

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, А. А. КУЛЕШОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: anutik_758@mail.ru

(Поступила в редакцию 08.06.2022)

В настоящее время актуальной остается разработка новых форм комплексных удобрений, содержащих питательные вещества в сбалансированном количестве (макро- и микроэлементы), что позволяет оптимизировать питание растений и при этом снизить затраты на их применение. В данной статье представлены результаты исследований по применению новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста отечественного и зарубежного производства на урожайность, содержание и вынос элементов питания яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Максимальное содержание азота в зерне и соломе пшеницы было отмечено в варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 2,17 и 0,62 %. Наибольшее содержание фосфора в зерне наблюдалось под влиянием комплексного удобрения Нутривант плюс, в соломе – микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – 0,90 и 0,36 %. Наибольшее содержание калия в зерне и соломе яровой пшеницы отмечено при внесении удобрения Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – 0,52% и $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 1,33%. Общий вынос элементов питания растениями яровой пшеницы возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольший вынос отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант плюс – 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию. Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, урожайность, вынос элементов питания, яровая пшеница.

Currently, the development of new forms of complex fertilizers containing nutrients in a balanced amount (macro- and micro-elements) remains relevant, which makes it possible to optimize plant nutrition and at the same time reduce the cost of their use. This article presents results of research on the use of new forms of macro-, microfertilizers and growth regulators of domestic and foreign production on the yield, content and removal of nutrients in spring wheat on soddy-podzolic light loamy soil.

The maximum nitrogen content in wheat grain and straw was observed in the variant with mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{90}$ – 2.17 and 0.62 %. The highest content of phosphorus in grain was observed under the influence of complex fertilizer Nutrivant plus, in straw – microfertilizers MicroStim-Med L against the background of increased doses of mineral fertilizers $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0.90 and 0.36 %). The highest content of potassium in the grain and straw of spring wheat was observed when applying the fertilizer Adob Med against the background of $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0.52 %) and $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1.33 %). The total removal of nutrients by spring wheat plants increased with the use of macro- and microfertilizers, and the highest removal was noted in the variant $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Nutrivant plus – 155.2 kg / ha for nitrogen, 71.4 kg / ha for phosphorus and 99.8 kg / ha for potassium. The maximum specific removal in terms of nitrogen was noted in the variant $N_{60}P_{60}K_{90}$ and Adob Med against the background of $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23.9 and 23 kg/t), in terms of phosphorus – MicroStim-Med L and Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10.3 and 10.4 kg/t), for potassium – $N_{60}P_{60}K_{90}$ and $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Adob Med (15.5 and 15.3 kg/t).

Key words: macrofertilizers, microfertilizers, growth regulators, productivity, removal of nutrients, spring wheat.

Введение

Мягкая яровая пшеница выращивается практически по всему земному шару и входит в число наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Ее зерно содержит большое количество клейковинных белков и других ценных веществ, поэтому широко применяется для продовольственных целей; зерно и отруби – высококонцентрированный корм для использования в животноводстве [1].

В технологии возделывания яровой пшеницы основным фактором формирования высокой урожайности с хорошим качеством продукции является система применения удобрений, важной составляющей которой являются микроудобрения [2].

Недостаток в почве усваиваемых форм микроэлементов ведет к снижению урожая сельскохозяйственных культур и к ухудшению его качества, является причиной появления различных болезней. Оптимальным является одновременное поступление макро- и микроэлементов, особенно это касается фосфора и цинка, нитратного азота и молибдена [3].

В течение всего вегетационного периода растения испытывают потребность в основных микроэлементах, а некоторые не реутилизируются, т.е. не используются повторно в растениях. Они не передвигаются из старых органов в более молодые. Микроэлементы в биологически активной форме в настоящее время не имеют себе равных при внекорневых подкормках, которые особенно эффективны при использовании их в сочетании с макроэлементами [3, 4].

На данный момент актуальной становится разработка новых форм комплексных удобрений, содержащих более высокую концентрацию питательных веществ (макро- и микроэлементов), что способствует лучшему обеспечению растений необходимыми элементами, снижаются затраты на перевозку, хранение и внесение (на 10–11 % тратится меньше средств), обеспечивается равномерность их внесения, повышается урожайность и качество продукции, отдача от удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур и отдача от 1 кг NPK в целом [5].

Большой вклад в оценку содержания микроэлементов в почвах республики и эффективности применения микроудобрений в агротехнологиях внесли доктор с.-х. наук Г. П. Дубиковский, кандидаты с.-х. наук М. В. Рак, В. И. Матвеева, В. Н. Лебедев, И. А. Кожуро, Л. И. Лазовский, Л. С. Микулович, С. А. Титова, Г. М. Сафроновская.

