

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
 УДК 631.86:633.16

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА БАЛАНСЕ ЭЛЕМЕНТОВ
 ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

¹Наталья Михайловна Пасечник, ¹Владимир Михайлович Никифоров,

¹Евгений Владимирович Смольский, ²Людмила Петровна Харкевич

¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Россия

²Новozybkovская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
 г. Новozyбков, Брянская область, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты трёхлетних исследований (2022-2024 гг.) на серой лесной среднесуглинистой почве по оценке влияния возрастающих доз минеральных удобрений (N0-180P0-180K0-180) и их сочетания с двукратной листовой подкормкой хелатным комплексом на содержание азота, фосфора и калия в зерне ярового ячменя сорта Грэйс, а также на баланс элементов питания. Установлено, что применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания макроэлементов в зерне по сравнению с контролем. Максимальное содержание азота (1,90...1,95%), фосфора (0,50...0,53%) и калия (0,55...0,61%) зафиксировано на вариантах с максимальными дозами (N180P180K180 и N180P180K180+ХК). Листовые подкормки хелатным комплексом в подавляющем большинстве случаев снижали концентрацию фосфора и калия в зерне на 0,03-0,08% и 0,03-0,06% соответственно. При этом действие листовых подкормок на накопление азота было неоднозначным. На вариантах с внесением минеральных удобрений в дозах N30-60P30-60K30-60, а также на варианте с применением хелатного комплекса по неудобренному фону, наблюдалось снижение содержания азота в зерне на 0,01-0,12%. Применением доз N90-180P90-180K90-180 увеличивало содержание азота на 0,05-0,09%, в сравнении с вариантами без подкормок. Баланс элементов питания был отрицательным на вариантах без внесения минеральных удобрений и положительным – на вариантах с их внесением. Исключением являлись варианты N30P30K30 и N30P30K30+ХК, где по азоту сохранялся дефицит. Наиболее сбалансированное питание растений отмечено на вариантах с дозами N60-90P60-90K60-90, обеспечивающими умеренно положительный баланс элементов. Проведённые исследования показали, что для оптимизации минерального питания ярового ячменя сорта Грэйс в данных почвенно-климатических условиях целесообразно применение минеральных удобрений в дозах не выше N90P90K90 в сочетании с листовыми подкормками хелатным комплексом.

Ключевые слова: система удобрения, яровой ячмень, элементный состав зерна, баланс элементов питания.

Для цитирования: Влияние систем удобрения на балансе элементов при возделывании ярового ячменя / Н.М. Пасечник, В.М. Никифоров, Е.В. Смольский и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 5 (117). С. 3-9.

Original article

**INFLUENCE OF FERTILIZER SYSTEMS ON THE BALANCE OF ELEMENTS
 WHEN CULTIVATING SPRING BARLEY**

¹Natal'ya M. Pasechnik, ¹Vladimir M. Nikiforov, ¹Yevgeny V. Smol'sky, ²Lyudmila P. Kharkevich,

¹Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

²Novozybkov AES – branch of FSC «All-Russia Williams Fodder Research Institute»

Abstract. The results of three-year researches (2022-2024) on gray forest medium-loamy soil to assess the effect of increasing doses of mineral fertilizers (N0-180P0-180K0-180) and their combination with double leaf feeding with a chelate complex on the content of nitrogen, phosphorus and potassium in Grace spring barley grain, as well as on the balance of nutritional elements are presented in the article. It was found that the use of mineral fertilizers contributed to an increase in the content of macronutrients in the grain compared to the control. The maximum content of nitrogen (1.90... 1.95%), phosphorus (0.50... 0.53%) and potassium (0.55... 0.61%) was recorded on the variants with maximum doses (N180P180K180 and N180P180K180+Chelate complex). Leaf feeding with Chelate complex in the overwhelming majority of

