

($N_{100}P_{100}K_{100}$) и применение исследуемых комплексов (комплекс микроэлементов в виде органических солей, комплекс хелатов микроэлементов, комплекс аминокислот и микроэлементов и комплекс аминокислот), усиливая ростовые и формообразовательные процессы, положительно сказалось на получении более высокой урожайности, чем на контроле ($N_0P_0K_0$, без обработки). Очевидно, что в каждом варианте создаются наиболее благоприятные условия потребления питательных веществ, благодаря входящим в состав этого комплекса макро- и микроэлементам и аминокислотам, улучшающим поступление и использование элементов питания. При внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$ (без применения исследуемых комплексов) в среднем за 3 года урожайность повысилась на 6,9%, а при совместном применении фонового удобрения и комплексов прибавка составила 10,6-20,9% к контролю и 3,8-12,9% к фону, при урожайности 56,3 и 60,3 ц/га на контроле и фоне соответственно. Максимальные прибавки отмечены в варианте с обработкой семян озимой пшеницы перед посевом и двукратной обработкой растений (1-я – фаза кущения – выхода в трубку, 2-я – цветения-начала колошения) во второй дозе (1,5 л/т + 1,5 л/га).

В этом варианте получено зерно высокого качества, по сумме показателей оно относится к продовольственному второго класса (в контрольном варианте продовольственное четвертого класса).

Литература

1. Катальмов, М. В. Применение микроэлементов в растениеводстве [Текст] : Доклад проф. М. В. Катальмова. – Москва : [б. и.], 1957. – 20 с.; 20 см. – (Доклады МСХ СССР. Совещание по вопросам наиболее эффективных способов использования минер., органич. и бактер. удобрений. Май 1957 г.).

2. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах юга России/ В. В. Агеев, А. И. Подколзин. А.В. – Ставрополь: ЦНТИ, 2001.
3. Шеуджен А. Х., Харитонов Е. М., Хурум Х. Д., Бондарева Т. Н. Агрохимия микроэлементов в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, Х.Д. Хурум, Т.Н. Бондарева ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т риса. – Майкоп : Афиша, 2006. – 244 с.
4. Mladenova Y.I., Rotcheva S., Vinarova K. 1989. Changes of growth and metabolism of maize seedlings under NaCl stress and interfering effect of Siapton leaf organic fertilizer on the stress responses. In: 20th Ann. ESNA Meeting, Lunteren (NL), Oct. (poster).
5. Листовые подкормки. [Электронный ресурс]. URL: <http://amtsibir.ru/listovye-podkormki/>
6. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с.
7. Аминокислоты для подкормки урожая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaja/>
8. Inedhar Abbas Marhoon, MajeedKadhim Abbas, Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annuum* L.) cultivars // International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS), 2015, Vol. 1. Is. 1. PP 35-44.
9. Аминокислотные стимуляторы. [Электронный ресурс]. URL: https://studbooks.net/76234/agropromyshlennost/aminokislotnye_stimulyatory
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 416 с.
11. Кошкин, Е.И., Хусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур. Уч. пос. –М.: РГ-Пресс, 2020.
12. Созинов А.А., Козлов В.Г. Повышение качества зерна озимых пшениц. –М.: Колос, 1970.– 135 с.
13. Коданев И.М. Влияние удобрений на качество зерна // Повышение качества зерна. – М., 1976. – С. 82 – 118.
14. Новиков Н.Н. Действие фиторегуляторов на синтез белков и качество зерна пшеницы. Тез. докл. III Международ. конференц. «Регуляторы роста и развития растений», 27-29 июня 1995. –М., 1995. – С.70.
15. Костин В.И., Исайчев В.А. Влияние мелафена на зимостойкость, урожайность и качество озимой пшеницы. Тез. докл. VI Международ. конференц. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 249 с.
16. Шаповал О.А. Влияние регуляторов роста на качество зерна озимой пшеницы.// Плодородие. – 2004. – №5(20). – С. 14-15.

