



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-1>

УДК: 631.81:631.89:633.854.78

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ ПОСЛЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА

✉ **Никифорова С.А.**

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева –
филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук
Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

✉ e-mail: nikiforova11@yandex.ru

Представлены результаты исследований за 2021, 2022 гг. по влиянию последействия различных доз минеральных удобрений, вносимых под подсолнечник, на продуктивность и качество ярового ячменя сорта Камашевский. Полевые опыты заложены в условиях Ульяновской области на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Изучали четыре фона минеральных удобрений: N_0 , N_{30} , $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га. Метеоусловия были контрастными в годы исследований, что позволило более полно оценить эффективность последействия удобрений. Технология возделывания ячменя включала весеннюю разделку растительных остатков подсолнечника дискатором и модульной бороной, посев зерновой сеялкой и прикатывание. Ячмень проявил наибольшую отзывчивость на последействие минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га. Урожайность зерна на данном варианте составила 2,11 т/га, что на 1,05 т/га выше по сравнению с неудобренным вариантом. На данном агрофоне получено более крупное зерно (масса 100 зерен составила 48,4 г, на контроле – 44,4 г) с высоким содержанием белка 12,7% (на контроле – 11,5%). Проведение корреляционно-регрессионного анализа позволило выявить прямую положительную взаимосвязь между накоплением сухого вещества и продуктивностью ячменя ($R^2 = 0,96$). Установлено, что с увеличением дозы азотных удобрений на каждые 10 кг д.в./га наблюдается повышение содержания сырого белка в зерне на 0,2%. Содержание белка в зерне зависело от условий влагообеспеченности года. Возделывание ячменя после подсолнечника агрономически целесообразно на фоне последействия минеральных удобрений. При отсутствии удобрений продуктивность ячменя после подсолнечника резко снижается. Кроме того, необходимы тщательный контроль за засоренностью посевов ячменя (в том числе в связи с появлением большого количества падалицы подсолнечника) и своевременное проведение химической прополки.

Ключевые слова: ячмень яровой, минеральные удобрения, последействие, продуктивность, сырой белок

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AFTER-EFFECT WHEN CULTIVATING BARLEY AFTER SUNFLOWER

✉ **Nikiforova S.A.**

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev –
Branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Timiryazevsky, Ulyanovsk region, Russia

✉ e-mail: nikiforova11@yandex.ru

The results of research for 2021, 2022 on the impact of the after-effect of different doses of mineral fertilizers applied to sunflower on productivity and quality of spring barley of the Kamashevsky variety are presented. Field experiments were laid in the conditions of the Ulyanovsk region on chernozem leached heavy loamy soil. Four backgrounds of mineral fertilizers were studied: N_0 , N_{30} , $N_{30}P_{30}K_{30}$,

$N_{60}P_{30}K_{30}$ kg a.i./ha Meteorological conditions were contrasting in the years of research, which allowed a more complete assessment of the effectiveness of fertilizer after-effect. Barley cultivation technology included spring cutting of sunflower crop residues with a discator and a modular harrow, sowing with a grain drill and rolling. Barley showed the greatest responsiveness to the after-effect of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{30}K_{30}$ kg a.i./ha. Grain yield in this variant was 2.11 t/ha, which is 1.05 t/ha higher compared to the unfertilized variant. On this agricultural background, a larger grain was obtained (the weight of 100 grains was 48.4 g, on the control - 44.4 g) with a high protein content of 12.7% (on the control – 11.5%). Correlation and regression analysis revealed a direct positive relationship between dry matter accumulation and barley productivity ($R^2 = 0,96$). It was found that with an increase in the dose of nitrogen fertilizers for every 10 kg a.i./ha, an increase in the crude protein content of grain by 0.2% was observed. Protein content in grain depended on the moisture conditions of the year. Cultivation of barley after sunflower is agronomically expedient on the background of mineral fertilizers aftereffect. In the absence of fertilizers, the productivity of barley after sunflower sharply decreases. In addition, it is necessary to carefully control the weediness of barley crops (including the emergence of large amounts of sunflower fallen seed) and timely chemical weeding.