cases reduced the concentration of phosphorus and potassium in the grain by 0.03-0.08% and 0.03-0.06%, respectively. At the same time, the effect of leaf feeding on the accumulation of nitrogen was ambiguous. In the variants with application of mineral fertilizers in doses N30-60P30-60K30-60, as well as in the variant with the use of a Chelate complex in an uncomfortable background, a decrease in the nitrogen content in the grain by 0.01-0.12% was observed. Using doses of N90-180P90-180K90-180 increased the nitrogen content by 0.05-0.09% compared to variants without feeding. The balance of nutrients was negative on options without the introduction of mineral fertilizers and positive on options with their introduction. The exceptions were N30P30K30 and N30P30K30+Chelate complex, which remained deficient in nitrogen. The most balanced plant nutrition was noted in the variants with doses of N60-90P60-90K60-90, which provide a moderately positive balance of elements. Studies have shown that in order to optimize the mineral nutrition of Grace spring barley in these soil and climatic conditions, it is advisable to use mineral fertilizers in doses not higher than N90P90K90 in combination with leaf fertilizers with a Chelate complex.

Keywords: fertilizer system, spring barley, grain elemental composition, balance of food elements.

For citation. Influence of fertilizer systems on the balance of elements when cultivating spring barley / N.M. Pasechnik, V.M. Nikiforov, E.V. Smolsky, et al. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2026. №5 (117). Pp. 3-9.

Введение. Каждый сорт имеет свои характерные особенности и предъявляет определенные требования к условиям произрастания. В многочисленных литературных источниках отражена особенность сортов в неодинаковой мере поглощать и использовать питательные вещества из почвы и удобрений в различных почвенно-климатических условиях [3, 8].

При изучении влияния возрастающих доз минерального удобрения (0...20...40...60 кг д.в./га) на урожайность и качество зерна ярового ячменя сорта Камышевский в длительном стационаре Ульяновского ГАУ установлено, что увеличение доз минеральных удобрений способствует повышению содержания питательных элементов в зерне ячменя. Так, на контроле (без удобрения) содержание азота в зерне составило 1,64%, фосфора 0,77%, калия 0,49%. При внесении дозы N20P20K20 значения соответствующих показателей увеличились до 1,69...0,78...0,50%; N40P40K40 – до 1,77...0,83...0,54%; N60P60K60 – до 1,84...0,96...0,62% [5].

Другими учёными, проводившими исследования на этом же сорте ярового ячменя, в условиях дерново-подзолистых почв Удмуртской Республики, установлено, что с увеличением расчётных доз удобрений под планируемую урожайность с 3,0 до 5,0 т/га, содержание макроэлементов в зерне повышается. Так, концентрация азота в зерне увеличивалась на 0,16-0,24%, фосфора – на 0,13-0,23%, калия – на 0,08-0,18%, в сравнении с контролем (без удобрений). Выявлено, что прирост общехозяйственного выноса различается по элементам питания: наибольший отмечен для азота (34,7-60,6 кг/га), далее следует фосфор (24,9-41,9 кг/га) и калий (23,4-39,6 кг/га). В то же время нормативный вынос на тонну продукции варьируется в следующих пределах: азот – 27,5–32,2 кг, фосфор – 16,8-20,9 кг, калий – 17,5-21,3 кг [6].

В ходе исследования по изучению изменения баланса элементов питания при возделывании сортов ярового ячменя Владимир, Надёжный и Яромир проведённого в условиях южной части Центрального Нечерноземья на серой лесной тяжелосуглинистой почве выявлено, что применение минерального удобрения в возрастающих дозах N30-90P30-90K30-90 обуславливает положительный или бездефицитный баланс азота, фосфора и калия. Применения минерального удобрения повышает содержание азота до 0,203-0,210 % (в контрольном варианте 0,195 %), снижает содержание калия и фосфора соответственно до 136,0-147,1 и 221,5-229,4 мг/кг почвы (в контрольном варианте – 164,9 и 233,4 мг/кг) [2].

Результаты длительного полевого эксперимента на окультуренных дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья установили существенное значение включение микроудобрений в состав систем удобрения на основе минерального и органоминерального удобрения, которые обеспечивают повышения потребления питательных элементов культурой ярового ячменя, что выражается в увеличении на 35-40 % коэффициентов использования азота, фосфора и калия [1, 10].

