

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И УДОБРЕНИЙ

И. Р. ВИЛЬДЛУШ, Е.И. КОГОТЬКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407 e-mail: Helena-Chirkun@yandex.by

(Поступила в редакцию 15.07.2021)

Изучено влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на динамику потребления макроэлементов (азот, фосфор, калий) надземной массой растений яровой пшеницы сортов Сабина и Тома в период вегетации. Анализ динамики содержания макроэлементов в среднем за 3 года исследований показывает, что максимальное их количество в вегетативных органах наблюдается в начальные фазы роста растений, постепенно снижаясь по мере созревания.

Обеспечение растений азотом было главным фактором в повышении урожайности и качества зерна. На сорте Сабина содержание азота в зерне (а значит и сырого белка) сильно зависело от его содержания в растениях в фазы колошения и молочной спелости. Так, коэффициент корреляции в фазу колошения составил $0,86 \pm 0,14$, в фазу молочной спелости – $0,76 \pm 0,18$. Влияние азотного питания растений на урожайность зерна сильно проявлялось в фазу выхода в трубку ($r = 0,78 \pm 0,17$).

На сорте Тома между содержанием общего азота в зерне и содержанием его в растениях в фазе колошения и молочной спелости также прослеживалась сильная прямая связь ($r = 0,83 \pm 0,16$ и $r = 0,76 \pm 0,18$). Между содержанием общего азота в надземной массе растений в фазу выхода в трубку и урожайностью зерна установлена средняя прямая связь ($r = 0,61 \pm 0,22$).

Установлены оптимальные уровни содержания элементов питания в фазу выхода в трубку (% сухого вещества), при которых получена максимальная урожайность зерна (на сорте Сабина N:P:K=3,0:1,0:7,6, на сорте Тома – 2,8:1,1:7,2), а также оптимальные уровни NPK в фазу колошения, где было максимальное содержание сырого белка (на сорте Сабина – 1,5-1,7:0,6-0,7:3,5-4,5, на сорте Тома – 1,4-1,6:0,7:3,7-3,9).

Ключевые слова: общий азот, фосфор, калий, фазы развития, яровая пшеница.

We have studied the influence of macro-, micronutrient fertilizers, growth regulators and biological products on the dynamics of consumption of macroelements (nitrogen, phosphorus, potassium) by the aboveground mass of spring wheat plants of the Sabina and Tom varieties during the growing season. Analysis of the dynamics of the content of macroelements on average over 3 years of research shows that their maximum amount in vegetative organs is observed in the initial phases of plant growth, gradually decreasing with maturation.

Providing plants with nitrogen was a major factor in increasing crop yields and grain quality. In the Sabina variety, the nitrogen content in the grain (and hence the crude protein) strongly depended on its content in plants during the heading and milk ripeness phases. So, the correlation coefficient in the earing phase was 0.86 ± 0.14 , in the phase of milk ripeness – 0.76 ± 0.18 . The influence of nitrogen nutrition of plants on grain yield was strongly manifested in the phase of stemming ($r = 0.78 \pm 0.17$).

In the Tom variety, a strong direct relationship was also observed between the total nitrogen content in grain and its content in plants in the heading and milk ripeness phase ($r = 0.83 \pm 0.16$ and $r = 0.76 \pm 0.18$). An average direct relationship ($r = 0.61 \pm 0.22$) was established between the content of total nitrogen in the aboveground mass of plants during the stemming phase and the grain yield.

The optimal levels of the content of nutrients in the phase of going into the tube (% dry matter) were established, at which the maximum grain yield was obtained (in the Sabina variety NPK = 3: 1: 7.6, in the Tom variety – 2.8: 1.1: 7.2), as well as the optimal levels of NPK in the heading phase, where there was a maximum content of crude protein (in the Sabina variety – 1.5-1.6: 0.6: 3.5-4.2, in the Tom variety – 1.5: 0.7: 3.9).

Key words: total nitrogen, phosphorus, potassium, development phases, spring wheat.

Введение

Минеральное питание растений является одним из важных и регулируемых факторов, влияющих на продуктивность растений, урожайность и качество продукции. Правильное использование воздействия минерального питания в конкретных условиях формирования урожая позволяет получать максимальное значение данных показателей [1, с. 7]. Одним из методов оценки минерального питания растений является растительная диагностика. Она не только дает информацию об обеспеченности посевов основными элементами питания в период вегетации, но и помогает рационально использовать удобрения [2, с. 409].