Keywords: spring barley, mineral fertilizers, after-effect, productivity, crude protein

Для цитирования: Никифорова С.А. Влияние последействия минеральных удобрений при возделывании ячменя после подсолнечника // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 11. С. 5–13. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-1>

For citation: Nikiforova S.A. Influence of mineral fertilizers after-effect when cultivating barley after sunflower. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 11, pp. 5–13. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-1>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Яровой ячмень – важная кормовая культура, занимающая ежегодно около 10% посевной площади в Ульяновской области (95–104 тыс. га) с урожайностью 15–20 ц/га. Важно его возделывать по адаптивной технологии с учетом отзывчивости культуры на различные агроприемы – предшественники, дозы и виды вносимых минеральных удобрений, систему защиты посевов и др. [1–4].

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур роль предшественника трудно переоценить [5–9]. В исследованиях [6] на черноземе выщелоченном показано, что яровая пшеница и овес являются худшими предшественниками ячменя из-за увеличения засоренности посевов, поражаемости растений болезнями и, как следствие, снижения урожайности культуры. Размещение

ячменя по яровой пшенице и овсу снижало содержание сырого белка на 0,8–0,9%.

Широкое распространение посевов подсолнечника и поздние сроки его уборки не всегда позволяют с осени обработать почву, что требует изучения вопроса эффективности подсолнечника как предшественника для зерновых культур с агрономической точки зрения. Часто сельхозтоваропроизводители практикуют возделывание ячменя после подсолнечника. Как показывает опыт, ячмень дает такой же урожай при прямом посеве после подсолнечника стерневой сеялкой, что и по традиционной технологии возделывания¹.

Известно, что ячмень проявляет повышенные требования к уровню минерального питания, вследствие этого он отзывчив на прямое действие минеральных удобрений и прежде всего стартовых доз [10–13]. Подкормки по вегетации малоэффективны ввиду короткого периода вегетации культуры.

¹Пат. № 2714706 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, № 2019124821. Способ возделывания ярового ячменя прямым посевом / А.Л. Тойгильдин, Д.Э. Аюпов, А.С. Галкин; заявитель – Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина; заявл. 02.08.2019; опубл. 19.02.2020.

Внесение минеральных удобрений под предшествующую культуру позволяет обеспечить ячмень доступными элементами минерального питания в ранний период развития [14–16]. Однако в данном случае важно оценить продуктивность культуры в зависимости от фона минеральных удобрений предшествующей культуры. При высокой стоимости минеральных удобрений данный вопрос приобретает особую актуальность.

Цель исследований – представить комплексную оценку последствий минеральных удобрений при возделывании ячменя после подсолнечника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В 2020, 2021 гг. проведены исследования по разработке элементов технологии возделывания подсолнечника с применением различных доз минеральных удобрений, затем дана оценка последствий изучаемых факторов на продуктивность ярового ячменя. Уборку подсолнечника проводили в поздние сроки (октябрь – декабрь). Поле с осени не обрабатывали. Подготовку почвы к посеву осуществляли в весенний период: первую обработку – дискатором БДМ 3 × 4, вторую – модульной бороной БМ-4,5. Начало всходов культуры отмечено 18–25 мая. Уход за посевами по вегетации включал защиту от сорных растений в фазе кущения препаратом Балет, КЭ (в дозе 0,4 л/га).

В полевом опыте изучено четыре фона минеральных удобрений в последствии: N_0 , N_{30} , $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{30}K_{30}$. Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое. Учетная площадь делянки $15 \times 22,4 = 336 \text{ м}^2$. Посев ячменя в 2021 г. проводили 17 мая, в 2022 г. – 9 мая зерновой сеялкой СЗ-3,6 поперек сева предшествующей культуры без удобрений на глубину 5–6 см с нормой высева 4,5 млн всхожих семян/га. Уборку урожая осуществляли селекционным комбайном Сампо-500 в фазе полной спелости с дальнейшим переводом данных к 100%-й

чистоте и 14%-й влажности. В качестве минеральных удобрений применяли азофоску с содержанием $N_{15}P_{15}K_{15}$ и аммиачную селитру с содержанием азота 34,4 кг д.в./га. Удобрения вносили перед посевом подсолнечника в предшествующем году.

