

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ОВСОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА

О. В. МУРЗОВА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 31.08.2022)

В статье приведены результаты трехлетних исследований с пленчатым и голозерным овсом, где изучено влияние новых форм комплексных удобрений, микроудобрений и регулятора роста на динамику потребления макроэлементов (азота, фосфора и калия). Повышенным содержанием азота в зерне пленчатого овса сорта Запавет отличались варианты с применением комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{80}P_{60}K_{90}+N_{30}$ и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$ (2,21 и 2,34 %). Содержание фосфора в зерне по вариантам опыта изменялась незначительно. Наибольшее количество калия в зерне было в варианте с использованием Нутриванта плюс (0,61 %) и микроудобрения МикроСтим-Медь Л (0,62 %) на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. Наибольший удельный вынос азота (24,2–26,3 кг) был в вариантах с использованием микроудобрения МикроСтим-Медь Л, комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$, а фосфора (11,8 кг) наблюдался в варианте при некорневой подкормке Адобом Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ и калия (28,3 кг) при некорневой подкормке МикроСтимом-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. Что касается голозерного сорта овса, то наибольшее содержание азота в зерне (2,77 %) наблюдалось в варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$. Максимальное содержание фосфора в зерне зафиксировано при некорневой подкормке Нутривантом плюс (1,13 %), а калия в зерне (0,39–0,40 %) было в вариантах МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и при использовании регулятора роста Экосил на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$, Нутриванта плюс на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. У этого сорта овса удельный вынос азота максимальных величин (28,2–30,1 кг) достигал в вариантах с использованием к МикроСтима-Медь Л и Нутриванта плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, АФК с В, Си и Мн + N_{30} и Адоба Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$.

Ключевые слова: овес, удобрения, микроудобрения, регулятор роста, общий азот, фосфор, калий.

The article presents the results of three-year studies with filmy and naked oats, where the influence of new forms of complex fertilizers, micro-fertilizers and a growth regulator on the dynamics of consumption of macronutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) was studied. Variants with the use of complex fertilizer Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ and micronutrient fertilizer Adobe Copper against the background of $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$ (2.21 and 2.34 %) differed in the increased nitrogen content in the grain of filmy oats of the Zapavet variety. The content of phosphorus in the grain according to the variants of the experiment changed slightly. The highest amount of potassium in the grain was in the variant with the use of Nutrivant plus (0.61 %) and micro-fertilizer MicroStim-Copper L (0.62 %) against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. The highest specific nitrogen removal (24.2–26.3 kg) was in the variants with the use of MicroStim-Copper L microfertilizer, Nutrivant plus complex fertilizer against the background of $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ and Adobe Copper microfertilizer against the background of $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$, and phosphorus (11.8 kg) was observed in the variant with foliar top dressing with Adobe Copper against the background of $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ and potassium (28.3 kg) with foliar top dressing with MicroStim-Copper L against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. As for the naked oat variety, the highest nitrogen content in the grain (2.77 %) was observed in the variant with the use of Adobe Copper microfertilizer against the background of $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$. The maximum content of phosphorus in the grain was recorded with foliar feeding with Nutrivant plus (1.13 %), and potassium in the grain (0.39–0.40 %) was in the MicroStim-Copper L variants against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ and when using the Ecosil growth regulator against the background of $N_{90}P_{60}K_{90}$, Nutrivant plus against the background of $N_{90}P_{60}K_{90}$ and $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. In this variety of oats, the specific nitrogen removal of maximum values (28.2–30.1 kg) was achieved in the variants with the use of MicroStim-Copper L and Nutrivant plus against the background of $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, NPK with B, Cu and Mn + N_{30} and Adobe Copper against the background of $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$.

Key words: oats, fertilizers, micro-fertilizers, growth regulator, total nitrogen, phosphorus, potassium.

