

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БИОПРЕПАРАТА НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

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)

Изучалось влияние макроудобрений, баковых смесей КАС с микроудобрениями и регуляторами роста и инокуляции семян бактериальным препаратом на элементы структуры и урожайность яровой мягкой пшеницы сортов Сабина и Тома. Установлено, что в среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность зерна 54,0 и 49,0 ц/га соответственно по сортам Сабина и Тома, получена от применения подкормки баковой смесью КАС с регулятором роста Фитовитал на фоне минеральных удобрений $N_{65}P_{60}K_{90}+N_{25}$ КАС. Урожайность зерна повышалась за счет увеличения продуктивного стеблестоя и озерненности колоса у сорта Сабина, а у сорта Тома – за счет увеличения густоты продуктивного стеблестоя и продуктивной кустистости.

При внесении микроудобрений совместно с КАС на фоне минеральных удобрений $N_{65}P_{60}K_{90}+N_{25}$ КАС, наибольшая прибавка урожайности зерна получена при применении препарата ЭлеГум Медь – 2,9–3,6 ц/га соответственно по сортам Сабина и Тома. Урожайность зерна на сорте Сабина повышалась за счет увеличения продуктивной кустистости, на сорте Тома – еще и за счет увеличения густоты растений и продуктивного стеблестоя.

Инокуляция семян перед посевом бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне минеральных удобрений $N_{16}P_{60}K_{90}$ повышала урожайность зерна на 3,2–3,7 ц/га соответственно по сортам Сабина и Тома. На сорте Сабина увеличивалось количество сохранившихся к уборке растений и продуктивных стеблей, на сорте Тома повышалась озерненность колоса и масса 1000 зерен.

Ключевые слова: элементы структуры, урожайность, яровая пшеница, сорта, удобрения.

We have studied the influence of macro-fertilizers, tank mixtures of UAN with micronutrient fertilizers and growth regulators and inoculation of seeds with a bacterial preparation on the structural elements and yield of spring soft wheat varieties Sabina and Tom. It was found that, on average, over 3 years of research, the highest grain yield of 5.40 and 4.90 t / ha, respectively, for varieties Sabina and Tom, was obtained from the application of top dressing with a tank mixture of UAN with growth regulator Fitovital against the background of mineral fertilizers $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ UAN. The grain yield increased due to an increase in the productive stalk mass and grain content of the ear in the Sabina variety, and in the Tom variety – due to an increase in the density of the productive stalk mass and productive tillering.

When applying micronutrient fertilizers together with UAN against the background of mineral fertilizers $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ UAN, the greatest increase in grain yield was obtained when using the preparation EleGum Copper – 0.29-0.36 t / ha, respectively, for the varieties Sabina and Tom. The grain yield of the Sabina variety increased due to an increase in productive tillering, of the Tom variety also due to an increase in plant density and productive stalk.

Inoculation of seeds before sowing with the bacterial preparation Rizobacterin against the background of mineral fertilizers $N_{16}P_{60}K_{90}$ increased the grain yield by 0.32–0.37 t / ha, respectively, for the varieties Sabina and Tom. In the Sabina variety, the number of plants and productive stems preserved for harvesting increased, in the Tom variety, the grain content of the ear and the weight of 1000 grains increased.

Key words: structural elements, yield, spring wheat, varieties, fertilizers.

Введение

Основными элементами, характеризующими структуру урожая зерновых культур являются: количество растений на метре квадратном перед уборкой урожая, количество стеблей на 1 м², количество стеблей с колосом, количество зерен в колосе, масса тысячи зерен (или абсолютный вес зерна) [1, 2].

По данным Э. М. Мухаметова и др. [3], между урожайностью и густотой растений, побегов и продуктивных стеблей прослеживается тесная криволинейная связь и одинаковая урожайность может формироваться при различной густоте растений, побегов и продуктивных стеблей.

Анализ структуры урожая позволяет оценить влияние различных агротехнических приемов, в том числе условий минерального питания, на формирование отдельных элементов, составляющих биологическую продуктивность культуры. Это позволяет целенаправленно влиять на отдельные производственные процессы, происходящие в растениях и увеличивать необходимые хозяйственно полезные элементы структуры, а также оценить потребность растения в элементах питания в отдельные периоды органогенеза [1].