Объектом исследования был перспективный, районированный в Средневолжском регионе среднеспелый сорт ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) зернофуражного направления Камашевский. Сорт степного морфобиотипа, среднеустойчивый к грибным болезням, устойчивый к пыльной головне. Склонен к полеганию при внесении высоких норм азотных удобрений и завышенной нормы высева семян. Содержание белка в зерне достигает 14%. Ценный по качеству².

Запасы продуктивной влаги перед посевом были неудовлетворительными (в слое 0–10 см – 4,7–6,5 мм, 0–30 см – 17,9–21,5 мм). Низкий запас влаги был связан в том числе с тем, что проведены весенние механические обработки почвы для разделки растительных остатков подсолнечника, что привело к дополнительной потере влагозапасов.

За май – июль сумма активных температур составила 1947° при норме 1600°. Интенсивно высокий температурный режим июня способствовал ускоренному темпу развития ячменя. За период развития растений с III декады мая по I декаду августа выпало 105,5 мм осадков при норме 166 мм.

Вегетационный период 2022 г., наоборот, характеризовался прохладной и дождливой погодой в мае, умеренным температурным режимом и осадками в июне, интенсивными ливневыми осадками в июле и жаркой засушливой погодой в августе. Количество осадков в мае составило 65,7 мм при норме 39,0 мм (168% от нормы). Дожди были значительными, поэтому в начале II декады мая отмечено опасное явление – переувлажнение почвы. В июне погода была неустойчивой: периоды теплой, а в отдельные дни жаркой погоды чередовались с кратковременными периодами похолоданий. В июле преобладала очень те-

²Новый супер-сорт ячменя Камашевский – в чем его сила, рассказывают ученые. URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/novyi-super-sort-jachmenja-kamashevskii-v-chem-ego-sila-rasskazyvayut-uchenye.html> (дата обращения 05.07.2023).

плая погода с дождями разной интенсивности.

Максимальная температура воздуха в отдельные, наиболее теплые, дни повышалась до 30–32 °С. Осадки ливневого характера выпадали локально, за месяц их накопилось 140 мм (среднегодовое значение нормы 69 мм). Сумма активных температур за май – июль составила 1544° при норме 1600°. За период развития растений с мая по июль включительно выпало 250 мм осадков. В 2021 г. ГТК составил 0,5, в 2022 г. – 1,6 при норме 1,0.

Все учеты, наблюдения и анализы проведены по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Математическая обработка экспериментальных данных осуществлена с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во все годы исследований уборка подсолнечника проходила в поздние сроки (октябрь – декабрь) в связи с длительным созревaniem культуры из-за затяжных осадков в осенний период. В связи с этим измельчение стерневых остатков подсолнечника проводили в весенний период. Следует отметить, что неглубокая разделка почвы (8–10 см) вызвала рост падалицы подсолнечника, а также сорных растений. Проведение химической прополки баковой смесью против много- и одно-

летних сорных растений стало обязательным и эффективным агроприемом.

Результаты исследований выявили высокую отзывчивость ярового ячменя Камашевский на последствие минеральных удобрений, вносимых под подсолнечник в предшествующем году, эффективность которых прежде всего зависела от условий влагообеспеченности года.

В зависимости от фона минеральных удобрений посевы ячменя существенно различались по темпам накопления биомассы и по содержанию элементов питания в растениях (см. рис. 1, табл. 1). Наибольшее накопление сухого вещества отмечено на варианте $N_{60}P_{30}K_{30}$ (56 ц/га), что в 1,9 раза превышало контроль (30 ц/га).

В связи с недостаточной влагообеспеченностью растения находились в угнетенном состоянии, отмечено ускоренное прохождение межфазных периодов. Так, содержание общего азота в растениях ячменя в фазу трубкования варьировало от 2,32 до 2,66% и оценивалось как низкое. К концу вегетации по содержанию общего азота в вегетативной массе ячменя преимущество было за опытными вариантами – 1,27–1,37% (на контроле – 1,16%). По содержанию общего фосфора и калия в зеленой массе растений не выявлено четкой зависимости от последствие минеральных удобрений.