Несмотря на обширную научную базу по вопросам применения удобрения в посевах ярового ячменя, остаётся актуальной задача разработки дифференцированных систем питания – с учётом сортовых особенностей культуры и конкретных почвенно-климатических условий. Целенаправленные

исследования применительно к сорту Грэйс позволят добиться не только роста урожайности и улучшения качественных показателей зерна, но и максимальной экономической эффективности возделывания культуры за счёт оптимизации затрат на удобрения [9].

Цель исследования – определить влияние различных систем удобрения на вынос элементов питания с основной продукцией сортом ярового ячменя Грэйс и показать баланс питательных элементов при возрастающих дозах минеральных удобрений и их сочетания с двукратной листовой подкормкой хелатным комплексом.

Материалы и методы. Место организации полевых исследований – опытное поле ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, время проведения – 2022-2024 годы, почвенный покров поля представлен серой лесной почвой среднесуглинистой по гранулометрическому составу. Агрохимические свойства пахотного горизонта: обменная кислотность – 5,5-5,7 ед., содержание гумуса – 2,58-3,69 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия соответственно 285-342 и 178-194 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Погодные условия вегетационного периода годов исследования: 2023 год средняя температура воздуха 17,0 °С и количество осадков 307 мм, 2022 год – 16,0 °С и 500 мм, а 2024 год – 18,7 °С и 250 мм.

Объект исследования – среднеспелый сорт ярового ячменя Грэйс. Предшественник – картофель. Посев ярового ячменя проводили в первой декаде мая с нормой высева 5,0 млн. всхлжих семян на 1 га.

Изучали 12 вариантов, включающих контроль (без удобрения), варианты с внесением возрастающих доз минерального удобрения (N30P30K30, N60P60K60, N90P90K90, N120P120K120, N180P180K180) и их сочетание с двукратной листовой подкормкой «Хелатным комплексом» (ХК) в фазы кущения и выхода в трубку (по 3,0 л/га). Основное минеральное удобрение вносили под предпосевную культивацию. В качестве источника минерального питания использовали диаммофоску (N10P26K26) и аммиачную селитру (N34,4). Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Показатель Вариант	Основное удобрение, кг ф.м./га		Листовая подкормка хелатным комплексом, л/га
	диаммофоска (N10P26K26)	аммиачная селитра (N34,4)	
N0P0K0 (контроль)	не вносили	не вносили	не применяли
N0P0K0+ХК	не вносили	не вносили	3,0+3,0
N30P30K30	115,4	53,7	не применяли
N30P30K30+ХК	115,4	53,7	3,0+3,0
N60P60K60	230,8	107,3	не применяли
N60P60K60+ХК	230,8	107,3	3,0+3,0
N90P90K90	346,2	161,0	не применяли
N90P90K90+ХК	346,2	161,0	3,0+3,0
N120P120K120	461,5	214,7	не применяли
N120P120K120+ХК	461,5	214,7	3,0+3,0
N180P180K180	692,3	322,0	не применяли
N180P180K180+ХК	692,3	322,0	3,0+3,0

В ходе полевого эксперимента использовали хелатный комплекс макро- и микроудобрение, хелатирующее вещество – янтарная кислота, которая выступает ещё как агента стимулирующий энергетический обмен в растениях и способствует активному развитию корневой системы, хелатный комплекс обладает высокой биодоступностью макро и микро элементов питания. «Хелатный комплекс» разработан на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ, элементный состав представлен основными макроэлементами (азот (амидная форма) 82 г/л, подвижный фосфор и калий 82 г/л) и микроэлементами (сера 30 г/л, магний 19 г/л, марганец 0,5 г/л, медь 0,24 г/л, цинк 0,17 г/л, бор 0,13 г/л, молибден 0,06 г/л и кобальт 0,03 г/л).

