

## **ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**И. Р. Вильдфлуш, А. А. Кулешова**

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при снижении затрат на их производство относится к приоритетным направлениям деятельности сельского хозяйства. Одним из путей снижения затрат в сельскохозяйственном производстве является разработка и активное внедрение современных ресурсосберегающих технологий производства растениеводческой продукции [1].

Использование новых форм комплексных удобрений, специализированных для различных сельскохозяйственных культур, содержащих макро- и микроудобрения, дают большие возможности в этом направлении.

Под влиянием микроудобрений не только увеличивается урожайность культур и улучшается качество сельскохозяйственной продукции, но и повышается устойчивость растений к вредителям и болезням, к неблагоприятным погодным условиям. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность на 10–15 % и больше. Микроудобрения положительно влияют на накопление белков и углеводов.

Растения на протяжении всего периода роста должны быть обеспечены всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Отсутствие одного из элементов питания нельзя заменить избытком другого. Решение проблемы: на смену тем, что используются испокон веков, должны прийти комплексные удобрения со сбалансированным соотношением с учетом биологии возделываемых культур. Реализация этого направления – решающий фактор повышения урожайности и выхода на новый уровень эффективности без увеличения потребности в минеральных удобрениях [2].

Использование регуляторов роста растений приводит к повышению урожайности и качества получаемой продукции, повышению устойчивости культурных растений к абиотическим стрессам. По мнению ряда ученых, применение регуляторов роста способствует и повышению неспецифического иммунитета сельскохозяйственных культур [3].

В исследованиях М. В. Рака и Е. Н. Пукаловой в СПК «Щомыслица» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проведены исследования с яровой пшеницей Мунк и яровым ячменем Атаман. Внесение микроудобрения МикроСтим-Медь Л в некорневые подкормки яровой пшеницы в дозе 0,65 л/га повышало урожайность зерна на 3,7 ц/га. Некорневая подкормка ярового ячменя микроудобрением МикроСтим-Марганец в дозах 1,0 и 1,5 л/га обеспечило прибавку зерна ячменя на 3,2 и 4,7 ц/га.

В лаборатории микроэлементов РУП «Институт почвоведения и агрохимии» разработаны различные марки жидких микроудобрений с биостимулятором МикроСтим, которые в своем составе наряду с хелатами металлоэлементов содержат регулятор роста стимулирующего действия. Микроудобрения МикроСтим представляют собой водорастворимые концентраты, приготовленные на основе хелатов металлоэлементов цинка, меди, кобальта и марганца, а также бора и молибдена в органоминеральной форме с добавлением регулятора роста – гидрогумина или гидрогумата или иных гуминовых веществ. Применение МикроСтим позволит обеспечивать полную потребность растений в микроэлементах с момента прорастания семян и на протяжении вегетации, а также стимулировать рост и развитие растений, снизить заболеваемость [4].

Цель данных исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на линейный рост, структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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.

Почва имеет 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 (208,0–244,0 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (174,0–231,0 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), высокое и избыточное содержание подвижного марганца (227,1–397,0 мг/кг, вытяжка 01М Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев в 2018–2020 гг. производился в апреле и мае. Предшественники – горох и подсолнечник. В период вегетации проводились фенологические наблюдения за растениями, обработки гербицидами, фунгицидами и инсектицидами. Схема опыта включала 13 вариантов.

Карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий вносили до посева под культивацию.

Комплексное удобрение (АФК) марки 16-12-20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной по NPK 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 проводили 2 подкормки 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 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.

Некорневые подкормки комплексными и микроудобрениями проводили согласно инструкции по применению и отраслевому регламенту. Азотная подкормка яровой пшеницы проводилась в фазу начала выхода в трубку и фазу флагового листа.

Определение высоты растений проводилось после наступления фазы выхода в трубку через 7 дней после проведения некорневых подкормок.

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 [5, 6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Интенсивность линейного роста растений является одним из морфологических показателей, от которых в значительной степени зависит величина урожая зерна, а также его качество.