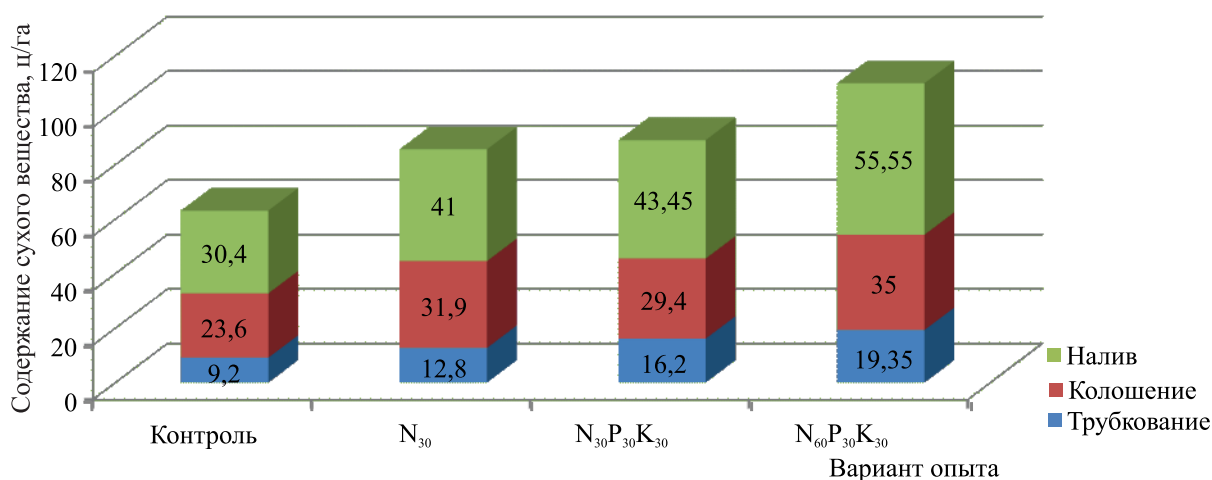


Рис. 1. Влияние последствие минеральных удобрений на накопление сухого вещества посевами ячменя

Fig. 1. Effect of mineral fertilizers on dry matter accumulation in barley crops

Табл. 1. Динамика элементов минерального питания в растениях ячменя по фазам развития
Table 1. Dynamics of mineral nutrition elements in barley plants by phases of development

Вариант опыта	Фаза развития ячменя								
	трубкование			колошение			налив		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀	2,32	1,48	5,59	1,47	1,06	2,58	1,16	1,11	1,68
N ₃₀	2,66	1,24	5,42	1,37	0,95	2,66	1,37	0,89	1,50
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,42	1,37	4,56	1,57	1,02	2,42	1,33	0,98	1,63
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	2,43	1,2	4,59	1,30	0,93	2,63	1,27	0,96	1,47

Последствие минеральных удобрений проявилось в улучшении азотного питания ячменя и, как следствие, способствовало формированию большей наземной массы по сравнению с неудобренным вариантом уже на начальных этапах развития ячменя (см. рис. 2).

Посевы ячменя на вариантах с применением минеральных удобрений имели более интенсивную окраску и плотность стеблестоя.

В начале вегетации ячменя отмечено более высокое содержание нитратов в почве по сравнению с контролем (+2–5 мг/кг почвы к контролю). Тенденция повышенной обеспеченности азотом сохранилась и перед уборкой ячменя.

Корреляционно-регрессионный анализ показал сильную взаимосвязь между накоплением сухого вещества растений (y) и дозой азотных удобрений (x) в последствии. Линейная зависимость описывается уравнениями вида:

- трубкование $y = 0,17x + 9,31$ ($R^2 = 0,90$); (1)
колошение $y = 0,19x + 24,27$ ($R^2 = 0,93$); (2)
налив $y = 0,42x + 30,0$ ($R^2 = 0,99$). (3)

Уравнение (3) показывает, что на каждые 10 кг д.в./га внесенного азота в последствии происходило увеличение накопления сухого вещества растений в среднем на 4,2 ц/га.