Целью исследований было изучение влияния макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на элементы структуры и урожайность яровой пшеницы.

Основная часть

Исследования с яровой пшеницей сортов Тома и Сабина проводились в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая среднеокультуренная ($I_{ок} = 0,68–0,73$ 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), со средним и повышенным содержанием подвижного калия (176–212 мг/кг).

Годы исследований различались по погодным условиям вегетационного периода: 2009 г. – избыточно влажный, 2010 г. – слабо засушливый, 2011 г. – нормальный.

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) [4, 5]. Для обработки семян применяли Ризобактерин, препарат на основе азотфиксирующих бактерий *Klebsiella planticola* (1,1 л/т).

Агротехника опыта – общепринятая, согласно отраслевому регламенту [6]. Предшествующая культура – яровой рапс. Полевой опыт закладывался в четырехкратной повторности, расположение делянок рендомизированное [7].

Статистическая обработка результатов исследований проводилась при помощи двухфакторного дисперсионного анализа на ЭВМ (Microsoft Excel 97-2003). Рассчитывался средний по годам исследований показатель наименьшей существенной разности (НСР₀₅) [8].

Учет урожайности зерна производился сплошным поделяночным способом комбайном Сампо-500 с переводом на 14 % влажность и 100 % чистоту.

На сорте Сабина при повышении доз азотных удобрений на фоне P₆₀K₉₀ с 16 до 65 кг д. в./га отмечалось увеличение числа растений к уборке (на 20 шт./м²), количества продуктивных стеблей (на 28 шт./м²), количества зерен в колосе (на 6,9 шт.) и массы 1000 зерен (на 2,06 г). Урожайность зерна повышалась на 11,8 ц/га. Повышение доз азотных удобрений с 65 до 90 кг д. в./га на фоне P₆₀K₉₀ увеличивало урожайность зерна на 1,7 ц/га за счет увеличения продуктивного стеблестоя и продуктивной кустистости. Применение подкормки в фазе начала выхода в трубку N₂₅КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀ увеличивало урожайность зерна на 3,3 ц/га за счет повышения количества растений к уборке по отношению к варианту N₆₅P₆₀K₉₀ на 21 шт./м², увеличения числа продуктивных стеблей в (на 44 шт./м²) и повышения продуктивной кустистости (на 0,04 ед.). Применение баковой смеси КАС с микроудобрением ЭлеГум Медь на фоне N₆₅P₆₀K₉₀+N₂₅КАС повышало урожайность зерна на 2,9 ц/га по отношению к фону [9]. Увеличение урожайности было обусловлено повышением продуктивной кустистости.

Комплексные препараты Эколист Зерновые и Басфолиар 36 Экстра, применяемые совместно с КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀+N₂₅КАС повышали урожайность зерна на 2,5 и 1,5 ц/га соответственно к фону за счет повышения продуктивной кустистости. В варианте с применением Эколиста Зерновые отмечено также повышение количества продуктивных стеблей на единице площади, а в варианте с применением Басфолиар 36 Экстра повышалась масса 1000 зерен.

Применение регуляторов роста Эпин и Фитовитал совместно с КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀+N₂₅КАС повышало урожайность зерна на 1,4 и 6,0 ц/га соответственно по отношению к фону. Фитовитал способствовал повышению количества продуктивных стеблей и продуктивной кустистости (на 26 шт./м² и 0,11 ед.), а также повышалось число зерен в колосе (на 2,6 шт.). При применении Эпина отмечено повышение продуктивной кустистости.

На повышенном фоне минеральных удобрений в варианте N₇₅P₇₀K₁₂₀+N₂₅КАС+N₂₀ густота растений к уборке составила в среднем за 3 года исследований 378 шт./м², количество колосьев – 518 шт./м², продуктивная кустистость составила 1,34 единицы, количество зерен в колосе 35,6 шт., масса 1000 зерен составила 34,1 г. Это обеспечило получение урожайности зерна на уровне 48,2 ц/га. При применении баковой смеси КАС с комплексным удобрением Эколист Зерновые на данном фоне минеральных удобрений, показатели густоты были на уровне фонового варианта, повышалась масса 1000 зерен, а количество колосьев и продуктивная кустистость значительно снижались.