В последнее время для повышения урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур, а также повышения эффективности применения минеральных удобрений широкое применение получили микроудобрения, регуляторы роста и биопрепараты [3, 4, 5].

Целью наших исследований было определение содержания основных макроэлементов в растениях яровой пшеницы по фазам развития в зависимости от применяемых макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата в конкретных почвенно-климатических условиях, а также определить оптимальные уровни содержания их в растениях в критические фазы развития, при которых обеспечивается получение высокой урожайности и качества зерна.

Основная часть

Исследования проводились в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая среднекультуренная ($I_{ок} = 0,68–0,73$ ед.), слабокислая и близкая к нейтральной ($pH_{KCl} = 5,9–6,2$), с низким и средним содержанием гумуса

(1,41–1,58 %), с повышенным содержанием подвижного фосфора (172–242 мг/кг), с средним и повышенным содержанием подвижного калия (176–212 мг/кг).

В качестве объектов исследования выступали среднеспелые сорта яровой пшеницы Сабина и Тома.

В опытах под предпосевную культивацию вносили карбамид стандартный и с гуматными добавками (46 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N, 30 % P₂O₅), хлористый калий (60% K₂O). В фазу выхода в трубку (ВВСН 31-32) проводили подкормки баковыми смесями КАС (30% N) с медным купоросом (200 г/га), жидкими удобрениями ЭлеГум Медь (1 л/га), Эколист Зерновые (3 л/га), Басфолиар 36 Экстра (5 л/га), Витамар (2 л/га), МикроСил Бор, Медь (1 л/га) и регуляторами роста Эпин (80 мл/га) и Фитовитал (0,6 л/га) [2, 6]. Для обработки семян применяли Ризобактерин, препарат на основе азотфиксирующих бактерий *Klebsiella planticola* (1,1 л/т).

Агротехника опыта общепринятая, согласно отраслевому регламенту [7]. Предшествующая культура – яровой рапс. Полевой опыт закладывался в четырехкратной повторности, согласно методике Б. А. Доспехова [8].

Определение агрохимических показателей почвы, содержания элементов питания в растительных образцах по фазам развития проводили по следующим методикам: рН_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85), гумус – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), содержание в почве подвижных форм фосфора - на спектрофотометре, калия - на пламенном фотометре по методу Кирсанова (ГОСТ 26207-91), общий азот в растениях определяли по методу Кьендаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфор (P₂O₅) – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97), калий (K₂O) – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97) после мокрого озоления растительных образцов по методу ЦИНАО.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась при помощи двухфакторного дисперсионного анализа на ЭВМ (Microsoft Excel 97-2003). Установлены корреляционно-регрессионные связи между содержанием макроэлементов в надземной массе растений и урожайностью зерна, а также содержанием общего азота в зерне (Microsoft Excel 97-2003).

В среднем за 3 года исследований, содержание макроэлементов в надземной части растений яровой пшеницы двух сортов снижалось от фазы кушения до молочной спелости.

На сорте Сабина при повышении доз азотных удобрений с 16 до 65 кг д. в./га на фоне P₆₀K₉₀ содержание общего азота в растениях повышалось в фазы выхода в трубку, колошения и молочной спелости зерна на 0,49, 0,35 и 0,16 % соответственно по отношению к варианту N₁₆P₆₀K₉₀. Содержание фосфора было больше в фазу кушения и выхода в трубку, содержание калия в растениях было высоким на протяжении всей вегетации растений.

Содержание общего азота в растениях при внесении 90 кг д. в./га азотных удобрений на фоне P₆₀K₉₀ было на уровне варианта с внесением 65 кг д. в./га азотных удобрений на том же фоне. Содержание фосфора немного увеличивалось в фазу колошения (на 0,08 %), калия – повышалось в фазах кушения и молочной спелости на 0,60 и 0,21 % соответственно по отношению к варианту N₆₅P₆₀K₉₀.