Продуктивность ячменя существенно зависела от последствия минеральных удобрений, вносимых под подсолнечник в предшествующем году, причем пропорционально уровню минерального питания (см. табл. 2).

Несмотря на то, что посев ячменя в 2022 г. проводили на 8 дней раньше, чем в 2021 г., полной спелости культура из-за повышенного выпадения осадков достигла на 9 дней позже (5 августа).

В 2021 г. в связи с поздним сроком сева и засушливыми условиями июня сформировалась низкая продуктивность ячменя. Несмотря на это, выявлено существенное последствие минеральных удобрений. Прибавка зерна к контролю составила 0,24–0,33 т/га (20,7–28,5%), причем различия между удо-

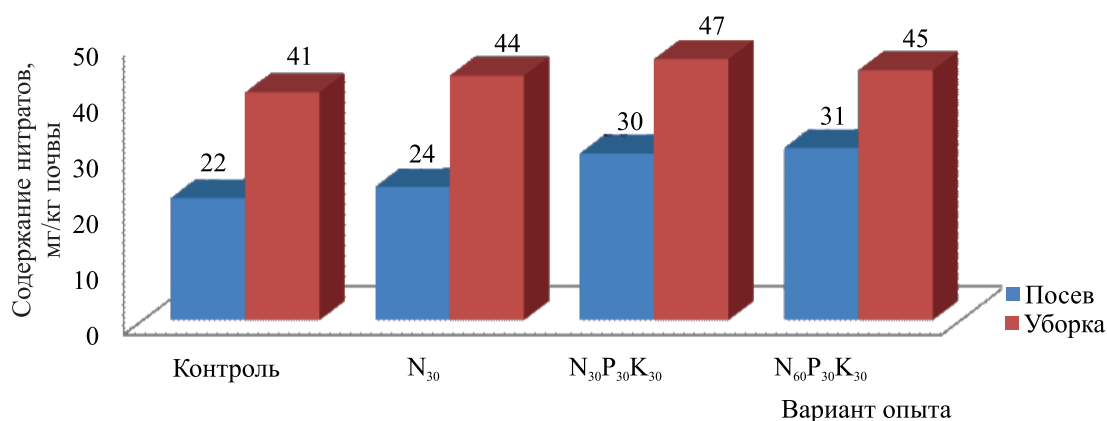


Рис. 2. Содержание нитратов в почве в зависимости от последствия минеральных удобрений, мг/кг почвы

Fig. 2. Nitrate content in soil depending on the after-effect of mineral fertilizers, mg/kg of soil

Табл. 2. Влияние последействия минеральных удобрений на продуктивность и качество ячменя (2021, 2022 гг.)**Table 2.** Impact of the mineral fertilizers after-effect on productivity and quality of barley (2021, 2022)

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га				Масса 1000 зерен, г	Сырой белок, %	Валовой сбор белка, кг/га
	2021	2022	Среднее	± т/га			
Контроль	1,16	0,95	1,06	–	44,4	11,5	122
N ₃₀	1,4	1,31	1,36	+0,3	46,0	11,8	161
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,43	1,45	1,44	+0,38	45,9	11,9	172
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	1,49	2,72	2,11	+1,05	48,4	12,7	268
НСР ₀₅ 2021 г. $p = 3,05\%$, 2022 г. $p = 3,95\%$	0,14	0,19					

бренными вариантами были незначительными. В 2022 г. также выявлена достоверная прибавка урожая ячменя по всем уровням минерального питания. Наибольшую отзывчивость ячмень проявил на последействие N₆₀P₃₀K₃₀ кг д.в./га (+1,77 т/га).

В среднем за годы исследований возделывание ячменя после подсолнечника в зависимости от доз минеральных удобрений в последействии позволило получить дополнительно 0,30–1,05 т зерна/га относительно неудобренного варианта.

Нами установлена прямая положительная взаимосвязь между накоплением сухой биомассы растений и продуктивностью ячменя, которая описывается линейным уравнением вида

$$y = 0,42x - 2,97 \quad (R^2 = 0,96),$$

где y – урожайность ячменя; т/га, x – сухая биомасса растений, ц/га.