Введение

Одним из основных критериев оценки хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий наряду с увеличением объема производства становится качество продукции. На повышение качества зерна положительное воздействие оказывают агротехнические приемы: соблюдение севооборотов, подбор предшественника, оптимальные нормы высева, применение регуляторов роста и химических средств защиты. Однако среди перечисленных факторов наиболее существенное действие на улучшение качества сельскохозяйственных культур оказывают минеральные удобрения, которые, повышая урожайность растений, изменяют содержание в них не только важных для человека и животных элементов питания, но и накопление белков, сахаров, жиров, крахмала и других веществ. Использование удобрений без учета биологических особенностей культур, свойств почв и почвенно-климатических условий иногда может привести к снижению качества урожая. Действие удобрений на качественный состав растений определяется тем, что питательные вещества, поступающие в растения из удобрений, входят в состав важнейших органических соединений и повышают их содержание в урожае. Кроме того, отдельные элементы питания оказывают влияние на активность ферментативных систем растений. Следует иметь в виду, что управлять процессом питания и получать необходимый

эффект в формировании качественной продукции можно лишь при научно-обоснованном применении удобрений, с учетом биологических и физиологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных условий, степени кислотности и запасов гумуса, фосфора и калия, а также факторов внешней среды [1].

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению в производство ресурсосберегающих систем удобрений сельскохозяйственных культур [2]. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, являются удобрения [3].

Для создания урожая растения потребляют определенное количество питательных элементов в различных соотношениях. Это зависит от наследственной природы растений, применения удобрений и условий внешней среды. Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания характеризуется содержанием их в растениях. Содержание азота и зольных элементов в растениях зависит от биологических особенностей культуры. Так, максимальное содержание азота характерно для бобовых культур, калия – для кормовых корнеплодов, картофеля [4, 5].

Химический состав растений непостоянен в течение вегетации. В первые фазы роста и развития поглощение элементов питания культурой значительно опережает синтез ими органических веществ, поэтому содержание элементов питания в этот период выше, чем в конце вегетации. Кроме того, растения во второй половине вегетации теряют некоторые элементы, прежде всего калий. Потери элементов питания объясняются отмиранием и опадением старых листьев, а потери калия – еще и вымыванием дождями из надземных органов. Величина удельного выноса питательных веществ у одних и тех же культур может существенно (в 1,5 раза и более) различаться в зависимости от почвенных условий, уровня урожайности, сорта, дозы внесения удобрений, погодных условий, орошения и т.д. Вынос элементов питания, как правило, увеличивается при внесении удобрений. В оптимальных условиях растение более экономно расходует элементы питания [4, 5].

Цель исследований – изучить динамику накопления и вынос основных элементов питания пленчатым и голозерным овсом в зависимости от применения новых форм комплексных удобрений, микроудобрений и регулятора роста.

Основная часть

Полевые исследования с овсом проводили в 2013–2015 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Пахотный слой почвы по годам исследований характеризовался следующими агрохимическими показателями: кислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,1–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижного соединения фосфора (225–318 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного соединения калия (173–238 мг/кг), низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,2–2,2 мг/кг). Почва опытного участка по степени окультуренности относится к среднеокультуренной ($I_{ок}$ – 0,76).

Объектами исследований являлись включенные в Государственный реестр сортов по Республики Беларусь пленчатый сорт овса Запавет (включен в реестр в 2006 году) и голозерный сорт овса Гоша (включен в реестр в 2009 году). Оба сорта выведены в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность – четырехкратная. Метод размещения вариантов в повторении – рендомизированный. Посев осуществлялся в 2013 году 13 мая, а в 2014–2015 гг. – 23 и 24 апреля. Посев овса осуществлялся навесной сеялкой «RAU» с шириной захвата 3 м. Глубина заделки семян – 3–4 см. Предшественник – зерновые культуры.

Схема опыта с овсом включала следующие варианты: 1. Без удобрений; 2. N₁₆P₆₀K₉₀; 3. N₆₀P₆₀K₉₀; 4. N₉₀P₆₀K₉₀; 5. N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀; 6. N₉₀P₆₀K₉₀ + Экосил; 7. N₉₀P₆₀K₉₀ + МикроСтим-Медь Л; 8. N₉₀P₆₀K₉₀ + Адоб Медь; 9. N₉₀P₆₀K₉₀ + Нутривант плюс; 10. АФК с В, Cu, Mn + N₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 5); 11. N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ + Нутривант плюс; 12. N₆₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ + МикроСтим-Медь Л; 13. N₈₀P₇₀K₁₂₀ + N₄₀ + Адоб Медь.