В фазу кущения высота растений яровой пшеницы колебалась от 27,5 см (контроль) до 39,7 см (Нутривант на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) и по вариантам существенно отличалась только от контрольного (табл. 1).

В фазу выхода в трубку при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений пшеницы по сравнению с контролем возросла на 11,3 и 12,5 см. Внесение микроудобрений (МикроСтим-Медь Л, Адоб Медь) и комплексных удобрений и регулятора роста (Нутривант Плюс, Кристалон, Адоб Профит, Экосил) на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  увеличило высоту растений на 4,9–8,6 см по сравнению с фоном 1. Применение комплексного удобрения 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, в фазу выхода в трубку увеличило высоту растений пшеницы на 8,0 см. В варианте, где вносили повышенные дозы минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ), по сравнению с контрольным вариантом высота растений в фазу выхода в трубку возросла на 20,3 см. Высота растений в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) в фазу выхода в трубку возросла на 1,6 и 2,1 см по сравнению с фоном 2 (стандартные удобрения).

В фазу колошения при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений пшеницы возросла на 5,5 и 7,2 см. При внесении Адоб Медь по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений существенно не возрастала. При применении других препаратов на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  возросла на 1,7 см. При внесении комплексных удобрений и регулятора роста по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений в фазу колошения увеличилась на 1,7–3,9 см. Применение комплексного удобрения 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 высоту растений яровой пшеницы в фазу колошения на 1,8 см. В варианте, где вносили повышенные дозы минеральных удобрений, по сравнению с контрольным вариантом высота растений в фазу колошения возросла на 9,3 см. Высота растений в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) в фазу колошения возросла на 1,8 и 2,0 см.

Таблица 1

**Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на линейный рост растений яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.**

Варианты	Высота растений, см		
	выход в трубку	колошение	молочно-восковая спелость
Без удобрений	51,1	72,3	93,8
$N_{60}P_{60}K_{90}$	62,4	77,8	104,8
$N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – фон 1	63,6	79,5	106,9
Фон 1 + Адоб Медь 0,8 л/га	68,5	79,8	108,5
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л 0,7 л/га	70,5	81,2	108,9
Фон 1 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	71,6	82,7	109,6
Фон 1 + Кристалон особый 2 кг/га + 2 кг/га коричневый	72,2	83,4	108,5
Фон 1 + Адоб Профит 2 + 2 кг/га	71,4	82,2	108,4
Фон 1 + Экосил 75 мл/га	69,7	81,2	108,9
АФК с Cu, Mn + $N_{30}$	71,6	81,3	110,7
$N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – фон 2	71,4	81,6	109,4
Фон 2 + Микро Стим-Медь Л 0,7 л/га	73,0	83,4	111,0
Фон 2 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	73,5	83,6	111,9
НСР <sub>05</sub>	0,9	1,0	0,9

В фазу молочно-восковой спелости при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений яровой пшеницы возросла на 11,0 и 13,1 см. При внесении Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений возросла на 1,6–2,0 см. При внесении комплексных удобрений для некорневых подкормок и регулятора роста на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  высота растений в фазу молочно-восковой спелости увеличилась на 1,5–2,7 см. Применение комплексного удобрения 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 высоту растений в фазу молочно-восковой спелости на 3,8 см. В варианте, где вносили повышенные дозы минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  по сравнению с контрольным вариантом высота растений в фазу молочно-восковой спелости возросла на 15,6 см. Применение МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) способствовало увеличению высоты растений яровой пшеницы на 1,6–2,5 см.

Важнейшее условие получения высокой урожайности зерновых культур – формирование оптимальной его структуры. Для зерновых культур большое значение имеют продуктивная кустистость, озерненность колоса, масса 1000 зерен.