Применение минеральных удобрений способствовало повышению количественных и качественных показателей зерна. Так, масса 1000 зерен на контроле составила 44,4 г, на удобренных вариантах – 46,0–48,4 г. Наиболее крупное зерно получено на варианте с последействием повышенной дозы минеральных удобрений (N₆₀P₃₀K₃₀).

В среднем за 2021, 2022 гг. по содержанию сырого белка в зерне преимущество было также за опытными вариантами. Выявлена прямая положительная зависимость между содержанием сырого белка в зерне ячменя и дозой минерального азота. Уравнение имеет вид

$$y = 0,02x + 11,36 \quad (R^2 = 0,91),$$

где y – содержание сырого белка в зерне, %; x – доза азотных удобрений, кг д.в./га (уравнение действительно при содержании сырого белка 11,5–12,7% и дозах азота 0–60 кг д.в./га). Уравнение показывает, что с увеличением дозы азотных удобрений на каждые 10 кг д.в./га наблюдается повышение содержания белка на 0,2%.

Под влиянием последействия минеральных удобрений установлены существенные изменения в структуре урожая ячменя (см. табл. 3).

Последействие удобрений проявилось в формировании большего количества продуктивных стеблей на опытных вариантах (на 25–98 шт./м² выше контроля). Отмечено увеличение длины колоса на 0,4–2,4 см, массы зерна с колоса на 0,08–0,18 г и озерненности колоса на 1,4–3,3 шт./растение. Выявлено увеличение высоты растений прямо пропорционально дозам минеральных удобрений, вносимых под подсолнечник (на контроле 44 см, на опытных вариантах – 48–59 см).

Корреляционный анализ элементов продуктивности выявил прямую положительную связь урожайности ячменя с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,99$), длиной колоса ($r = 0,98$) и озерненностью колоса ($r = 0,97$), а также массой зерна с одного колоса ($r = 0,96$) (см. табл. 4). Масса зерна напрямую зависела от его количества с одного колоса ($r = 1,0$).

Табл. 3. Структура урожая ячменя в зависимости от последствия минеральных удобрений

Table 3. Barley yield structure depending on the after-effect of mineral fertilizers

Вариант опыта	Показатель структуры урожая ячменя						
	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент кущения	Длина колоса, см	Масса зерна с колоса, г	Количество зерен, шт./растение	Масса соломы, г/растение	Высота растений, см
Контроль	330	1,26	4,7	0,46	9,9	0,43	44
N ₃₀	355	1,30	5,1	0,54	11,3	0,52	50
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	375	1,43	5,0	0,57	11,8	0,56	48
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	428	1,47	6,3	0,64	13,2	0,59	59

Табл. 4. Матрица коэффициентов корреляции между продуктивностью и элементами структуры урожая

Table 4. Matrix of correlation coefficients between productivity and elements of the yield structure

Показатель	Урожайность, т/га	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина колоса, см	Масса зерна с одного растения, г	Количество зерен с одного растения, шт.	Масса соломы с одного растения, г	Высота растений, см
	1	2	3	4	5	6	7
1	1,0						
2	0,99*	1,0					
3	0,98*	0,95*	1,0				
4	0,96*	0,97*	0,89	1,0			
5	0,97*	0,98*	0,91	1,0**	1,0		
6	0,87	0,9	0,77	0,97*	0,96*	1,0	
7	0,98*	0,95	0,99*	0,92	0,94	0,82	1,0

*Значимо на уровне $p = 0,05$.

**Значимо на уровне $p = 0,01$.

ВЫВОДЫ

1. В исследованиях выявлена высокая отзывчивость ярового ячменя сорта Камашевский при возделывании на черноземе выщелоченном на последствие вносимых подсолнечник минеральных удобрений.

2. Посевы ячменя на фоне удобрений сформировали на 11–26 ц сухого вещества/га выше контроля. Опытные растения в течение всей вегетации имели более высокое содержание общего азота в зеленой массе.

3. Наибольшая продуктивность ячменя выявлена в последствии N₆₀P₃₀K₃₀ кг д.в./га, что обеспечило прибавку 1,05 т/га относительно неудобренного варианта. На опытных вариантах получено более крупное зерно (масса 1000 зерен 46–48,4 г, на контроле – 44,4 г) с высоким содержанием белка до 11,8–12,7% (на контроле 11,5%).

