

## ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА И МУКИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А. А. КУЛЕШОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: an\_kuleshova00@mail.ru

(Поступила в редакцию 15.05.2024)

В данной статье представлены результаты исследований по применению макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Бомбона на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Максимальная урожайность зерна пшеницы отмечена в вариантах, где применялось микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и комплексное удобрение Нутривант плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (69,7 и 70,3 ц/га). Максимальное содержание сырой клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33,2 и 34,4 %. Наиболее высокое качество клейковины было отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , а также АФК с Cu и Mn по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) вносили стандартные удобрения (113,4, 112,3 и 112,2 ед. ИДК). Наибольшая водопоглощаемая способность (ВПС), сила муки и белизна муки были отмечены в вариантах, где применялись МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (68,0 и 68,3 %, 281,5 и 283,1 е.а., 38,3 и 38,8 %).

**Ключевые слова:** макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, урожайность, качество, яровая пшеница.

This article presents results of research into the influence of application of macro-, microfertilizers and growth regulators on the yield and grain quality of spring wheat variety Bombona on sod-podzolic light loamy soil. The maximum yield of wheat grain was observed in the variants where microfertilizer with growth regulator MicroStim-Copper L and complex fertilizer Nutrivant Plus were used against the background of  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (6.97 and 7.03 t/ha).

The maximum content of raw gluten was observed in the variants using MicroStim-Copper L and Nutrivant plus grain against the background of  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33.2 and 34.4 %. The highest quality of gluten was noted in variants using MicroStim-Copper L against a background of  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , MicroStim-Copper L and Nutrivant plus grain against a background of  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , as well as NPK with Cu and Mn compared to the option where equivalent dose ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) of standard fertilizers was applied (113.4, 112.3 and 112.2 units of gluten deformation index).

The highest water absorption capacity (WAP), flour strength and flour whiteness were noted in the variants where MicroStim-Copper L and Nutrivant plus grain were used against a background of  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (68.0 and 68.3 %, 281.5 and 283.1 u.a., 38.3 and 38.8 %).

**Key words:** macrofertilizers, microfertilizers, growth regulators, productivity, quality, spring wheat.

### Введение

Пшеница является одной из важнейших продовольственных культур в Республике Беларусь. Мука из пшеницы – основной вид сырья в производстве хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий. Обеспечение зерноперерабатывающей промышленности сырьем высокого качества является очень серьезной задачей. Важное условие получения качественного зерна – совершенствование технологии возделывания данной культуры [1, 2]. Использование комплексных удобрений в данном случае приобретает особое значение. По сравнению с простыми формами минеральных удобрений комплексные удобрения дают возможность оптимизировать питание растений и снизить затраты на их применение, в то время как стандартные удобрения требуют дополнительных затрат для многократных проходов техники по посевам.

Многие проведенные исследования [3, 4] доказывают, что применение комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, применение микроудобрений в хелатной форме и регуляторов роста позволяет оптимизировать питание растений, повысить устойчивость растений к неблагоприятным метеорологическим условиям и при этом получить урожай высокого качества.

Цель 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 качество зерна яровой пшеницы.

### Основная часть

Исследования 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 м<sup>2</sup>, учетная – 16,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

В среднем по годам исследований почва опытного участка имела следующие агрохимические показатели: низкое и среднее содержание гумуса (1,5–1,6 %), слабокислую и близкую к нейтральной

реакцию почвенной среды (5,58–6,08), повышенное содержание подвижного фосфора (207,7–249,9 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (177,5–257,8 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,5–1,7 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижного цинка (2,8–3,4 мг/кг) (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опыта

Годы исследований	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	м-экв на 100 г почвы			V, %	мг/кг почвы			
			N	S	T		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn
2018	1,5	5,58	1,48	11,4	12,9	88,5	223,9	257,8	1,7	3,2
2019	1,6	6,08	1,36	12,6	14,0	90,3	249,9	177,5	1,5	2,8
2020	1,6	5,91	1,50	12,1	13,6	90,0	207,7	231,0	1,7	3,4

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев проводился рядовым способом пневматической сеялкой СПУ – 3, глубина заделки – 4 см. Предшественники в 2018 г. – горох, в 2019–2020 гг. – подсолнечник. Посев в 2018–2020 гг. осуществлялся 3 мая, 19 и 23 апреля соответственно.