Азотная подкормка карбамид-аммиачной селитрой (КАС) в дозе 25 кг д. в./га в фазу выхода в трубку на фоне основного внесения N₆₅P₆₀K₉₀ повышала уровень содержания общего азота в надземной массе растений в фазу колошения на 0,21 %, в фазу молочной спелости – на 0,18 % по отношению к варианту N₆₅P₆₀K₉₀. Содержание фосфора также повышалось с фазы выхода в трубку до молочной спелости зерна. Содержание калия было на уровне варианта N₆₅P₆₀K₉₀.

Внесение баковой смеси КАС с медным купоросом и препаратом ЭлеГум Медь на фоне N₆₅P₆₀K₉₀ + N₂₅КАС не повышало содержание общего азота в растениях по отношению к фону. В фазу выхода в трубку отмечено повышение содержания фосфора и калия на варианте с применением медного купороса.

Применение комплексных удобрений Эколист Зерновые, Басфолиар 36 Экстра, Витамар совместно с КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀ + N₂₅КАС не влияло на содержание общего азота в надземной части растений. Повышение содержания фосфора по отношению к фону отмечено в фазу молочной спелости на варианте с применением Басфолиар 36 Экстра (на 0,06 %). Повышение содержания калия отмечено в фазу выхода в трубку на варианте с применением Витамара.

Содержание общего азота в растениях было на уровне фонового варианта при применении баковой смеси КАС с регуляторами роста Эпин и Фитовитал на фоне N₆₅P₆₀K₉₀ + N₂₅КАС. При применении Эпина отмечено снижение содержания фосфора в растениях в фазу выхода в трубку по отношению к фону (на 0,09 %). на варианте с применением Фитовитала отмечено повышение калия относительно фонового варианта в фазы выхода в трубку и колошения (на 0,81 и 0,51 % соответственно).

Обработка семян бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне минеральных удобрений N₁₆P₆₀K₉₀ повышала содержание общего азота в растениях в фазу колошения на 0,14 % по сравнению с фоном N₁₆P₆₀K₉₀. В фазе молочной спелости зерна отмечено повышение содержания фосфора в растениях (на 0,05 %) по отношению к варианту N₁₆P₆₀K₉₀.

Сорт Тома хорошо отзывался на повышение доз азотных удобрений с 16 до 65 кг д. в./га на фоне P₆₀K₉₀. Так, содержание общего азота в растениях повышалось в фазы выхода в трубку и колошения на 0,79 и 0,36 % соответственно по отношению к варианту N₁₆P₆₀K₉₀. Содержание фосфора и калия в растениях было выше на протяжении всей вегетации растений.

Содержание общего азота в растениях при внесении 90 кг д. в./га азотных удобрений на фоне P₆₀K₉₀ было на уровне варианта с внесением 65 кг д. в./га азотных удобрений на том же фоне и повышалось только в фазу выхода в трубку (на 0,35 %). Содержание фосфора немного увеличивалось в фазу трубкования (на 0,07 %), калия – повышалось в фазах кушения на 0,51 % по отношению к варианту N₆₅P₆₀K₉₀ (таблица).