Средства химизации посевов ярового ячменя включали борьбу с болезнями, вредителями, сорняками и полеганием. Перед посевом семена обрабатывали фунгицидом и инсектицидом Оплот Трио, ВСК (0,5 л/т) + Табу Нео, СК (0,5 л/т). В фазу кущения баковой смесью гербицидов Балерина, СЭ (0,3 л/га) + Ластик Экстра, КЭ (0,8 л/га), инсектицид Борей Нео, СК (0,1 л/га), фунгицид Кредо, СК (0,5 л/га) и поверхностно-активного вещества Оксанол Агро, Ж (0,1 л/га). В фазу выхода в трубку

- инсектицид Борей Нео, СК (0,1 л/га), фунгицид Колосаль Про, КМЭ (0,3 л/га), регулятора роста Рэгги, ВК (1,0 л/га) и поверхностно-активного вещества Оксанол Агро, Ж (0,1 л/га). В фазу колошения - инсектицид Борей Нео, СК (0,1 л/га), фунгицид Колосаль Про, КМЭ (0,3 л/га) и поверхностно-активного вещества Оксанол Агро, Ж (0,1 л/га).

Площадь под опытом – 450 м², опытной деланки – 37,5 м², учётной – 25 м². Повторность трёхкратная, размещение деланок – систематическое.

Содержание азота, фосфора и калия в воздушно-сухой массе растительных образцов определяли в лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием Брянского государственного аграрного университета в строгом соответствии с утверждёнными государственными стандартами (ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 13496.4-93).

Расчёт баланса основных элементов питания определяли, как разницу между количеством поступивших минеральных элементов (с учётом внесения удобрений, пересчитанных на элемент) и величиной их выноса с основной продукцией сельскохозяйственных культур, методика расчёта базировалась на общепринятых подходах [7]. При этом для корректного перевода массы оксидов минеральных удобрений в массу соответствующего элемента использовали установленный коэффициент пересчёта, что обеспечило точность итоговых показателей. Солому в расчёты не включали, поскольку она использовалась в качестве органического удобрения под последующую культуру в севообороте. Статистическую обработку полученных результатов проводили по методике Б.А. Доспехова [4].

Результаты исследования. В таблице 2 представлены средние за три года данные о содержании азота, фосфора и калия в воздушно-сухой массе зерна ярового ячменя по вариантам применения различных систем удобрения. При этом необходимо отметить, что изменчивость показателя содержания азота в зерне по годам исследования была незначительной, не зависела от варианта системы удобрения, коэффициент вариации (V,%) был ниже 10%. Изменчивость показателя содержания фосфора в зерне зависела от варианта применения системы удобрения и колебалась от незначительной до значительной. Изменчивость показателя содержания калия в зерне зависела от варианта применения системы удобрения, и колебалась от незначительной до средней.

Таблица 2 – Содержание макроэлементов в зерне ярового ячменя (среднее за 2022-2024 гг.), %, на воздушно-сухую массу

Вариант	Азот	V, %	Фосфор	V, %	Калий	V, %
N0P0K0 (контроль)	1,35	1,1	0,44	11,13	0,46	2,17
N0P0K0+ХК	1,34	3,7	0,39	16,63	0,44	1,30
N30P30K30	1,50	1,4	0,45	13,88	0,48	8,36
N30P30K30+ХК	1,45	2,8	0,39	21,91	0,43	10,14
N60P60K60	1,73	3,3	0,49	10,00	0,51	4,11
N60P60K60+ХК	1,61	2,5	0,41	22,87	0,46	4,98
N90P90K90	1,80	4,2	0,47	18,46	0,54	9,56
N90P90K90+ХК	1,89	2,7	0,47	23,27	0,50	10,94
N120P120K120	1,83	5,9	0,51	10,19	0,58	12,40
N120P120K120+ХК	1,91	3,0	0,47	15,80	0,54	9,56
N180P180K180	1,90	4,0	0,53	6,80	0,61	13,82
N180P180K180+ХК	1,95	2,1	0,50	7,62	0,55	13,07
HCP ₀₅	0,09	—	0,05	—	0,05	—

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о прямой зависимости между дозами применения минерального удобрения и уровнем накопления азота в зерне, чем выше доза, тем больше содержание элемента в урожае в сравнении с контрольным вариантом. Так, в варианте без применения минерального удобрения значение содержания азота находится на уровне 1,35 %, внесение дозы N30P30K30 достоверно повышало этот показатель до 1,50%, дозы N60P60K60 – до 1,73%, N90P90K90 – до 1,80%, N120P120K120 – до 1,83%. Максимальное содержание азота в зерне на вариантах без листовых подкормок зафиксировано при внесении дозы N180P180K180 (1,90%).