INFLUENCE OF INNOVATIVE FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN ON LEACHED CHERNOZEM SOILS

O.A. Shapoval, T.Yu. Voznesenskaya

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: elgen@mail.ru

The results of studies of the application of various complexes (a complex of microelements in the form of organic salts, a complex of chelate microelements, a complex of amino acids and microelements and a complex of amino acids) in the technology of cultivation of winter wheat in the conditions of Krasnodar region for 2014-2017. It is shown that when applying $N_{100}P_{100}K_{100}$ (without the use of the studied complexes), the yield increased by 6.9% on average over 3 years, and when using background fertilizer and complexes together, the increase was 10.6-20.9%-to the control and 3.8-12.9%-to the background, with yields (5.63 and 6.03 t/ha) in the control and background, respectively. It was found that the maximum increase in the yield of high-quality grain was obtained by adding a complex of trace elements with amino acids in doses of 1.5 l/t + 1.5 l/ha.

Keywords: winter wheat, complex of microelements with amino acids, yield, crop quality.

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ И ЦИНКА В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ И РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко, д.с.-х.н.,

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический 12.

e-mail: alena.gurueva@mail.ru

Представлены материалы по влиянию расчетных доз минеральных удобрений на динамику содержания подвижных форм меди и цинка в черноземе выщелоченном и растениях озимой пшеницы сортов Васса, Гром и Доля за 2015-2018 гг. В результате проведения исследований установлено, что применение расчетных доз минеральных удобрений $N_{186}P_{95}K_{45}$ и $N_{248}P_{133}K_{60}$ привело к существенному снижению содержания в слое почвы 0-40 см подвижных форм меди на 0,02-0,04 мг/кг и цинка на 0,07 мг/кг относительно контроля. До фазы выхода в трубку наблю-

далось достоверное повышение подвижного цинка на 0,07 мг/кг и подвижной меди на 0,13 мг/кг, а в дальнейшем происходило резкое снижение подвижной меди на 0,11-0,06, цинка – на 0,09-0,08 мг/кг. Изучаемые в опыте сорта не оказали влияния на концентрацию в почве микроэлементов.

Все расчетные дозы минеральных удобрений снижали по отношению к контролю содержание в зерне меди на 0,04–0,21 и цинка на 0,2–1,1 мг/кг. Максимальное содержание в зерне меди (2,53 мг/кг) накапливал сорт Доля, а цинка – сорт Васса (24,8 мг/кг). Установлена высокая взаимосвязь между уровнем урожайности и содержанием в зерне озимой пшеницы меди и цинка.

На всех сортах озимой пшеницы, в среднем за 2015–2018 г. исследований, расчетные дозы минеральных удобрений относительно контроля увеличивали урожайность на 1,6–5,36 т/га. Планируемые уровни урожайности 5,0 и 7,5 т/га были достигнуты на всех сортах, а 10,0 т/га не был получен.

Ключевые слова: минеральные удобрения, чернозем выщелоченный, озимая пшеница, содержание меди и цинка, планируемая урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.03

При планировании высоких урожаев сельскохозяйственных культур с хорошим качеством необходимо обеспечить питание растений не только макро-, но и микроэлементами [5, 7].

В современном земледелии одной из актуальных проблем является определение в почве доступных форм микроэлементов для растений, которые являются необходимыми элементами для питания растений и микроорганизмов и, несомненно, оказывают решающую роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2].

Почва – это главный источник меди и цинка для растений. Дефицит этих элементов негативно влияет на формирование урожайности сельскохозяйственных культур [6].

Многие ученые занимаются изучением содержания в почвах микроэлементов, но данных об их изменениях в почвах при внесении различных доз минеральных удобрений в течение вегетационного периода растений озимой пшеницы недостаточно. В связи с этим такая информация представляет особый интерес [4].

Следует обратить внимание и на то, что содержание микроэлементов в зерне злаков часто нестабильно и колеблется в довольно широких пределах в зависимости не только от культуры, но и от сорта, климатических и географических факторов. От большего накопления минеральных веществ зависит ценность зерна [3].