Обработка почвы включала: зяблевую вспашку, осеннюю культивацию, весеннюю культивацию, предпосевную обработку.

При уходе за посевами проводили обработку гербицидом Прима, СЭ 306,25 г/л в дозе 0,6 л/га (фаза кущения), фунгицидом Рекс Дуо, КС 497 г/л в дозе 0,6 л/га и инсектицидом Биская, МД 240 г/л в дозе 200 г/га. Протравливание семян овса проводили препаратом Кинто-Дуо – 2,5 л/т семян. В опытах вносили карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P₂O₅) и хлористый калий (60 % K₂O). Также применяли новое комплексное удобрение (АФК с 0,1 % В, 0,15 % Cu и 0,1 % Mn) для основного внесения, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, водорастворимое ком-

плексное удобрение Нутривант плюс израильского производства, белорусское комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и польское микроудобрение Адоб Медь, регулятор роста Экосил.

В течение вегетации растений были проведены фенологические, биометрические наблюдения и учеты. Уборку проводили комбайном Сампо-500 в фазу полной спелости зерна. Урожай учитывали поделочно. Данные урожайности приводили к 14 % влажности [5].

Метеорологические условия по годам исследований при возделывании пленчатого и голозерного овса были неодинаковыми как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

В целом, вегетационные периоды 2014–2015 гг. оказались благоприятными для формирования урожая овса, что и обеспечивало получение самой высокой урожайности этой культуры из трех лет проведения опытов. Посев (23 апреля) и уборка (7 августа 2014 года и 11 августа 2015 года) овса в эти годы исследований проводились в оптимальные сроки. Технология возделывания общепринятая для Республики Беларусь [5].

Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [6] и М. Ф. Дембицкому [7].

Применение удобрений наиболее существенное влияние оказало на содержание азота в зерне и соломе овса. При внесении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ по сравнению с вариантом без внесения удобрений содержание азота в зерне пленчатого овса сорта Запавет возросло в среднем за три года исследований на 0,14, 0,28, 0,33 и 0,45 % и в соломе на 0,05, 0,11, 0,14 и 0,15 %.

Способствовало некоторому возрастанию содержания в зерне овса азота применение регулятора роста Экосил, некорневые подкормки посевов овса комплексным удобрением Нутривант плюс, микроудобрением МикроСтим-Медь Л и Адоб Медь на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$, а также использование МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$. Повышенным содержанием азота в зерне отличались и варианты с применением комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ и микроудобрения Адоб Медь на фоне максимальных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$ (2,21 и 2,34 %). Максимальное содержание азота в соломе пленчатого овса (0,74 %) наблюдалось в варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$.

Содержание фосфора в зерне и соломе пленчатого овса в среднем за три года по вариантам опыта изменялась незначительно. В большинстве удобряемых вариантах в зерне оно было несколько выше, чем в вариантах без внесения удобрений. Наибольшее количество калия в зерне было в варианте с использованием комплексного удобрения Нутривант плюс (0,61 %) и микроудобрения МикроСтим-Медь Л (0,62 %) на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро- микроудобрений и регуляторов роста на содержание основных элементов питания в зерне и соломе пленчатого овса сорта Запавет в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант	Зерно, % в сухом веществе			Солома, % в сухом веществе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	1,57	0,79	0,52	0,39	0,42	2,56
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	1,71	0,83	0,53	0,44	0,44	2,57
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	1,85	0,84	0,54	0,50	0,48	2,48
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	1,90	0,85	0,56	0,53	0,41	2,58
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	2,02	0,92	0,60	0,54	0,43	2,49
6. Фон 1 + Экосил	2,04	0,87	0,56	0,55	0,35	2,66
7. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	2,07	0,89	0,58	0,58	0,34	2,67
8. Фон 1 + Адоб Медь	2,09	0,91	0,58	0,61	0,31	2,73
9. Фон 1 + Нутривант плюс	2,10	0,91	0,61	0,62	0,39	2,66
10. АФК с В, Сu, Мп + N_{30} (эквивалентный по НРК варианту 5)	2,06	0,94	0,57	0,73	0,42	2,67
11. Фон 2 + Нутривант плюс	2,21	0,88	0,53	0,73	0,37	2,54
12. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	2,11	0,94	0,62	0,73	0,42	2,73
13. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	2,34	0,94	0,55	0,74	0,44	2,65
НСР ₀₅	0,08	0,05	0,09	0,07	0,08	0,20

В целом по опыту в зерне пленчатого овса не отмечалось достоверного повышения или понижения содержания калия в зерне и соломе в удобряемых вариантах опыта.