Обработка семян биопрепаратом Ризобактерин на фоне минеральных удобрений N₁₆P₆₀K₉₀ значительно увеличивала густоту растений к уборке по отношению к фоновому варианту – на 17 шт./м². На данном варианте также увеличивалось количество стеблей с колосом (на 26 шт./м²). Урожайность зерна в данном варианте повышалась на 3,2 ц/га по отношению к варианту N₁₆P₆₀K₉₀.

На сорте Тома повышение доз азотных удобрений в основное внесение с 16 до 65 кг д. в./га на фоне P₆₀K₉₀ в среднем за 3 года исследований повышало количество растений к уборке с 378 до 399 шт./м² (на 21 шт.). Количество продуктивных стеблей в данном варианте возросло на 77 шт./м². Отмечено увеличение продуктивной кустистости (на 0,04 ед.) и озерненности колоса (на 5,4 шт.). Урожайность зерна в данном варианте увеличивалась на 10,5 ц/га.

Повышение доз азотных удобрений с 65 до 90 кг д. в./га на фоне P₆₀K₉₀ по сравнению с вариантом N₆₅P₆₀K₉₀ увеличивало продуктивную кустистость (на 0,11 ед.) и озерненность колоса (на 1,4 шт.), что повышало урожайность на 2,9 ц/га. Внесение баковых смесей КАС с микроудобрениями ЭлеГум, Медь и медный купорос на фоне N₆₅P₆₀K₉₀+ N₂₅КАС повышало количество продуктивных стеблей (на 43 и 32 шт./м²) по сравнению с фоном. При внесении ЭлеГум Медь отмечено также и увеличение количества сохранившихся растений к уборке (на 11 шт./м²). Урожайность зерна на данных вариантах по сравнению с фоном возрастала на 3,6 и 2,5 ц/га соответственно по препаратам ЭлеГум Медь и медный купорос.

Комплексные жидкие удобрения Эколист Зерновые и Басфолиар 36 Экстра, применяемые совместно с КАС на фоне N₆₅P₆₀K₉₀+ N₂₅КАС, повышали урожайность зерна яровой пшеницы сорта Тома на 2,9 и 3,4 ц/га соответственно по сравнению с фоном за счет увеличения количества продуктивных стеблей и продуктивной кустистости растений. При внесении Басфолиар 36 Экстра также повышалось и количество зерен в колосе (таблица).

Влияние макро- микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на густоту растений, биометрические показатели колоса и урожайность зерна яровой пшеницы (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта (фактор Б)	Количество к уборке, шт./м ²		Продуктивная кустистость, ед.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Урожайность зерна, ц/га
	растений	колосьев				
Сорт Сабина (фактор А)						
1	339 (358*)	401 (421*)	1,19 (1,20*)	30,2 (29,1*)	32,3 (30,1*)	29,4 (28,3*)
2	357	444	1,24	29,2	32,5	32,9
3	403*	495*	1,23*	32,0*	31,6*	38,0*
4	377	472	1,25	36,1	34,9	44,7
5	398 (410*)	516 (535*)	1,29 (1,30*)	35,0 (35,6*)	34,3 (30,7*)	48,0 (43,5*)
6	371	489	1,32	35,2	34,6	46,4
7	382	509	1,33	33,7	34,7	47,2
8	393	511	1,30	35,8	33,8	48,4
9	395	522	1,32	35,7	34,7	50,9
10	401	551	1,37	35,4	33,6	50,5
11	380	505	1,33	35,0	35,9	49,5
12	399	535	1,33	36,4	34,5	49,1
13	378	522	1,38	35,7	34,7	49,4
14	386	542	1,40	37,6	34,5	54,0
15	410*	535*	1,30*	34,8*	29,6*	43,1*
16	378	518	1,37	35,6	34,1	48,2
17	371	495	1,33	35,3	35,0	49,2
18	374	470	1,24	28,4	32,5	36,1
19	381*	470*	1,24*	32,0*	32,5*	37,8*
Сорт Тома (фактор А)						
1	350 (395*)	344 (365*)	1,15 (1,14*)	29,2 (29,9*)	29,3 (27,5*)	27,4 (28,1*)
2	378	377	1,14	31,9	31,6	31,7
3	394*	404*	1,14*	36,9*	30,0*	36,8*
4	399	454	1,18	37,3	32,0	42,2
5	397 (427*)	453 (468*)	1,17 (1,15*)	37,5 (36,4*)	32,1 (30,0*)	43,2 (40,7*)
6	382	450	1,29	38,7	32,0	45,1
7	386	469	1,30	38,8	31,9	45,5
8	405	485	1,25	36,8	31,6	45,7
9	408	496	1,25	37,3	30,8	46,8
10	404	501	1,29	37,8	30,4	46,1
11	391	479	1,28	40,8	30,4	46,6
12	402	486	1,24	37,8	30,0	43,1
13	404	495	1,28	39,2	31,3	46,3
14	394	510	1,31	37,6	31,2	49,0
15	437*	495	1,19*	36,6*	30,0*	40,3*
16	393	515	1,38	37,1	31,6	48,6
17	387	517	1,38	37,3	31,6	49,0
18	378	364	1,12	36,9	32,8	35,4
19	407*	397*	1,13*	36,4*	31,7*	35,7*
НСР ₀₅ (Б)	8,49 (10,36*)	9,23 (11,09*)	0,02 (0,02*)	0,96 (1,11*)	0,71 (0,76*)	0,9 (0,9*)
НСР ₀₅ (А)	2,84 (3,36*)	3,08 (3,60*)	0,01 (0,01*)	0,32 (0,36*)	0,24 (0,25*)	0,3 (0,3*)
НСР ₀₅ (АБ)	12,01 (14,64*)	13,04 (15,68*)	0,03 (0,03*)	1,36 (1,57*)	1,00 (1,08*)	1,3 (1,2*)