В лаборатории микроэлементов РУП «Институт почвоведения и агрохимии» разработаны жидкие формы микроудобрений с биостимулятором МикроСтим. В результате представлен широкий спектр микроудобрений МикроСтим различных марок с содержанием регулятора роста гидрогумат и одного из микроэлементов (бор, медь, марганец, цинк, кобальт), или их комбинации [6].

Цель данных исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность и содержание основных элементов питания в зерне и соломе, общий и удельный вынос макро- и микроэлементов растениями яровой пшеницы.

Основная часть

Полевой опыт со среднеспелым сортом яровой пшеницы Бомбона проводили в 2018–2020 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная.

Почва имеет следующие агрохимические показатели: низкое и среднее содержание гумуса (1,5–1,6 %), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (рН_{KCl} 5,58–6,08), повышенное содержание подвижного фосфора (208–244 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (174–231 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,46–1,76 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижного цинка (2,75–3,43 мг/кг).

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев производился узкорядным способом в III декаде апреля – I декаде мая. Предшественники – горох и подсолнечник. В период вегетации проводились фенологические наблюдения за растениями, обработки гербицидами, фунгицидами и инсектицидами.

В исследованиях изучали следующие удобрения:

– карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P₂O₅ – 30 %), хлористый калий (K₂O – 60 %);

– польское микроудобрение Адоб Медь (Cu – 6,14 %, N – 2,6 %);

– комплексное удобрение марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn для основного внесения, разработанное РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси».

– израильское удобрение для некорневых подкормок Нутривант плюс (N – 6 %, P₂O₅ – 23 %, K₂O – 35 %, MgO – 1 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Zn – 0,2 %, Cu – 0,25%, Fe – 0,05%, Mo – 0,002%);

– удобрения, произведенные в Нидерландах – Кристалон особый (N – 18 %, P₂O₅ – 18 %, K₂O – 18 %, MgO – 3 %, S – 2 %) и коричневый (N – 3 %, P₂O₅ – 11 %, K₂O – 38 %, MgO – 4 %, S – 11 %);

– польское комплексное удобрение Адоб Профит (N – 10 %, P₂O₅ – 40 %, K₂O – 8 %, MgO – 3 %, S – 2,3 %, B – 0,05 %, Mn – 0,1 %, Zn – 0,1 %, Cu – 0,1 %, Mo – 0,01 %, Fe – 0,05 %);

– белорусское микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л (N – 65 г/л; Cu – 78 г/л; гуминовые вещества – 0,6–5,0 г/л);

– регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот).

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию.

Новое комплексное удобрение (NPK) марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀), где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Микроудобрение Адоб Медь и комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л применяли в фазу начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Комплексным удобрением Нутривант плюс проводили 2 обработки в дозе 2 кг/га в фазу кущения и фазу начала выхода в трубку. Удобрение Кристалон особый в дозе 2 кг/га вносили в фазу кущения, Кристалон коричневый, 2 кг/га – в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение

ние Адоб Профит также вносили дважды в фазу кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил, 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Азотная подкормка яровой пшеницы проводилась в фазу начало выхода в трубку и фазу флагового листа. Уборку и учет урожая проводили селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» сплошным поделяночным методом. Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого [7, 8].

В опытах исследовались различные препараты для некорневой подкормки пшеницы, которые в разной степени влияли на накопление основных элементов питания в урожае.

Более высоким содержание азота в зерне было в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (2,17 %), Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (2,13 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (2,14 %). В остальных вариантах содержание азота значительно не возрастало (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на содержание основных элементов питания в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Зерно, % в сухом веществе			Солома, % в сухом веществе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	1,98	0,86	0,48	0,45	0,32	1,12
$N_{60}P_{60}K_{90}$	2,17	0,86	0,50	0,62	0,35	1,33
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	2,12	0,86	0,49	0,44	0,28	1,25
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,13	0,88	0,52	0,57	0,32	1,30
Фон 1 +МикроСтим -Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,05	0,85	0,49	0,59	0,35	1,30
Фон 1 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазу кущения	2,06	0,87	0,50	0,56	0,30	1,30
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в начале выхода в трубку (по 2 кг/га)	2,05	0,84	0,49	0,43	0,29	1,24
Фон 1 +Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	2,00	0,84	0,47	0,43	0,30	1,15
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	2,03	0,85	0,47	0,46	0,31	1,16
АФК с Cu, Mn + N_{30} (эквивалентный по NPK варианту 3)	1,89	0,83	0,46	0,57	0,33	1,16
$N_{60}P_{70}K_{120}$ + N_{30} в фазе начала выхода в трубку + N_{30} в фазе флагового листа – фон 2	2,07	0,85	0,47	0,55	0,34	1,15
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	2,01	0,85	0,45	0,55	0,36	1,20
Фон 2 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазе начала выхода в трубку	2,14	0,90	0,49	0,50	0,32	1,22
НСР ₀₅	0,13	0,02	0,02	0,14	0,02	0,14