При внесении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ по сравнению с вариантом без внесения удобрений содержание азота в зерне голозерного овса сорта Гоша возрастало в среднем за три года на 0,16, 0,21, 0,26 и 0,29 % и в соломе на 0,09, 0,13, 0,17 и 0,27 % соответственно (табл. 2).

Наибольшее содержание азота (2,77 %) в зерне голозерного овса в среднем за 2013–2015 гг. наблюдалось в варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне повышенных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$. Повышенным содержанием азота в зерне (2,69 %) отличается и вариант с применением нового комплексного удобрения для основного внесения под яровые зерновые культуры АФК с В, Сu и Мп + N_{30} .

В удобряемых вариантах опыта по сравнению с неудобренным контролем несколько возросло содержание фосфора в зерне. Максимальное его содержание в зерне зафиксировано при некорневой подкормке комплексным удобрением Нутривант плюс (1,13 %), а также в варианте с применением микроудобрения МикроСтим-Медь Л (1,09 %) на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

Содержание калия в зерне голозерного сорта овса в удобряемых вариантах по сравнению с вариантом без удобрений не изменялось или незначительно возрастало.

Наибольшее количество калия в зерне (0,39–0,40 %) было в вариантах МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и при использовании регулятора роста Экосил на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$, Нутриванта плюс на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

Также с изменениями азота, фосфора и калия в зерне изменялось содержание данных элементов и в соломе голозерного овса сорта Гоша. Максимальное содержание азота в соломе (0,75 %) наблюдалось также, как и в зерне в варианте с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне повышенных доз удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$. Содержание фосфора и калия в соломе возрастало незначительно по вариантам опыта (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на содержание основных элементов питания в зерне и соломе голозерного овса сорта Гоша в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант	Зерно, % в сухом веществе			Солома, % в сухом веществе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	2,15	0,82	0,36	0,41	0,42	2,16
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	2,32	1,04	0,39	0,50	0,49	2,07
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	2,36	1,06	0,38	0,54	0,44	2,30
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	2,41	1,01	0,37	0,58	0,44	2,39
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	2,44	1,03	0,38	0,63	0,37	2,31
6. Фон 1 + Экосил	2,49	1,05	0,39	0,64	0,42	2,20
7. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	2,52	1,00	0,37	0,61	0,42	2,29
8. Фон 1 + Адоб Медь	2,59	1,01	0,38	0,59	0,32	2,25
9. Фон 1 + Нутривант плюс	2,54	1,07	0,39	0,59	0,39	2,05
10. АФК с В, Сu, Мп + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 5)	2,69	1,06	0,38	0,63	0,44	2,37
11. Фон 2 + Нутривант плюс	2,63	1,13	0,39	0,68	0,43	2,19
12. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	2,64	1,09	0,40	0,65	0,44	2,12
13. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	2,77	1,08	0,36	0,75	0,41	2,34
НСР ₀₅	0,1	0,04	0,02	0,08	0,08	0,30

Потребность растений в элементах питания определяется по их выносу с урожаем. Растения потребляют преимущественно те питательные вещества, которые им необходимы, что обусловлено их биологическими особенностями и характеризует избирательность поглощения элементов питания растениями. Большинство сельскохозяйственных культур больше выносят азота, меньше калия и еще меньше фосфора. Зерновые культуры выносят больше азота [4, 5].

По годам исследований общий вынос питательных элементов изменялся в зависимости от содержания основных элементов питания в зерне и соломе пленчатого и голозерного овса, а также от урожайности основной и побочной продукции (табл. 3).