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию в дозах N – 60 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 60–70 кг/га, K<sub>2</sub>O – 90–120 кг/га.

Азотная подкормка пшеницы в дозе 30 кг/га (карбамид) проводилась в фазу начала выхода в трубку и фазу флагового листа.

Комплексное удобрение (АФК) марки 16:12:20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>), 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 зерновой 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 в дозе 2 кг/га – в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение Адоб Профит также вносили дважды в фазу кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил в дозе 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными, микроудобрениями и регулятором роста проводили согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем.

Уборка и учет урожая проводилась селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» поделяночно.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого [5, 6].

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались. В июне 2018 г. был отмечен недостаток влаги, в июле выпало избыточное количество влаги, что совместно с более поздним сроком сева привело к недобору урожая пшеницы. В 2019 г. в мае, июне и августе был засушливый период, а в июле наблюдалось избыточное увлажнение. В 2020 г. условия для роста растений были в целом благоприятные.

В среднем за 3 года исследований урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона была различна и колебалась от 43,9 ц/га на контроле до 70,3 ц/га в варианте Нутривант плюс на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> (табл. 2). Применение микроудобрений Адоб Медь и МикроСтим–Медь Л по сравнению с фоном N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> повышало урожайность зерна пшеницы на 4,3–5,8 ц/га. При внесении комплексных удобрений и регулятора роста (Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит, Экосил) урожайность зерна возросла на 3,7–6,8 ц/га. Применение комплексного АФК удобрения с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn повышало урожайность зерна пшеницы на 8,4 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Максимальная урожайность отмечена в вариантах, где применялся МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> и составила 69,7 и 70,3 ц/га.

Наряду с урожайностью при возделывании сельскохозяйственных культур большое значение отводится качеству производимой продукции, в частности пшеничной муке, которая используется для питания человека. По таким показателям как содержание и ИДК клейковины, водопоглотительная способность (ВПС), сила муки, белизна муки оцениваются хлебопекарные качества пшеницы.

Сырая клейковина – это белковый сгусток, остающийся при отмывании водой теста, замешанного из муки. Клейковина обладает эластичностью, упругостью и связанностью, от которых зависит качество выпекаемых из муки изделий [7, с. 24]. Содержание сырой клейковины у яровой пшеницы в вариантах, где применяли минеральные удобрения в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, по сравнению с контролем, возросло на 1,3 и 1,9 %. При внесении микроудобрений Адоб Медь и МикроСтим–Медь Л,

по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , содержание сырой клейковины возросло на 0,7–2,5 %. При внесении комплексных удобрений для некорневых подкормок и регулятора роста (Нутривант плюс зерновой, Кристалон, Адоб Профит и Экосил), по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , содержание сырой клейковины возросло на 0,7–3,1 %. Применение комплексного удобрения для основного внесения АФК с Cu и Mn, по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий, увеличило содержание сырой клейковины на 3,7 %. Внесение повышенных доз минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , по сравнению с контрольным вариантом, повысило содержание сырой клейковины на 3,9 %. Максимальное содержание сырой клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33,2 и 34,4 %.

Наиболее высокое качество клейковины было отмечено в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , а также АФК с Cu и Mn по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий (112,3 и 112,2 ед. ИДК).

Водопоглотительная способность муки (ВПС) – важный параметр оценки качества муки, по которому можно определить фактический выход хлеба. Если ВПС в норме, тогда производство будет выпускать расчетное количество хлеба без сырьевых потерь. Однако, если мука обладает низким ВПС, тогда тесто получается слабым и для доведения его до необходимой консистенции возникает необходимость добавления дополнительного количества муки [8]. В наших исследованиях за 3 года исследований ВПС колебалась в пределах 65,2–68,3 % и наибольшая ВПС была отмечена в вариантах, где применялись МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (68,0 и 68,3 %) (табл. 2).