Таблица 1. Содержание макроэлементов в надземной части растений яровой пшеницы по фазам развития, % на сухое вещество (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта (фактор Б)	Кушение			Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость		
	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	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сорт Сабина (фактор А)												
1.	2,89 3,56*	0,87 0,85*	6,18 6,56*	2,33 1,92*	0,83 0,59*	5,35 4,24*	1,10 1,15*	0,47 0,43*	2,31 2,06*	0,94 0,99*	0,44 0,42*	1,28 1,32*
2.	2,86	0,95	6,40	2,28	0,85	5,66	0,97	0,52	2,54	0,87	0,45	1,50
3.	3,65*	1,12*	7,83*	1,79*	0,67*	5,29*	1,21*	0,52*	2,91*	0,97*	0,48*	1,84*
4.	3,56	1,13	7,47	2,77	0,97	7,01	1,32	0,57	3,67	1,03	0,45	1,69
5.	3,59 4,41*	1,11 1,05*	7,49 8,03*	2,89 2,42*	1,07 0,86*	6,82 6,07*	1,53 1,61*	0,67 0,60*	3,70 3,30*	1,21 1,25*	0,49 0,48*	1,87 1,90*
6.	3,77	1,15	8,07	2,99	1,03	7,27	1,42	0,65	3,94	1,10	0,47	1,90
7.	3,65	1,11	7,60	3,00	0,96	7,23	1,45	0,61	3,96	1,20	0,46	2,02
8.	3,55	1,12	7,62	3,06	1,00	7,58	1,53	0,58	3,53	1,12	0,46	1,84
9.	3,59	1,10	7,62	3,07	1,00	7,16	1,60	0,68	3,75	1,26	0,52	1,84
10.	3,60	1,13	7,53	2,92	1,01	7,24	1,57	0,69	3,88	1,15	0,50	1,94
11.	3,58	1,10	7,48	2,90	0,99	7,09	1,52	0,65	3,86	1,17	0,55	1,97
12.	3,58	1,12	7,55	3,01	1,00	7,46	1,47	0,64	3,75	1,11	0,50	1,96
13.	3,61	1,12	7,58	2,84	0,98	6,85	1,46	0,62	4,05	1,16	0,47	1,85
14.	3,64	1,12	7,57	3,03	1,02	7,63	1,59	0,62	4,21	1,11	0,50	1,92
15.	4,40*	1,04*	8,20*	2,64*	0,80*	6,49*	1,72*	0,58*	3,74*	1,31*	0,51*	1,99*
16.	3,57	1,15	7,53	3,14	1,06	7,49	1,68	0,68	4,48	1,26	0,52	2,09
17.	3,52	1,17	7,54	3,02	1,04	7,21	1,57	0,65	4,06	1,19	0,50	2,13
18.	2,71	0,95	6,20	2,28	0,87	5,89	1,11	0,57	2,73	0,87	0,50	1,52
19.	4,26*	1,08*	7,87*	2,01*	0,69*	5,46*	1,30*	0,44*	2,71*	0,98*	0,45*	1,73*
Сорт Тома (фактор А)												
1.	2,51 2,93*	0,98 0,96*	5,64 6,22*	1,97 1,63*	0,92 0,67*	4,21 3,64*	0,95 0,99*	0,48 0,43*	2,29 2,32*	0,83 0,87*	0,44 0,39*	1,16 1,20*
2.	2,74	1,12	6,31	2,01	0,95	5,16	1,04	0,47	2,70	0,92	0,39	1,37
3.	3,65*	1,35*	7,87*	1,99*	0,85*	5,92*	1,41*	0,64*	3,79*	1,12*	0,48*	1,95*
4.	3,57	1,33	7,64	2,80	1,12	6,91	1,40	0,65	3,60	0,90	0,40	1,75
5.	3,54 4,16*	1,28 1,30*	7,56 7,93*	2,80 2,37*	1,04 0,87*	6,62 6,10*	1,39 1,47*	0,60 0,52*	3,28 3,06*	1,04 1,13*	0,44 0,40*	1,55 1,63*
6.	3,80	1,27	8,15	3,15	1,19	7,11	1,46	0,65	3,80	0,99	0,38	1,82
7.	3,68	1,27	8,03	3,02	1,14	7,00	1,49	0,59	3,64	0,78	0,36	1,91
8.	3,57	1,32	7,73	2,92	1,15	6,80	1,53	0,66	3,67	1,12	0,45	1,90
9.	3,64	1,30	7,79	2,86	1,11	6,79	1,50	0,66	3,64	1,20	0,42	1,82
10.	3,56	1,29	7,75	2,94	1,07	7,22	1,27	0,60	3,53	1,16	0,39	1,60
11.	3,44	1,29	7,88	3,06	1,10	6,92	1,42	0,68	3,53	1,03	0,45	1,55
12.	3,55	1,33	7,72	3,17	1,10	7,49	1,51	0,69	3,96	1,00	0,46	1,76
13.	3,54	1,34	7,79	2,88	1,09	7,15	1,56	0,75	3,78	1,13	0,56	1,78
14.	3,66	1,32	7,86	2,84	1,11	7,15	1,40	0,72	3,90	1,11	0,50	1,88
15.	4,04*	1,31*	8,13*	2,57*	1,00*	6,45*	1,59*	0,65*	3,24*	1,22*	0,45*	1,87*
16.	3,91	1,33	7,73	3,06	1,08	7,08	1,49	0,69	3,88	1,30	0,50	1,83
17.	3,73	1,32	7,68	3,06	1,06	6,89	1,57	0,71	3,86	1,26	0,50	1,82
18.	3,00	1,19	6,87	2,25	0,95	5,51	1,01	0,56	2,57	0,81	0,48	1,50
19.	3,54*	1,22*	7,51*	1,78*	0,79*	5,24*	1,15*	0,58*	2,56*	0,95*	0,42*	1,58*
НСР ₀₅ (А)	0,53 0,93*	0,02 0,02*	0,16 0,16*	0,07 0,08*	0,02 0,02*	0,15 0,19*	0,04 0,06*	0,02 0,02*	0,13 0,15*	0,03 0,04*	0,01 0,01*	0,06 0,07*
НСР ₀₅ (Б)	1,02 1,76*	0,07 0,07*	0,47 0,50*	0,21 0,26*	0,06 0,07*	0,45 0,59*	0,13 0,17*	0,06 0,06*	0,38 0,46*	0,10 0,13*	0,03 0,04*	0,18 0,23*
НСР ₀₅ (АБ)	1,44 2,49*	0,09 0,10*	0,66 0,70*	0,31 0,37*	0,09 0,11*	0,64 0,84*	0,18 0,24	0,08 0,08*	0,53 0,65*	0,14 0,18*	0,05 0,06*	0,25 0,33*