Минимальное количество продуктивных стеблей яровой пшеницы отмечено в варианте без удобрений – 409 шт./м<sup>2</sup> (табл. 2). В варианте, где вносили минеральные удобрения в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  количество продуктивных стеблей возросло на 22 и 33 шт./м<sup>2</sup>. В варианте, где вносили повышенные дозы

минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , по сравнению с контрольным вариантом количество продуктивных растений возросло на 125 шт./м<sup>2</sup>. При внесении Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  количество продуктивных стеблей пшеницы возросло на 40 и 47 шт./м<sup>2</sup>. При внесении комплексных удобрений для некорневых подкормок и регулятора роста по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  количество стеблей увеличилось на 19–62 шт./м<sup>2</sup>. Применение комплексного удобрения АФК с Cu и Mn по сравнению с вариантом, где вносились стандартные удобрения способствовало увеличению количества продуктивных стеблей на 94 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 2

**Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на структуру урожая яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.**

Варианты	Урожайность зерна, ц/га	Количество шт./м <sup>2</sup>			Кусти- стость		Колос			Масса 1000 зерен, г
		растений	стеблей	продуктивных стеблей	общая	продуктивная	длина колоса, см	число колосков в колосе, шт.	среднее число зерен в колосе, шт.	
Без удобрений	43,9	383	498	409	1,30	1,07	8,6	16	30	32,1
$N_{60}P_{60}K_{90}$	53,5	397	517	431	1,30	1,09	9,4	18	31	34,1
$N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – фон 1	58,0	400	549	442	1,37	1,11	9,6	18	32	34,9
Фон 1 + Адоб Медь 0,8 л/га	62,3	411	558	482	1,36	1,18	9,9	19	35	36,1
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л 0,7 л/га	63,8	416	568	489	1,37	1,18	10,5	21	36	36,8
Фон 1 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	64,8	425	571	504	1,34	1,19	10,8	20	37	37,3
Фон 1 + Кристалон особый 2 кг/га + 2 кг/га коричневый	62,4	426	541	461	1,27	1,08	11,0	20	37	36,2
Фон 1 + Адоб Профит 2 + 2 кг/га	63,3	435	563	490	1,29	1,13	11,5	21	38	36,4
Фон 1 + Экосил 75 мл/га	61,7	420	551	480	1,31	1,14	10,8	20	37	35,8
АФК с Cu, Mn + $N_{30}$	66,4	428	591	536	1,38	1,26	11,8	23	39	38,7
$N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – фон 2	62,2	446	624	534	1,40	1,20	12,2	24	39	36,0
Фон 2 + Микро Стим- Медь Л 0,7 л/га	69,7	466	645	563	1,39	1,21	12,7	24	41	39,8
Фон 2 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	70,3	486	660	583	1,36	1,35	12,9	24	41	39,9
НСР <sub>05</sub>	1,0	11,6	15,5	13,5	–	–	0,5	1,7	3,0	0,7

Наибольшее количество продуктивных стеблей отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне повышенных доз минеральных

удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) и составило 563 и 583 шт./м<sup>2</sup>. Максимальная продуктивная кустистость отмечена в вариантах, где применяли комплексное удобрение АФК с Си и Мп и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 1,26 и 1,35.

Применение макро-, микро- и комплексных удобрений влияло на увеличение, как длины колоса, так и количества зерен в нем. Так, на варианте без удобрений длина колоса яровой пшеницы составила 8,6 см. Максимальная длина колоса была получена в варианте с применением минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и комплексного удобрения Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 12,7 и 12,9 см. Применение Адоб Медь на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  меньше всего повлияло на длину колоса. Наибольшее число зерен в колосе отмечено также в вариантах МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 41 и 41 шт., что и обеспечивало максимальную урожайность зерна в этих вариантах.