4. Проведение корреляционно-регрессионного анализа выявило прямую положи-

тельную взаимосвязь между накоплением сухого вещества и продуктивностью ячменя ($R^2 = 0,96$). Установлено, что с увеличением дозы азотных удобрений на каждые 10 кг д.в./га наблюдается повышение содержания сырого белка в зерне на 0,2%.

5. Возделывание ячменя после подсолнечника эффективно на фоне последствия минеральных удобрений в дозе N₃₀–P₃₀K₃₀ кг д.в./га, что проявляется в повышении продуктивности и качества зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н. Влияние элементов технологий возделывания на влагообеспеченность посевов ярового ячменя в условиях Курской области // Земледелие. 2023. № 2. С. 32–36. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36.
2. Якубышина Л.И., Логинов Ю.П. Урожайность семян сортов ячменя в зависимости от уровня минерального питания в северной

- лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 51–58.
3. Якубышина Л.И., Логинов Ю.П. Влияние предшественников на урожайность семян сортов ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11 (188). С. 40–46. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46.
 4. Олехов В.Р., Тетерлев И.С. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность и показатели качества зерна ячменя // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). С. 59–65.
 5. Хоконова М.Б., Тиев Р.А. Влияние предшественников на фитосанитарное состояние посевов и урожайность зерна озимого ячменя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2022. № 2 (36). С. 32–37. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-32-37.
 6. Постников П.А. Воздействие предшественников и метеорологических условий на урожайность ярового ячменя // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4 (139). С. 48–53.
 7. Семинченко Е.В. Влияние предшественников и приемов биологизации на продуктивность севооборотов в условиях Нижнего Поволжья // Земледелие. 2021. № 1. С. 7–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10102.
 8. Арькова Ж.А., Машутиков Е.И., Арьков К.А. Влияние предшественников на формирование урожая ярового ячменя // Наука и образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 271.
 9. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Дериглазова Г.М., Гаврилова Т.В. Эффективность возделывания яровых зерновых культур в различных видах полевых севооборотов в почвенно-климатических условиях Курской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (377). С. 17–20. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15083.
 10. Коробова О.Н. Влияние предшественников и фона питания на уровень продуктивности растений ячменя ярового // Промышленность и сельское хозяйство. 2023. № 5 (58). С. 31–37.
 11. Боинчан Б.П. В поиске регенеративных (агроэкологических) путей интенсификации сельского хозяйства // Аграрная Россия. 2022. № 2. С. 3–7. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-2-3-7.
 12. Шафран С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщение 1. Азотные удобрения // Агрохимия. 2021. № 7. С. 27–35. DOI: 10.31857/S0002188121070097.
 13. Сабитов М.М. Приемы возделывания ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 15–24. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-3-2.
 14. Смуров С.И., Григоров О.В., Ермолаев С.Н., Наумкин В.Н., Крюков А.Н. Агрофизические свойства почвы, засоренность и урожайность ярового ячменя в зависимости от предшественников и минеральных удобрений // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). С. 122–134.
 15. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Ляхова Н.Е., Бобровский А.В., Крючков А.А. Влияние удобрений и средств защиты растений на биометрические показатели и урожайность ячменя в лесостепи Красноярского края // Земледелие. 2023. № 4. С. 26–30. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-26-30.
 16. Радайкина Л.М., Камалихин В.Е. Влияние предшественников на количество стеблей и кустистость ярового ячменя // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 93–98. С. 163–165. DOI: 10.18411/trnio-01-2023-431.