Сила муки – один из важнейших показателей физических свойств теста, который оценивается на альвеографе. Для сортов сильной пшеницы требуемая величина этого показателя – не менее 280 единиц альвеографа (е.а.) [9]. Данные свидетельствуют о том, что на фоне без удобрений сила муки у яровой пшеницы сорта Бомбона значительно снижена относительно установленных требований (табл. 2). Наибольшая сила муки отмечена в вариантах с некорневыми подкормками, где применялись МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ .

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна и муки яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Урожайность, ц/га	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	ВПС, %	Сила муки, е.а.	Белизна муки, %
Контроль (без удобрений)	43,9	26,0	104,3	65,2	242,2	31,5
$N_{60}P_{60}K_{90}$	53,5	27,3	105,4	65,9	251,5	31,5
<b><math>N_{60+30}P_{60}K_{90}</math> – фон 1</b>	58,0	27,9	109,4	66,0	247,3	32,1
Фон 1 +Адоб Медь	62,4	28,6	111,0	66,5	256,8	33,7
Фон 1 +МикроСтим–Медь Л	63,8	30,4	113,4	67,2	268,1	34,5
Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	64,9	31,0	111,9	66,6	273,7	34,6
Фон 1 + Кристалон	62,4	29,1	109,9	66,1	272,1	34,7
Фон 1 +Адоб Профит	63,3	29,1	109,8	66,8	271,0	35,4
Фон 1 + Экосил	61,7	28,6	109,6	66,2	262,0	36,7
АФК с Cu, Mn + $N_{30}$ (эквивалентный по НРК варианту 3)	66,4	31,6	112,3	66,7	277,4	37,1
<b><math>N_{60+30+30}P_{70}K_{120}</math> – фон 2</b>	62,2	29,9	109,7	66,6	281,1	37,3
Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	69,7	33,2	112,3	68,0	281,5	38,3
Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	70,3	34,4	112,2	68,3	283,1	38,8
НСР <sub>05</sub>	1,05	0,57	1,82	1,26	15,88	0,91

Показатель белизна имеет существенное значение для практического хлебопечения, поскольку дает возможность судить о степени очистки муки от отрубянистых частиц и о её сортности. Из светлой муки получается хлеб с более светлым мякишем. Для высшего сорта не менее 54 %, 1-го сорта не менее 30 %, 2-го сорта – не менее 12 % [8]. В проведенных исследованиях показатель белизны во всех вариантах колеблется в пределах 31,5–38,8 % и относится к 1 сорту. Наибольшая белизна муки наблюдалась в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (38,3 и 38,8 %) (табл. 2).

### Заключение

1. Применение удобрений и регулятора роста положительно влияло на урожайность и качество зерна и муки яровой пшеницы сорта Бомбона. Максимальная урожайность зерна пшеницы отмечена

в вариантах, где применялись микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и комплексное удобрение Нутривант плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (69,7 и 70,3 ц/га).

2. Максимальное содержание сырой клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33,2 и 34,4 %. Наиболее высокое качество клейковины было отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , а также АФК с Си и Мп по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) вносили стандартные удобрения (113,4, 112,3 и 112,2 ед. ИДК).

3. Наибольшая водопоглонительная способность (ВПС), сила муки и белизна муки были отмечены в вариантах, где применялись МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (68,0 и 68,3 %, 281,5 и 283,1 е.а., 38,3 и 38,8 %).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш и др.; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.

2. Бутяйкин В. В., Истихин С. В., Конаков А. В. Технологии в сельском хозяйстве. – Саранск: ООО «Референт», 2014. – 64 с.

3. Эффективность жидких удобрений МикроСтим при возделывании пропашных, овощных плодово-ягодных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак и др. // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №1 (48). – С. 109–116.

4. Коготько Е. И., Вильдфлуш И. Р. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта, удобрений, росторегуляторов и инокулянта // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 23–28.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с

6. Дзямбіцкі М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.

7. Муравин Э. А. Агрохимия: учеб. – Москва: КолосС, 2004. – 384 с

8. Результаты изучения показателей качества зерна, муки и их сопряженной изменчивости при разных технологиях возделывания озимой пшеницы / И. В. Сацюк и др. // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 126–132.

9. Сила муки и её значение [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/7336436/page:3/> (дата обращения: 09.06.2024).