Таблица 3. Вынос элементов питания пленчатым овсом сорта Запавет в зависимости от применения комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос 1 т основной и побочной продукции, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	49,1	30,3	82,3	16,8	10,3	25,9
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	66,7	39,0	101,4	18,4	10,9	26,1
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	81,7	45,5	108,6	20,2	11,3	25,4
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	98,3	50,8	134,3	20,8	10,7	26,5
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	104,5	54,4	131,2	21,8	11,5	26,1
6. Фон 1 + Экосил	118,9	54,9	157,1	22,1	10,4	27,2
7. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	124,3	55,5	161,7	22,6	10,5	27,4
8. Фон 1 + Адоб Медь	124,6	54,1	163,9	23,1	10,4	27,9
9. Фон 1 + Нутривант плюс	125,6	58,0	160,7	23,3	11,1	27,5
10. АФК с В, Сu, Мп + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 5)	131,7	62,0	161,7	23,8	11,6	27,3
11. Фон 2 + Нутривант плюс	140,9	59,1	158,3	25,1	10,7	25,9
12. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	137,2	64,0	171,4	24,2	11,6	28,3
13. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	154,1	66,5	171,0	26,3	11,8	27,0

Наименьший общий вынос азота, фосфора и калия пленчатым овсом наблюдался в варианте без удобрений. Выше он был в вариантах при внесении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

Более высокий общий вынос азота (140,9 кг/га) был в варианте с использованием Нутриванта плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и Адоба Медь на фоне повышенных доз минеральных удобрений $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ (154,1 кг/га).

По годам исследований общий вынос азота и фосфора как у пленчатого, так и у голозерного сорта овса находился почти на одном уровне, а калия в 2013 году был ниже, чем в 2014 и 2015 гг.

Удельный вынос элементов питания по вариантам опыта варьировал в значительно меньших пределах. Наименьший удельный вынос азота и фосфора на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции овса зафиксирован в контрольном варианте. Удельный вынос азота наибольших величин (24,2–26,3 кг/т) в среднем за три года достигал в вариантах с использованием микроудобрения МикроСтим-Медь Л, комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$. У пленчатого овса максимальный удельный вынос фосфора (11,8 кг/т) наблюдался в варианте при некорневой подкормке микроудобрениями Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$ и калия (28,3 кг/т) при применении МикроСтима-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$.

Также как и у пленчатого сорта, у голозерного сорта овса наименьший общий вынос азота, фосфора и калия находился в варианте без удобрений. Несколько выше он наблюдался в вариантах при внесении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

Наибольший общий вынос азота (113,8 кг/га) у голозерного овса был также как, и у пленчатого овса в варианте с использованием Нутриванта плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и Адоба Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$. Наименьший удельный вынос азота и фосфора на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции голозерного овса отмечен в варианте без удобрений. Удельный вынос азота максимальных величин (28,2–30,1 кг/т) достигал в вариантах с использованием жидкого микроудобрения МикроСтим-Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, нового комплексного удобрения для основного внесения под яровые зерновые культуры АФК с В, Сu и Мп + N_{30} и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ (табл. 4).

Таблица 4. Вынос элементов питания голозерным овсом сорта Гоша в зависимости от применения комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос 1 т основной и побочной продукции, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	47,6	25,3	51,0	21,9	12,0	21,3
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	62,1	32,6	56,9	24,2	13,1	20,8
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	74,8	37,9	71,7	24,8	12,8	22,6
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	82,5	39,2	78,3	25,5	12,3	23,2
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон 2	89,4	40,3	80,8	26,3	12,1	22,7
6. Фон 1 + Экосил	99,1	46,2	82,9	27,0	12,6	21,9
7. Фон 1 + МикроСтим-Медь Л	100,6	45,1	88,0	26,8	12,2	22,5
8. Фон 1 + Адоб Медь	107,6	44,3	91,0	27,2	11,3	22,1
9. Фон 1 + Нутривант плюс	108,5	49,6	87,9	26,8	12,5	20,6
10. АФК с В, Сu, Мп + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 5)	113,0	49,5	96,2	28,4	12,8	23,1
11. Фон 2 + Нутривант плюс	113,8	52,8	91,6	28,3	13,3	21,7
12. Фон 2 + МикроСтим-Медь Л	109,7	50,6	86,0	28,2	13,1	21,2
13. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ + Адоб Медь	120,6	50,1	95,1	30,1	12,7	22,7

Максимальный удельный вынос фосфора (13,3 кг/т) у голозерного овса сорта Гоша наблюдался в варианте при двукратной обработке посевов овса комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и калия (23,1 кг/т) в варианте при использовании АФК с В, Сu, Мп + N_{30} для основного внесения. Следует отметить, что голозерный сорт по сравнению с пленчатым отличался большим удельным выносом азота и фосфора и меньшим – калия [5, 8].