Содержание фосфора по вариантам было достаточно стабильным и находилось в пределах 0,83–0,90 %. Максимальное содержание было в вариантах, где применялись Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,88%) и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0,90 %).

Содержание калия в зерне яровой пшеницы колебалось в незначительных пределах и несколько выше оно было в варианте Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,52 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,50%) и $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,50 %).

В соломе наиболее высоким содержание азота было в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,62 %) и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,59 %).

Содержание фосфора в соломе яровой пшеницы было достаточно стабильным и колебалось в пределах 0,28–0,36 %. Максимальное содержание отмечено в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,35 %), МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,35 %, 0,36 %).

Содержание калия в соломе значительно не изменялось. Наибольшее содержание данного элемента было отмечено в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1,33 %).

Для определения нуждаемости растений в элементах питания определялся вынос элементов питания (табл. 2). Как показали исследования, на уровень данного показателя оказывали влияние урожайность пшеницы и содержание элементов питания в основной и побочной продукции. Урожайность зерна в среднем за 3 года колебалась от 43,9 ц/га до 70,3 ц/га (табл. 2). Максимальная урожайность была получена в варианте, где применялся Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ и составила 70,3 ц/га, в этом же варианте был отмечен наибольший вынос основных элементов питания.

Общий вынос элементов питания в варианте без удобрений составил: по азоту – 90,4, по фосфору – 43,0, калию – 58,8 кг/га (табл. 2). На фоне минерального питания и некорневых подкормок значения общего и удельного выноса элементов питания возрастали. Наибольший общий вынос был отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант плюс– 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию.

Таблица 2. Урожайность зерна, общий и удельный вынос элементов питания яровой пшеницей сорта Бомбона в зависимости от применения комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Ур-ть зерна, среднее 2018–2020 гг.	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
Без удобрений	43,9	90,4	43,0	58,8	20,8	10,1	13,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	53,5	124,0	53,5	79,0	23,9	10,4	15,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	58,0	124,4	55,0	82,0	21,9	9,7	14,7
Фон 1 +Адоб Медь (0,8 л/га) в фазе начала выхода в трубку	62,3	141,3	62,4	92,1	23,0	10,3	15,3
Фон 1 +МикроСтим -Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	63,8	140,1	63,1	95,5	22,6	10,2	15,2
Фон 1 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазу кущения	64,9	143,1	63,0	96,2	22,4	10,0	15,2
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в начале выхода в трубку (по 2 кг/га)	62,4	130,6	58,7	89,7	21,3	9,7	14,6
Фон 1 +Адоб Профит в фазе кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га	63,3	130,8	60,0	84,9	20,9	9,7	13,7
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	61,7	128,7	59,3	82,4	21,4	10,0	13,8
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	66,4	136,9	64,1	89,6	21,1	10,0	13,7
N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ в фазе начала выхода в трубку + N ₃₀ в фазе флагового листа – фон 2	62,2	136,8	61,7	84,4	22,4	10,2	13,7
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л (0,7 л/га) в фазе начала выхода в трубку	69,7	149,2	69,7	96,1	21,9	10,3	14,0
Фон 2 + Нутривант плюс (2 кг/га) в фазе начала выхода в трубку	70,3	155,2	71,4	99,8	22,6	10,4	14,4
НСР ₀₅	1,0	–	–	–	–	–	–

В вариантах, где применяли минеральные удобрения в дозах N₆₀P₆₀K₉₀, N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀, по сравнению с контрольным, общий вынос по азоту увеличился на 33,6–34,0 кг/га, по фосфору на 10,5–12 кг/га, по калию на 20,2–23,2 кг/га.

Под влиянием комплексного NPK удобрения с Cu и Mn и микроудобрения Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос по азоту возрос на 15,7–16,9 кг/га, по фосфору на 7,4–8,1 кг/га, по калию на 10,1–13,5 кг/га.

Применение ряда комплексных удобрений (Нутривант плюс, Кристалон и Адоб Профит) по сравнению с фоном N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ повысило общий вынос по азоту на 6,2–18,7 кг/га, по фосфору на 3,7–8,0 кг/га, по калию на 2,9–14,2 кг/га.