* – среднее за 2010 – 2011 гг.; варианты опыта: 1. Без удобрений (контроль); 2. N₁₆P₆₀K₉₀; 3. N₃₀P₆₀K₉₀; 4. N₆₅P₆₀K₉₀; 5. N₆₅P₆₀K₉₀+ N₂₅КАС – фон; 6. N₉₀P₆₀K₉₀; 7. N₉₀P₆₀K₉₀ (мочевина с гуматами); 8. Фон + CuSO₄×5H₂O; 9. Фон + ЭлеГум Медь; 10. Фон+ Эколист Зерновые; 11. Фон + Басфолиар 36 Экстра; 12. Фон + Витамар; 13. Фон + Эпин; 14. Фон + Фитовитал; 15. Фон + МикроСил Бор, Медь; 16. N₇₅P₇₀K₁₂₀+N₂₅ КАС+N₂₀; 17. N₇₅P₇₀K₁₂₀+N₂₅ КАС + Эколист Зерновые+N₂₀; 18. N₁₆P₆₀K₉₀+Ризобактерин; 19. N₃₀P₆₀K₉₀+Ризобактерин.

Внесение баковой смеси КАС с медным купоросом и препаратом ЭлеГум Медь на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ повышало содержание общего азота в растениях по отношению к фону в фазе колошения на 0,14 % в варианте с применением медного купороса и в фазу молочной спелости (на 0,16 %) при применении ЭлеГум Медь. В фазу выхода в трубку отмечено повышение содержания фосфора на данных вариантах. Содержание калия при применении медного купороса повышалось по отношению к фону в фазах колошения и молочной спелости (на 0,39 и 0,35 % соответственно), при внесении ЭлеГум Медь повышение наблюдалось только в фазу молочной спелости.

Применение комплексных Басфолиар 36 Экстра и Витамар совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ повышало содержание общего азота в надземной части растений в фазе трубкования на 0,26 и 0,37 % соответственно. Повышение содержания фосфора по отношению к фону отмечено в фазу колошения. Повышение содержания калия отмечено с фазы выхода в трубку до молочной спелости зерна на варианте с применением Витамара.

Содержание общего азота в растениях было на уровне фонового варианта при применении баковой смеси КАС с регуляторами роста Эпин и Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$. На данных вариантах с фазы выхода в трубку существенно увеличивается содержание фосфора и калия.

Обработка семян бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне минеральных удобрений $N_{16}P_{60}K_{90}$ повышала содержание общего азота в растениях в фазу выхода в трубку на 0,24 % по сравнению с фоном $N_{16}P_{60}K_{90}$. В фазах колошения и молочной спелости зерна отмечено повышение содержания фосфора в растениях (на 0,09 %) по отношению к варианту $N_{16}P_{60}K_{90}$. Содержание калия было выше в фазу кущения по отношению к варианту $N_{16}P_{60}K_{90}$ (на 0,56 %).