Наименьшая масса 1000 зерен яровой пшеницы отмечена в варианте без удобрений – 32,1 г (табл. 2). При применении минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  масса 1000 зерен возросла на 2,0 и 2,8 г. При внесении микроудобрений, комплексных удобрений и регулятора роста по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  масса 1000 зерен возросла на 0,9–2,4 г. Применение комплексного удобрения АФК с Си и Мп по сравнению с вариантом, где вносились стандартные удобрения способствовало увеличению массы 1000 зерен пшеницы на 3,8 г. В варианте, где применяли повышенные дозы минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , по сравнению с контрольным вариантом масса 1000 зерен возросла на 3,9 г. Максимальная масса 1000 зерен отмечена при применении МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс, которая по сравнению с фоном  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  возросла на 3,8 и 3,9 г и составила 39,8 и 39,9 г., что и способствовало получению в этих вариантах наибольшей урожайности зерна.

Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 3 года колебалась от 43,9 ц/га на контроле до 70,3 ц/га в варианте Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (табл. 2). Применение микроудобрений Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  повышало урожайность зерна пшеницы на 4,3–5,8 ц/га. При внесении ряда 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 Си и Мп повышало урожайность зерна пшеницы на 8,4 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Максимальная урожайность была получена в вариантах, где применялся Микро Стим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 69,7 и 70,3 ц/га.

Наряду с показателями урожайности при возделывании сельскохозяйственных культур немаловажное значение отводится качеству производимой продукции, которая используется для питания человека, в качестве корма для животных и сырья для промышленности. По таким показателям как содержание сырого белка, стекловидность, содержание клейковины оценивают хлебопекарные качества пшеницы.

Содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы колебалось от 11,8 до 13,6 %. Значительно повлияли на содержание белка в зерне пшеницы минеральные удобрения  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , содержание белка при этом возросло на 1,0–1,3 % (13,3–13,6 %). В остальных вариантах опыта также отмечается увеличение сырого белка в зерне яровой пшеницы, но оно является несущественным (табл. 3).

**Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на показатели качество зерна яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020гг.**

Варианты	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Сырой белок, %	Сырая клетчатка, %	Стекловидность, %	Крахмал, %	Натура зерна, г/л	Клейковина, %
Без удобрений	2,74	23,61	12,3	2,05	78,2	50,1	713,3	26,0
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,64	23,81	13,6	2,18	76,3	53,4	734,3	27,3
N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон 1	2,67	23,64	13,3	1,97	75,8	53,4	718,8	27,9
Фон 1 + Адоб Медь 0,8 л/га	2,57	23,91	13,3	2,0	76,2	53,8	714,5	28,6
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л 0,7 л/га	2,56	24,21	12,8	2,18	77,5	50,9	744,8	30,4
Фон 1 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	2,95	24,03	12,9	2,48	76,3	50,8	702,2	31,0
Фон 1 + Кристалон особый 2 кг/га + 2 кг/га коричневый	2,72	23,76	12,8	2,16	78,0	54,1	712,1	29,1
Фон 1 + Адоб Профит 2 + 2 кг/га	2,72	23,27	12,5	2,26	77,3	52,6	746,2	29,1
Фон 1 + Экосил 75 мл/га	2,68	22,95	12,7	2,11	69,7	55,1	727,6	28,6
АФК с Cu, Mn + N <sub>30</sub>	2,78	24,10	11,8	2,11	73,5	53,4	742,6	31,6
N <sub>60+30+30</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> – фон 2	2,81	22,85	12,9	2,23	74,2	55,9	708,8	29,9
Фон 2 + Микро Стим-Медь Л 0,7 л/га	2,88	24,86	12,5	2,49	80,0	52,9	682,5	33,2
Фон 2 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	2,81	24,22	13,4	2,47	80,8	56,2	740,5	34,4
НСР <sub>05</sub>	0,4	1,65	0,8	0,49	8,60	5,1	63,7	0,6

Стекловидность колебалась от 69,7 до 80,8 % и по вариантам достоверно не повышалась.