Экспериментальные данные показали, что использование листовой подкормки хелатным комплексом при применении минерального удобрения в диапазоне доз N90P90K90 – N180P180K180 обеспечивает лишь умеренное увеличение содержания азота в зерне, прирост составил 0,05-0,09 % в сравнении с вариантом без применения подкормок, а итоговые значения достигли 1,89-1,95 %. На вариантах с низкими дозами минеральных удобрений положительное влияние хелатного комплекса на накопление азота в зерне проявлялось в меньшей степени (N30P30K30 и N60P60K60) и варианте с использованием листовой подкормки по неудобренному фону (N0P0K0 + ХК), листовая подкормка приводила к снижению накопления азота в зерне. Содержание азота снижалось от 1,35 до 1,34% (вариант N0P0K0 + ХК), от 1,50 до 1,45% (вариант N30P30K30 + ХК) и от 1,73 до 1,61% (вариант N60P60K60 + ХК). На вариантах N0P0K0 + ХК и N30P30K30 + ХК выявили не существенное на 0,01% и 0,05% снижение содержания азота, в варианте N60P60K60 + ХК существенное – на 0,12%.

В зерне ярового ячменя содержание фосфора варьировало от 0,39% (варианты N0P0K0+ХК и N30P30K30+ХК) до 0,53% (вариант N180P180K180). На контрольном варианте оно составило 0,44%. Внесение возрастающих доз минеральных удобрений повышало его концентрацию до 0,45-0,53%. При этом на вариантах N30P30K30 и N90P90K90 повышение содержания фосфора было несущественным (на 0,01 и 0,03%). На варианте N60P60K60 – в пределах ошибки опыта (0,05%), на вариантах N120P120K120 и N180P180K180 – существенным (на 0,07 и 0,09%).

Применение двукратной листовой подкормки хелатным комплексом на всех изученных вариантах опыта, кроме N90P90K90, снижало содержание фосфора в зерне на 0,03 (вариант N180P180K180+ХК)-0,08% (N60P60K60+ХК). Достоверное снижение его содержания от действия листовых подкормок зафиксировано на вариантах N30P30K30+ХК и N60P60K60+ХК. На вариантах N90P90K90 и N90P90K90+ХК концентрация фосфора в зерне была одинаковой и составила 0,47%.

По калию наблюдалась аналогичная тенденция, как по азоту и фосфору. Наибольшее накопление калия в зерне (0,61%) зафиксировано на варианте с максимальной дозой удобрения (N180P180K180), на контроле – минимум (0,46%). При этом подкормки хелатным комплексом на всех вариантах опыта приводили к снижению концентрации калия в зерне от уровня 0,46-0,61% до 0,43-0,55%. Разница составила от 0,03% (N30P30K30) до 0,06% (N180P180K180).

Баланс элементов питания при возделывании ярового ячменя сорта Грэйс представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Баланс элементов питания при возделывании ярового ячменя