При применении регулятора роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос возрос на 4,3 кг/га по азоту, на 4,3 кг/га по фосфору, на 0,4 кг/га по калию.

Внесение нового комплексного удобрения для яровых зерновых культур (NPK) марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn по сравнению со стандартными удобрениями в дозе, эквивалентной N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ общий вынос увеличился на 12,5 кг/га по азоту, 9,1 кг/га по фосфору, 7,6 кг/га по калию.

Увеличение доз азотных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) способствовало росту общего выноса, который составил 46,4 кг/га по азоту, 18,7 кг/га по фосфору, 25,6 кг/га по калию.

При применении микроудобрения МикроСтим-Медь Л на фоне повышенных доз минеральных удобрений общий вынос возрос на 12,4 кг/га по азоту, на 8 кг/га по фосфору, 11,7 кг/га по калию.

При некорневой подкормке удобрением Нутривант плюс по сравнению с фоном N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ общий вынос по азоту увеличился на 18,4 кг/га, 9,7 кг/га по фосфору, на 15,4 кг/га по калию.

В контрольном варианте удельный вынос азота, фосфора и калия 1 т основной и побочной продукцией составил 20,8, 10,1 и 13,6 кг соответственно (табл. 2). При внесении минеральных удобрений в дозах N₆₀P₆₀K₉₀ и N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ происходило повышение удельного выноса азота на 3,1 и 1,1 кг/т, фосфора на 0,3 кг/т, калия – на 1,9 и 1,1 кг/т соответственно. Комплексные удобрения и микроудобрение с регулятором роста (Адоб Медь, МикроСтим-Медь Л, Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит) на фонах N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ и N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀, а также регулятор роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ влияния на удельный вынос почти не оказывали.

Комплексное удобрение NPK с Cu и Mn практически не влияло на удельный вынос, который возрос только по фосфору на 0,3 кг/т.

Повышенные дозы минеральных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) по сравнению с контролем способствовали росту удельного выноса основной и побочной продукции на 1,6 кг/т по азоту.

Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

Заключение

1. Установлено, что максимальная урожайность зерна яровой пшеницы была получена в варианте, где применялся Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ и составила 70,3 ц/га, в этом же варианте был отмечен наибольший общий вынос основных элементов питания.

2. Наибольшее содержание азота в зерне было в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (2,17%), Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (2,13 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (2,14 %). Максимальное содержание фосфора в зерне было в вариантах, где применялись Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,88 %) и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (0,90 %). Наибольшее содержание калия в зерне яровой пшеницы было в варианте Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,52 %), Нутривант плюс на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,50 %) и $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,50 %). В соломе наиболее высоким содержанием азота было в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,62 %) и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,59 %). Максимальное содержание фосфора в соломе отмечено в вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ (0,35 %), МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (0,35 %, 0,36 %). Наибольшее содержание калия в соломе отмечено в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ (1,33 %).

3. Общий вынос элементов питания растениями яровой пшеницы возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольший вынос отмечен в варианте $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ + Нутривант – 155,2 кг/га по азоту, 71,4 кг/га по фосфору и 99,8 кг/га по калию.

4. В среднем за 3 года исследований значения удельного выноса в зависимости от доз макро- и микроудобрений изменялись по азоту от 19,6 до 24,7 кг/т, по фосфору – от 9,0 до 11,9 кг/т, по калию – от 13,3 до 16,6 кг/т.

5. Максимальный удельный вынос по азоту был отмечен в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ и Адоб Медь на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (23,9 и 23 кг/т), по фосфору МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ (10,3 и 10,4 кг/т), по калию $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы / Н. В. Гоман [и др.] // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 1 (45). – С. 30–35.
2. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на химический состав продукции и вынос элементов питания люпином узколистным / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – 1(60). – С. 211–220.
3. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. Навука, 2011. – 293 с.
4. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин [и др.]; под ред. доктора с.-х наук, профессора, чл.-кор. УААН С. Ю. Булыгина. – Дніпропетровськ «Січ», 2007. – 100 с.
5. Эффективность комплексных НРК-удобрений, получаемых из конверсионных щелоков производства сульфата калия / В. Я. Прушак [и др.] // Вес. Нац. Акад. Навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2019. – №3. – С. 286–296.
6. Хизанейшвили, Н. Э. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность корнеплодовстоловой свеклы, их качество и вынос элементов питания / Н. Э. Хизанейшвили // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №3. – С. 94–98.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
8. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактарага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.