Содержание клейковины 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 Адоб Медь и МикроСтим-Медь Л по сравнению с фоном N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> содержание клейковины возросло на 0,7–2,5 %. При внесении комплексных удобрений для некорневых подкормок и регулятора роста по сравнению с фоном N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> содержание клейковины возросло на 0,7–3,1 %. Применение комплексного удобрения АФК с Cu и Mn 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, увеличило содержание клейковины на 3,7 %. В варианте, где вносили повышенные дозы минеральных удобрений N<sub>60+30+30</sub> P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>, по сравнению с контрольным вариантом содержание клейковины возросло на 3,9 %. Максимальное содержание клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> – 33,2 и 34,4 %.

По полученным результатам анализа качества зерна можно сказать, что муку из пшеницы сорта Бомбона по содержанию белка можно отнести к средней группе, а по стекловидности и содержанию сырой клейковины к сильной группе. По данным показателям качества определяется класс и закупочная стоимость зерна [7].

Значение натуры зерна изменялось от 682,5 до 746,2 % и по вариантам достоверно не повышалось.

Оптимальное содержание меди в зерне 7–12 мг/кг [8]. В опыте по вариантам содержание меди колебалось от 2,57 до 2,95 мг/кг и оптимальных значений не достигло. Наибольшее содержание меди в зерне яровой пшеницы отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn и составило 2,78 мг/кг. В остальных вариантах существенного увеличения отмечено не было. Оптимальное значение содержания цинка в зерне 20–40 мг/кг [9]. В данном опыте по вариантам содержание цинка колебалось от 22,85 до 24,86 мг/кг и было в оптимальных пределах. Наибольшее содержание цинка в зерне яровой пшеницы наблюдалось в вариантах, где применялся МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 24,86 мг/кг.

Наибольшее влияние на содержание сырой клетчатки в зерне оказал Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  – 2,48 %. Наибольшее содержание крахмала отмечено в варианте  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 55,9 %.

Исследуемые в опыте макро-, микроудобрения, комплексные удобрения и регулятор влияли на содержание незаменимых аминокислот в зерне яровой пшеницы (табл. 4). На рост содержания лизина повлияло применение  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  (0,42 г/100 г зерна), на содержание триптофана – применение Адоб Медь и Адоб Профит на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  (1,83 г/100 г зерна), на увеличение содержания лейцина и треонина – МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (0,63 и 1,75 г/100 г зерна).

Таблица 4

**Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.**

Варианты	г/100 г зерна						
	Лизин	Метионин	Валин	Триптофан	Лейцин	Треонин	Фенилаланин
Без удобрений	0,40	0,52	1,68	1,68	0,58	1,58	0,41
$N_{60}P_{60}K_{90}$	0,42	0,55	1,78	1,77	0,61	1,68	0,45
$N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – фон 1	0,42	0,54	1,77	1,66	0,60	1,66	0,42
Фон 1 + Адоб Медь 0,8 л/га	0,42	0,56	1,81	1,83	0,61	1,71	0,43
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л 0,7 л/га	0,42	0,54	1,78	1,77	0,60	1,67	0,43
Фон 1 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	0,42	0,55	1,82	1,82	0,61	1,71	0,45
Фон 1 + Кристалон особый 2 кг/га + 2 кг/га коричневый	0,42	0,54	1,76	1,69	0,60	1,66	0,43
Фон 1 + Адоб Профит 2 + 2 кг/га	0,42	0,56	1,83	1,83	0,62	1,73	0,45
Фон 1 + Экосил 75 мл/га	0,41	0,53	1,72	1,66	0,59	1,62	0,40
АФК с Cu, Mn + $N_{30}$	0,42	0,54	1,76	1,68	0,60	1,66	0,42
$N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – фон 2	0,42	0,53	1,72	1,73	0,59	1,62	0,41
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л 0,7 л/га	0,42	0,57	1,86	1,77	0,63	1,75	0,44
Фон 2 + Нутривант Плюс 2 + 2 кг/га	0,43	0,51	1,64	1,73	0,57	1,54	0,41
$НСР_{05}$	0,02	0,05	0,16	0,17	0,05	0,16	0,14

## ВЫВОДЫ

Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста положительно повлияло на линейный рост растений яровой пшеницы, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Максимальная высота растений в фазу молочно-восковой спелости отмечена в вариантах МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 111,0 и 111,9 см.