Вариант	Поступление, кг/га			Вынос, кг/га			Баланс, кг/га		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N0P0K0 (контроль)	0,0	0,0	0,0	26,7	8,7	9,1	-26,7	-8,7	-9,1
N0P0K0+ХК	0,0	0,0	0,0	28,5	8,3	9,4	-28,5	-8,3	-9,4
N30P30K30	30,0	13,1	25,0	39,2	11,7	12,5	-9,2	1,4	12,5
N30P30K30+ХК	30,0	13,1	25,0	39,9	10,7	11,8	-9,9	2,4	13,2
N60P60K60	60,0	26,2	50,0	53,1	15,0	15,7	6,9	11,2	34,3
N60P60K60+ХК	60,0	26,2	50,0	53,5	13,6	15,3	6,5	12,6	34,7
N90P90K90	90,0	39,3	75,0	62,5	16,3	18,7	27,5	23,0	56,3
N90P90K90+ХК	90,0	39,3	75,0	70,1	17,4	18,6	19,9	21,9	56,5
N120P120K120	120,0	52,4	100,0	69,7	19,4	22,1	50,3	33,0	77,9
N120P120K120+ХК	120,0	52,4	100,0	78,7	19,4	22,2	41,3	33,0	77,8
N180P180K180	180,0	78,6	150,0	75,2	21,0	24,2	104,8	57,6	125,8
N180P180K180+ХК	180,0	78,6	150,0	85,6	22,0	24,1	94,4	56,7	125,9

На контрольном варианте и варианте применения двукратной листовой подкормки «Хелатным комплексом» баланс азота, фосфора и калия закономерно был отрицательным. Поскольку поступление макроэлементов с минеральными удобрениями на данных вариантах отсутствовало, растения потребляли питательные вещества, содержащиеся в почве, вынос с урожаем составил: азота 26,7...28,5 кг/га, фосфора 8,3...8,7 кг/га, калия 9,1...9,4 кг/га.

На вариантах N30P30K30 и N30P30K30 + ХК баланс азота оставался отрицательным (-9,2...-9,9 кг/га), в то время как по фосфору и калию стал положительным +1,4...+2,4 кг/га и +12,5...+13,2 кг/га

соответственно. Это указывает на то, что внесение 30 кг д.в. азота недостаточно для компенсации его выноса с урожаем зерна ячменя в конкретных почвенно-климатических условиях.

Положительный баланс по азоту (+6,5...+6,9 т/га) сформировался, начиная с вариантов с внесением доз минеральных удобрений и их сочетания с листовыми подкормками N60P60K60, достигая максимального избыточного уровня на вариантах N180P180K180+ХК и N180P180K180 (+94,4...+104,8 кг/га). Избыточное поступление азота по сравнению с выносом создаёт потенциальную экологическую нагрузку на окружающую среду, связанную с вымыванием нитратов и попаданием их в водоёмы и грунтовые воды.

Баланс фосфора был отрицательным только на вариантах без внесения основного удобрения (N0P0K0 и N0P0K0+ХК), на всех вариантах с внесением минеральных удобрений отмечен положительный баланс. Начиная с вариантов N30P30K30 и N30P30K30 + ХК, где баланс элемента питания составил +1,4...+2,4 кг/га, заканчивая вариантами N180P180K180 и N180P180K180 + ХК, где он достиг максимальных показателей +56,7...+57,6 кг/га.

Анализ баланса калия установил явную зависимость его от уровня минерального питания. Отрицательный баланс (-9,1...-9,4 кг/га) наблюдался только на контрольном варианте и варианте применения «Хелатного комплекса» (N0P0K0 и N0P0K0 + ХК). Применение минерального удобрения обеспечивало положительный от +12,5 до +125,9 кг/га баланс калия, что свидетельствует об эффективности применяемых систем удобрения.

Дополнительно установлено, что использование листовых подкормок хелатным комплексом в сочетании с возрастающими дозами минерального удобрения приводило к увеличению выноса питательных элементов с основной продукцией. Данный эффект напрямую связан с повышением урожайности культуры под влиянием комплексной системы питания. Однако при этом, в ряде случаев наблюдалось снижение положительного баланса (особенно по азоту) по сравнению с вариантами без подкормки, что свидетельствует о более эффективном использовании элементов питания растениями на этих вариантах и подтверждает роль хелатного комплекса в активации поглощения питательных элементов. Так, положительный баланс азота от действия хелатного комплекса снижался от 0,4 кг/га при использовании дозы N60P60K60 до 10,4 кг/га при использовании дозы N180P180K180. По фосфору снижение баланса зафиксировано на вариантах N90P90K90 (на 1,1 кг/га) и N180P180K180 (на 0,9 кг/га).