В опытах, проведенных 2009–2011 гг. Ю. В. Коготько на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на мелкосемянном сорте проса Галинка, наибольшая концентрация азота, фосфора и калия в период вегетации достигалась в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применялась инкрустация семян хелатной формой меди. Данная система применения удобрений обеспечивала получение максимальной продуктивности зерна – 44,0 ц/га, при общем выносе урожаем азота – 121,4 кг/га, фосфора – 53,1 и калия – 162,3 кг/га. На крупносемянном сорте проса Дружба 2 наибольшая урожайность зерна (46,5 ц/га) обеспечивалась при инкрустации семян хелатной формой меди на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, где в данном варианте опыта к фазе молочно-восковой спелости наблюдалась высокая концентрация фосфора и калия. Общий вынос элементов питания при данной системе применения удобрений по азоту составил 118,6 кг/га, фосфору – 56,3 и калию – 173,3 кг/га [9].

Также в опытах, проведенных 2015–2017 гг. Н. В. Барбасовым на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА», максимальное содержание в зерне ячменя сорта Батяка азота (2,09 %), фосфора (0,90 %)

и калия (0,71 %) отмечалось в варианте с использованием МикроСтима-Медь Л на фоне $N_{80+40}P_{70}K_{120}$, где применялись повышенные дозы азота, фосфора и калия. В этом же варианте опыта у сорта Якуб содержание азота, фосфора и калия также было максимальным: 2,07, 0,88 и 0,71 % соответственно. Максимальный удельный вынос азота, фосфора и калия у раннеспелого сорта ячменя Батяка (21,9, 10,3 и 25,3 кг/т) и у среднепозднего сорта ячменя Якуб (23,0, 10,5 и 25,7 кг/т соответственно) получен в варианте с высокими дозами азота, фосфора и калия ($N_{80}P_{70}K_{120}$) в сочетании с азотной (N_{40}) и некорневой подкормкой МикроСтимом-Медь Л [8, 10].

Заключение

Удельный вынос азота наибольших величин (24,2–26,3 кг) у пленчатого сорта овса достигал в вариантах с использованием микроудобрения МикроСтим-Медь Л, водорастворимого комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}$ и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120}+N_{40}$. Максимальный удельный вынос фосфора (11,8 кг) наблюдался в варианте при некорневой подкормке микроудобрением Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ и калия (28,3 кг) при некорневой подкормке комплексным микроудобрением МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$. У голозерного сорта овса удельный вынос азота максимальных величин (28,2–30,1 кг) достигал в вариантах с использованием комплексного микроудобрения МикроСтим-Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$, нового комплексного удобрения для основного внесения под яровые зерновые культуры АФК с В, Си и Мп + N_{30} и микроудобрения Адоб Медь на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и средств химизации при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистых легкосуглинистой и супесчаной почвах / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко, М. М. Ломонос, О. Г. Кулеш, А. А. Грачева // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – С. 115–121.
2. Применение новых форм удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 34 с.
3. Вильдфлуш, И. Р. Продуктивность и баланс элементов питания в звене севооборота кукуруза-яровая пшеница-горох в зависимости от применяемых систем удобрения / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, И. В. Михалева // Вестник Белорусской гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 30–34.
4. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.
5. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова. – Горки, 2017. – 164 л.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
7. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
8. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш, О. В. Мурзова, О. И. Мишура, Н. В. Барбасов. – Горки: БГСХА, 2021. – 161 с.
9. Персикова, Т. Ф. Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации и урожайность зерна проса / Т. Ф. Персикова, Ю. В. Коготько // Вестник БГСХА. – 2020. – № 4. – С. 60–65.
10. Барбасов, Н. В. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на продуктивность, вынос элементов питания и аминокислотный состав зерна ячменя кормового назначения // Вестник БГСХА. – 2019. – № 4. – С. 116–121.
11. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2017. – 23 с.