Наибольшее количество продуктивных стеблей отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) и составило 563 и 583 шт./м<sup>2</sup>. Максимальная продуктивная кустистость отмечена в вариантах, где применяли комплексное удобрение АФК с Си и Мп и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 1,26 и 1,35. Наибольшее число зерен в колосе отмечено в вариантах МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 41 и 41 шт. Максимальная масса 1000 зерен отмечена при применении МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс, которая на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  составила 39,8 и 39,9 г, что и способствовало получению в этих вариантах наибольшей урожайности зерна.

Максимальная урожайность зерна пшеницы была получена в вариантах, где применялся МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 69,7 и 70,3 ц/га.

Содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы колебалось от 11,8 до 13,6 %. Значительно повлияли на содержание белка в зерне пшеницы минеральные удобрения  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ , содержание белка при этом возросло на 1,0–1,3 % (13,3–13,6 %). В остальных вариантах увеличение сырого белка в зерне яровой пшеницы есть, но является несущественным. Стекловидность колебалась от 69,7 до 80,8 % и по вариантам существенно не повышалась. Максимальное содержание клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант Плюс на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33,2 и 34,4 %.

Значение натуры зерна изменялось от 682,5 до 746,2 % и по вариантам достоверно не повышалось. Наибольшее содержание меди в зерне яровой пшеницы отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Си и Мп и составило 2,78 мг/кг. Содержание цинка в зерне яровой пшеницы по вариантам опыта составляло от 22,85 до 24,86 мг/кг (МикроСтим-Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) и находилось в оптимальных пределах. Наибольшее содержание крахмала отмечено в варианте  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 55,9 %.

Исследуемые в опыте макро-, микроудобрения, комплексные удобрения и регулятор роста существенно влияли на содержание незаменимых аминокислот в зерне яровой пшеницы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
2. Эксперты обсудили методы сохранения плодородия почв и их эффективного использования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/ot-zemli-vzyat-i-zemle-otdat.html>. – Дата доступа: 08.02.2023
3. Пути повышения урожайности зерновых культур. [Электронный ресурс]. –

<https://agroportal-ziz.ru/articles/puti-povysheniya-urozhaynosti-zernovyh-kultur>

4. Рак, М. В. Эффективность микроудобрений МикроСтим при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак, Е. Н. Пукалова // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1(68). – С.174–182.

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

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

7. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: УП «Технопринт», 2005 – 276 с.

8. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 161 с.

9. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2011. – 293 с

## INFLUENCE OF MACRO-, MICRO-FERTILIZERS AND GROWTH REGULATOR ON YIELD, YIELD STRUCTURE AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT

I. R. Wildflush, A. A. Kuleshova

### Summary

The development and introduction into production of new forms of complex fertilizers containing nutrients in a balanced amount (macro- and microelements) makes it possible to optimize plant nutrition and at the same time reduce the cost of their use. This article presents the results of research on the use of new forms of macro-, microfertilizers and growth regulators of domestic and foreign production on linear growth, crop structure and grain quality of spring wheat on soddy-podzolic light loamy soil.

The maximum height of plants (111,0 and 111,9 cm), the largest number of productive stems (563 and 583 pcs/m<sup>2</sup>), the mass of 1000 grains (39,8 and 39,9 g), the maximum yield (69,7 and 70,3 c/ha) of spring wheat grains were noted in the variants of Microstim-Copper L and Nutrivant Plus against the background of N<sub>60+30+30</sub> P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>.

The highest content of crude protein in spring wheat grain was noted in the variant with the use of N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 13,3–13,6 %. Vitreousness ranged from 69,7 to 80,8 % and did not increase significantly according to the variants. The maximum gluten content was noted in the variants with the use of MicroStim-Copper L and Nutrivant Plus against the background of N<sub>60+30+30</sub> P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> – 33,2 and 34,4 %.

*Поступила 23.02.23*