* – 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.

Регуляторы роста Эпин и Фитовитал, применяемые совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90}+N_{25}КАС$ повышали количество продуктивных стеблей (на 42 и 57 шт./м²) и продуктивную кустистость (на 0,11 и 0,14 ед.), что привело к повышению урожайности зерна на 3,1 и 5,8 ц/га по отношению к фону.

Применение подкормки КАС совместно с комплексными удобрениями (Эколист Зерновые, Бас-фолиар 36 Экстра), микроудобрением с регулятором роста (ЭлеГум Медь), с комплексными микроудобрениями (Витамар, МикроСил Бор, Медь) и регуляторами роста (Эпин и Фитовитал) снижало массу 1000 зерен на 0,89 – 2,11 г по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90}+N_{25}КАС$. Значительное повышение массы 1000 зерен наблюдалось на всех вариантах с применением минеральных удобрений по отношению к контрольному варианту.

Густота растений при повышении доз минеральных удобрений и двукратной подкормке азотом в варианте $N_{75}P_{70}K_{120}+N_{25}КАС+N_{20}$ составила 393 шт./м². В данном варианте показатели кустистости были самыми высокими по опыту: количество колосьев – 515 шт./м², коэффициент продуктивной кустистости был на уровне 1,38 единиц. Проведение второй азотной подкормки КАС с Эколистом Зерновые не влияло на показатели структуры.

Обработка семян Ризобактерином на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ снижала количество продуктивных стеблей (на 13 шт./м²), при этом повышалось число зерен в колосе (на 5,0 шт.) и масса 1000 зерен (на 1,24 г). Урожайность зерна в данном варианте увеличивалась на 3,8 ц/га по отношению к варианту $N_{16}P_{60}K_{90}$.

Заключение

Анализ структуры урожая сортов яровой пшеницы показал, что применяемые удобрения в большей мере влияли на изменение таких элементов, как масса 1000 зерен и густота продуктивного стеблестоя. На сорте Сабина также отмечено влияние на урожайность продуктивной кустистости, озерненности колоса и густоты растений к уборке, на сорте Тома – озерненности и густоты растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растениеводство. Полевая практика: учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.]; под ред. профессора Д. И. Мельничука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
2. Физиология сельскохозяйственных растений: в 12 томах / П. А. Генкель [и др.]; под ред. П. А. Генкеля. – Москва: изд-во московского ун-та им. М. С. Ломоносова: Т. 4: Физиология пшеницы. – 1969. – 556 с.
3. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э. М. Мухаметов [и др.] – Минск: Дизайн ПРО, 1996. – 256 с.
4. Агротехника: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – №3. – С. 60–64.
9. 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.