Так как азотное питание является главным фактором, определяющим урожайность и качество зерна на дерново-подзолистой почве, мы сопоставили ранее опубликованные данные по содержанию общего азота в зерне (а значит, и сырого белка) и урожайности зерна [9,10] с содержанием данного элемента в надземной массе растений. На сорте Сабина между содержанием общего азота в надземной массе растений в фазу колошения и молочной спелости и содержанием его в зерне, отмечена тесная прямая корреляционная зависимость. Так, коэффициент корреляции в фазу колошения составил $0,86 \pm 0,14$ (зависимость выражалась уравнением $y=1,13+0,80x$), в фазу молочной спелости – $0,76 \pm 0,18$ ($y=1,09+1,07x$). Влияние азотного питания в период вегетации на урожайность зерна сильно проявлялось в фазу выхода в трубку ($r=0,78 \pm 0,17$) и выражалось уравнением $y=10,02+12,71x$.

На сорте Тома между содержанием общего азота в зерне и содержанием его в растениях в фазу колошения и молочной спелости также, как и на сорте Сабина, была выявлена тесная прямая связь ($r=0,83 \pm 0,16$ и $r=0,76 \pm 0,18$), выраженная уравнениями $y=0,75+1,14x$ и $y=0,99+1,27x$ соответственно по фазам. В отличие от сорта Сабина, на сорте Тома между содержанием общего азота в надземной массе растений в фазу выхода в трубку и урожайностью зерна установлена средняя прямая связь ($r=0,61 \pm 0,22$), выраженная уравнением $y=15,73+9,88x$. Также на данном сорте отмечено повышение содержания общего азота в растениях в фазу молочной спелости, которое снижало урожайность зерна. В данном случае установлена средняя обратная связь ($r=-0,39 \pm 0,26$), выраженная уравнением $y=61,85-18,48x$.

Заключение

В результате проведенных исследований установлены оптимальные варианты применения удобрений и уровни содержания элементов питания в надземной массе растений, где были максимальные прибавки урожайности зерна и высокое содержание сырого белка. Так, на сорте Сабина и Тома наибольшие прибавки урожайности зерна в среднем за 3 года исследований получены на варианте $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС +$ Фитовитал - 6,0 и 5,8 ц/га [10], где в фазу выхода в трубку растения содержали следующее количество макроэлементов в сухом веществе: сорт Сабина – 3,0 % N, 1,0 % P_2O_5 , 7,6 % K_2O , сорт Тома – 2,8 % N, 1,1 % P_2O_5 , 7,2 % K_2O . Высокое содержание сырого белка в зерне (на сорте Сабина – от 13,89 до 14,10 %, на сорта Тома – от 14,37 до 15,45 % [10]) было в вариантах $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС +$ Фитовитал, $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС + CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}КАС + N_{20}$ и $N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}КАС +$ Эколист Зерновые + N_{20} . Содержание макроэлементов в сухом веществе надземной массы растений в фазу колошения на данных вариантах было следующее: на сорте Сабина – 1,5-1,7 N; 0,6-0,7 P_2O_5 ; 3,5-4,5 K_2O , на сорте Тома – 1,4-1,6 N; 0,7 P_2O_5 ; 3,7-3,9 K_2O .

ЛИТЕРАТУРА

1. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат. 1990. – 235 с.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.

3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
4. Исайчев, В. А. Зависимость динамики макроэлементов в растениях яровой пшеницы от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев, А. В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА – 2013. – № 3. – С. 14–19.
5. Карпова, Г. А. Динамика содержания элементов минерального питания в зеленой массе растений пшеницы и ячменя под действием бактериальных препаратов и регуляторов роста / Г. А. Карпова // Нива Поволжья – 2013. – №2. – С. 41–45.
6. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
7. Возделывание яровой пшеницы. Типовые технологические процессы: отраслевые регламенты. // Орг.-тех. нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Гос. науч. учреждение «Ин-т аграрной экономики, НАН Беларуси. – Минск. – 2005. – С. 46–65.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Коготько, Е. И. Содержание и вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы в зависимости от сорта, применяемых удобрений, регуляторов роста и биопрепарата / Е. И. Коготько, И. Р. Вильдфлуш // Земледелие и растениеводство – 2020. – №5. – С. 26–31.
10. Коготько, Е. И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта, удобрений, росторегуляторов и инокулянта / Е. И. Коготько, И. Р. Вильдфлуш // Земледелие и растениеводство – 2020. – №6. – С. 23–28.