil tillage, reducing doses of mineral fertilizers is, undoubtedly, an issue of concern. The aim of the research was to identify changes in agrophysical properties of soil, phytosanitary state of crops, yield of spring barley var. 'Novichok' depending on the method of primary tillage and mineral nutrition system for further development of resource-saving cultivation technology. The study was carried out in 2020–2021 on the experimental fields of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov). Soil – sod-podzolics medium loamy. The experimental design included the following options: Factor A (primary tillage): plowing to a depth of 20–22 cm (control), flat-cutting combined soil cultivation to a depth of 14–16 cm; Factor B (mineral nutrition system): $N_0P_0K_0$ (control), $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + top-dressing with organomineral fertilizer (1 t/ha) at the tillering stage, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + top-dressing with urea-ammonia mixture (30 t/ha) at the tillering stage, $N_{60}P_{60}K_{60}$. In terms of weather conditions, year 2021 was more favorable for obtaining higher barley yields. During the research, density of sod-podzolic soil was optimal. Although in 2021, at the tillering stage, soil compaction up to 1.35 g/cm³ was noted. In 2020, studied factors had no significant impact on the weed infestation of crops. It (weediness) was estimated as "good" in the variant "plowing" and "average" – in the variant "combined soil cultivation". In 2021, there was a significant decrease in the number of annual and perennial weeds (by 23.5 and 17.5 pcs/m², respectively) after plowing compared to combined tillage. The maximum yield level was obtained when the dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ was applied: 3.16 t/ha in the variant "plowing"; 3.41 t/ha in the variant "combined soil cultivation", which was 1.73–1.94 t/ha more than in the control. Compared to the control variant ($N_0P_0K_0$), top-dressing with organomineral fertilizer and urea-ammonia mixture provided an increase in grain yield from 1.11 to 1.50 t/ha.*

Keywords: spring barley (*Hordeum vulgare* L.), density, soil moisture content, productive moisture, weediness of sowings, yield capacity.

Носкова Евгения Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: zemlede_l_niish@mail.ru.

Козлова Людмила Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая отделом земледелия, агрохимии и кормопроизводства ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-

Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Попов Фёдор Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия, заведующий лабораторией агрохимии и кормопроизводства, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Светлакова Елена Вячеславовна, младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и кормопроизводства ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Noskova Eugenia Nikolaevna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, Laboratory of soil management, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky”; 166a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Kozlova Lyudmila Mikhailovna, Dr. Sc. (Agr.), head of the Department of crop farming, agrochemistry and fodder production, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky”; 166a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Popov Fyodor Aleksandrovich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, head of the Laboratory of agrochemistry and fodder production, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky”; 166a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Svetlakova Elena Vyacheslavovna, junior researcher of the Laboratory of agrochemistry and fodder production, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky”; 166a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: zemledele_niish@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 31.03.2022.

Дата принятия к печати – 29.04.2022.