REFERENCES

1. Lazarev V.I., Minchenko Zh.N. The influence of cultivation technologies elements on the moisture supply of spring barley crops under the conditions of the Kursk region. *Zemledelie = Zemledelie*, 2023, no. 2, pp. 32–36. (In Russian). DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36.
2. Yakubyshina L.I., Loginov Yu.P. Seed yield of barley varieties depending on the level of mineral nutrition in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 2021, no. 6 (92), pp. 51–58. (In Russian).
3. Yakubyshina L.I., Loginov Yu.P. Precursors influence on the yield of barley varieties seeds in the Tyumen region of the northern forest-steppe. *VestnikKrasGAU = Bulletin KrasSAU*, 2022, no. 11 (188), pp. 40–46. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46.
4. Olekhov V.R., Teterlev I.S. The influence of forecrops and mineral fertilizers on yield and

- grain quality of barley. *Permskii agrarnyi vestnik* = *Perm Agrarian Journal*, 2019, no. 4 (28), pp. 59–65. (In Russian).
5. Khokonova M.B., Tiev R.A. The influence of precursors on phytosanitary state of crops and yield of winter barley grain. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* = *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*, 2022, no. 2 (36), pp. 32–37. (In Russian). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-32-37.
 6. Postnikov P.A. The influence of predecessors and meteorological conditions on spring barley productivity. *Vestnik KrasGAU* = *Bulletin KrasSAU*, 2018, no. 4 (139), pp. 48–53. (In Russian).
 7. Semichenko E.V. Influence of forecrops and methods of biologization on the productivity of crop rotations in the conditions of the Lower Volga region. *Zemledelie* = *Zemledelie*, 2021, no. 1, pp. 7–10. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10102.
 8. Ar'kova Zh. A., Mashutikov E.I., Ar'kov K.A. Influence of precursors on the formation of the spring barley harvest. *Nauka I Obrazovanie* = *Science and Education*, 2019, vol. 2, no. 2, p. 271. (In Russian).
 9. Lazarev V.I., Minchenko Zh.N., Deriglazova G.M., Gavrilova T.V. The efficiency of cultivation of spring cereals in a variety of field crop rotation in the soil and climatic conditions of the Kursk region. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* = *International Agricultural Journal*, 2020, no. 5 (377), pp. 17–20. (In Russian). DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15083.
 10. Korobova O.N. Influence of precursors and nutrition background on the productivity level of spring barley plants. *Promyshlennost' I sel'skokhozyaistvo* = *Industry and agriculture*, 2023, no. 5 (58), pp. 31–37. (In Russian).
 11. Boinchan B.P. In search of regenerative (agro-ecological) ways of intensification of agriculture. *Agrarnaya Rossiya* = *Agrarian Russia*, 2022, no. 2, pp. 3–7. (In Russian). DOI: 10.30906/1999-5636-2022-2-3-7.
 12. Shafran S.A. Contribution of mineral fertilizers to the formation of field crop yields. Message 1. Nitrogen fertilizers. *Agrokimiya* = *Agricultural Chemistry*, 2021, no. 7, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188121070097.
 13. Sabitov M.M. Barley cultivation practices in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 15–24. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-3-2.
 14. Smurov S.I., Grigorov O.V., Ermolaev S.N., Naumkin V.N., Kryukov A.N. Agrophysical properties of the soil, weeding and yield of spring barley depending on precursors and mineral fertilizers. *Innovatsii v APK: problemy I perspektivy* = *Innovations in agricultural complex: problems and perspectives*, 2021, no. 2 (30), pp. 122–134. (In Russian).
 15. Surin N.A., Gerasimov S.A., Lyakhova N.E., Bobrovskii A.V., Kryuchkov A.A. The influence of fertilizers and plant protection products on biometric indicators and barley yield in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory. *Zemledelie* = *Zemledelie*, 2023, no. 4, pp. 26–30. (In Russian). DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-26-30.
 16. Radaikina L.M., Kamalikhin V.E. The influence of precursors on the number of stems and bushiness of spring barley. *Tendentsii razvitiya nauki I obrazovaniya* = *Trends in the development of science and education*, 2023, no. 93–98, pp. 163–165. (In Russian). DOI: 10.18411/trnio-01-2023-431.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Никифорова С.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 433315, Ульяновская область, Ульяновский район, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; e-mail: nikiforova11@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Svetlana A. Nikiforova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 19, Institutsкая St., Timiryazevsky, Ulyanovsk District, Ulyanovsk Region, 433315, Russia, e-mail: nikiforova11@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 12.09.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 24.10.2023
Дата публикации / Published 15.12.2023