Заключение. Анализ баланса азота выявил чёткую зависимость его динамики от уровня минерального питания. Установлено, что дозы удобрений N30P30K30 и ниже не компенсируют вынос элемента с урожаем зерна, что приводит к отрицательному балансу, в результате растения вынуждены восполнять дефицит за счёт мобилизации почвенного азота, что со временем ведёт к истощению его запасов. В то же время применение удобрений в дозах N120P120K120 и выше обеспечивает положительный баланс азота, что не только покрывает текущие потребности культуры в элементе, но и создаёт условия для постепенного накопления доступных форм азота в почве, повышая её плодородие в долгосрочной перспективе, но увеличивает потенциальную экологическую нагрузку на окружающую среду.

При внесении доз минеральных удобрений N60P60K60 и N90P90K90, а также их сочетания с листовыми подкормками, наблюдается положительный баланс макроэлементов: по азоту +6,5...+6,9 и +19,9...+27,5 кг/га; по фосфору +11,2...+12,6 и +21,9...23,0 кг/га, по калию +34,3...+34,7 и +56,3...+56,5 кг/га соответственно. Эти варианты минерального питания наиболее в данных почвенно-климатических условиях определяют наилучший баланс элементов питания при возделывании ярового ячменя сорта Грэйс.

Список источников

1. Алиев А.М., Старостина Е.Н., Ивашенков Г.А. Влияние комплексного применения средств химизации на баланс питательных элементов в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие. 2022. № 6. С. 52-54.
2. Артюхова О.А., Гладышева О.В., Свирина В.А. Вынос питательных элементов урожаем ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания // Плодородие. 2021. № 4. С. 6-10.

3. Оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах Центрального региона России / Н.В. Войтович, П.М. Политыко, А.В. Осипова и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 2. С. 3-8.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 358 с.
5. Захаров Н.Г., Хайртдинова Н.А. Использование минеральных удобрений в технологии возделывания ячменя сорта Камашевский на черноземе выщелоченном в условиях Ульяновской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 64-69.
6. Влияние доз минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность, химический состав и вынос элементов питания с урожаем ярового ячменя Камашевский / Ч.М. Исламова, И.Н. Хохряков, И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2. С. 18-25.
7. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. М., 2017. 854 с.
8. Минченко Ж.Н., Лазарев В.И. Эффективность применения удобрений с микроэлементами в посевах ярового ячменя в условиях Курской области // Агрохимия. 2023. № 8. С. 29-37.
9. Перспективы применения полифункциональных хелатных комплексов для формирования высоких урожаев пивоваренного ячменя / В.М. Никифоров, А.Л. Силаев, Г.В. Чекин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 6. С. 8-14.
10. Шаfran С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщ. 1. Азотные удобрения // Агрохимия. 2021. № 7. С. 27-35.

Информация об авторах:

Н.М. Пасечник – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, hataxa_pas@mail.ru

В.М. Никифоров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vovan240783@yandex.ru

Е.В. Смольский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. e-mail: sev_84@mail.ru

Л.П. Харкевич – доктор сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Новозыбковской СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Information about the authors:

N.M. Pasechnik – postgraduate student at the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, hataxa_pas@mail.ru

V.M. Nikiforov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, vovan240783@yandex.ru

Ye.V. Smol'sky – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Agronomy, Breeding, and Seed Production, Bryansk State Agrarian University. e-mail: sev_84@mail.ru

L.P. Harkevich – Doctor of Agricultural Sciences, researcher at the Novozybkovsky Agricultural Research Center, a branch of the V.R. Williams Scientific Research Center.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 27.04.2026, одобрена после рецензирования 21.05.2026, принята к публикации 10.09.2026.

The article was submitted 27.04.2026, approved after reviewing 21.05.2026; accepted for publication 10.09.2026.

© Пасечник Н.М., Никифоров В.М., Смольский Е.В., Харкевич Л.П.