Цель наших исследований – определить влияние расчетных доз минеральных удобрений на содержание меди и цинка в черноземе выщелоченном и растениях озимой пшеницы.

Методика. Эксперимент проводили на землепользовании сельскохозяйственной опытной станции Ставропольского ГАУ в 2015-2018 гг.

Почвенный покров места проведения исследований – чернозем выщелоченный мощный малогумусный тяжелосуглинистый. Перед закладкой опыта почвы были средне обеспечены органическим веществом (5,1-5,4 %), N-NO₃ (16–30 мг/кг), P₂O₅ (20–25 мг/кг), K₂O (220–270 мг/кг) и подвижными формами марганца (16,1–17,0 мг/кг), имели низкое обеспечение цинком (0,5–0,6 мг/кг) и медью (0,12–0,18 мг/кг), реакция почвенного раствора нейтральная (рН 6,1–6,5).

Территория опытной сельскохозяйственной станции расположена в Ставропольском крае в зоне недостаточного увлажнения и характеризуется неустойчивым климатом, что, в первую очередь, выражается в неравномерности выпадения осадков в течение года. Среднегодовое количество осадков, по многолетним данным, составляет 551 мм, сумма активных температур – 3000–

3200 °С, ГТК 1,1–1,3. Все три сельскохозяйственных года проведения экспериментов характеризовались повышенным температурным режимом: разница со среднеголетней нормой составляла: – в 2015-2016 гг. – 1,9 °С, в 2016-2017 гг. – 0,2 и в 2017-2018 гг. – 2,2 °С.

Оптимальным по распределению осадков оказался 2015-2016 с.-х. год, а количество выпавших осадков (643 мм) превысило многолетнюю норму на 92 мм. В 2016-2017 г. этот показатель был выше среднеголетнего значения на 110,3 мм, но крайне неравномерное распределение осадков в период вегетации растений создало неблагоприятные условия для роста и развития растений. Наименьшее количество осадков в годы проведения исследований отмечали в 2017-2018 с.-х. году – 518 мм, что оказалось ниже нормы на 33 мм.

Повторность опыта 3-кратная, размещение делянок по методу рендомизированных повторений, ширина 3,6 м, длина 5 м, общая площадь делянки 18 м². Опыт двухфакторный: фактор А – расчетные дозы минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности озимой пшеницы: 5,0, 7,5 и 10,0 т/га; фактор В – сорта озимой пшеницы Доля, Васса, Гром.

Схема опыта: 1. Контроль – N₆₃P₅₂. 2. Планируемая урожайность 5,0 т/га – N₁₂₄P₇₂K₃₀. 3. Планируемая урожайность 7,5 т/га – N₁₈₆P₉₅K₄₅. 4. Планируемая урожайность 10,0 т/га – N₂₄₈P₁₃₃K₆₀. На контроле применяли рекомендованную дозу, а на планируемый уровень урожайности 5,0, 7,5 и 10,0 т/га дозы минеральных удобрений рассчитывали по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2011). Соотношения и расчетные дозы минеральных удобрений устанавливали по результатам почвенных анализов в соответствии с уровнем планируемой урожайности и ежегодно уточняли.

Применение минеральных удобрений предусматривало два способа внесения: допосевное (под основную обработку почвы) и три подкормки в фазы кущения, выхода в трубку и колошения. В качестве удобрений в опыте использовали аммофос, калий хлористый, аммиачную селитру, мочевины. Предшественник в опыте – горох. Содержание подвижных соединений меди и цинка в почве определяли по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50685-94), а в зерне озимой пшеницы – атомно-абсорбционным методом (ГОСТ 30692-2000). Учет урожая проводили методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур (1989 г.).

Результаты и их обсуждение. При внесении расчетных доз минеральных удобрений на планируемую уро-

жайность 7,5 (N₁₈₆P₉₅K₄₅) и 10,0 т/га (N₂₄₈P₁₃₃K₆₀) происходит существенное снижение подвижной меди по отношению к контрольному варианту – на 0,02–0,04 мг/кг. Это свидетельствует о том, что в названных вариантах опыта растения набирают большую вегетативную массу, повышая и потребление подвижной меди из почвы (табл. 1).

1. Влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания подвижной меди и подвижного цинка в черноземе выщелоченном в посевах озимой пшеницы (в среднем за 2015–2018 гг.)

Доза удобрения (фактор А)	Сорт (фактор В)	Срок отбора (фактор С)					А, НСР ₀₅ : 0,018 для меди, 0,04 для цинка	В, НСР ₀₅ : 0,01 для меди, 0,04 для цинка
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Содержание подвижной меди, мг/кг								
N ₆₃ P ₅₂ (контроль)	Васса	0,10	0,20	0,27	0,17	0,08	0,17	0,16
	Гром	0,11	0,21	0,29	0,18	0,10		0,16
	Доля	0,12	0,22	0,28	0,19	0,10		0,16
N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀ (5,0 т/га)	Васса	0,14	0,23	0,29	0,16	0,10	0,18	
	Гром	0,15	0,24	0,28	0,17	0,11		
	Доля	0,16	0,21	0,26	0,19	0,08		
N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅ (7,5 т/га)	Васса	0,12	0,19	0,25	0,14	0,10	0,15	
	Гром	0,09	0,20	0,24	0,12	0,08		
	Доля	0,13	0,17	0,23	0,11	0,07		
N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀ (10,0 т/га)	Васса	0,10	0,18	0,25	0,10	0,07	0,13	
	Гром	0,07	0,16	0,19	0,09	0,06		
	Доля	0,12	0,15	0,22	0,07	0,06		
С, НСР ₀₅ = 0,05		0,12	0,20	0,25	0,14	0,08	НСР ₀₅ = 0,025	
Содержание подвижного цинка, мг/кг								
N ₆₃ P ₅₂ (контроль)	Васса	0,55	0,67	0,66	0,61	0,51	0,61	0,58
	Гром	0,56	0,69	0,69	0,63	0,55		0,57
	Доля	0,58	0,66	0,67	0,60	0,52		0,56
N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀ (5,0 т/га)	Васса	0,57	0,63	0,65	0,60	0,50	0,60	
	Гром	0,56	0,68	0,67	0,60	0,54		
	Доля	0,60	0,67	0,69	0,57	0,50		
N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅ (7,5 т/га)	Васса	0,57	0,63	0,64	0,54	0,46	0,54	
	Гром	0,54	0,59	0,62	0,50	0,44		
	Доля	0,55	0,57	0,57	0,50	0,40		
N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀ (10,0 т/га)	Васса	0,60	0,64	0,64	0,52	0,42	0,54	
	Гром	0,58	0,60	0,58	0,49	0,38		
	Доля	0,61	0,63	0,58	0,46	0,36		
С, НСР ₀₅ = 0,03		0,57	0,57	0,64	0,64	0,55	0,47	

Изучаемые в опыте сорта не влияли на концентрацию подвижной меди в почве, и в среднем по опыту содержание этого элемента составляло 0,16 мг/кг.

От фазы всходов к фазе кушения, от фазы кушения к фазе выхода в трубку наблюдалось достоверное повышение элемента в 0–40 см слое почвы, соответственно, на 0,08 и 0,05 мг/кг, от фазы выхода в трубку к фазе колошения и от фазы колошения к фазе полной спелости происходило резкое снижение подвижной меди – на 0,11 и 0,06 мг/кг.

Расчетные дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 7,5 (N₁₈₆P₉₅K₄₅) и 10,0 т/га (N₂₄₈P₁₃₃K₆₀), способствовали достоверному снижению подвижного цинка по отношению к контрольному варианту на 0,07 мг/кг (см. табл. 1).

Изучаемые сорта не оказали существенного влияния на содержание подвижного цинка в слое почвы 0–40 см, так у сорта Доля среднее содержание элемента в почве оказалось незначительно ниже (0,01–0,02 мг/кг), чем у сортов Васса и Гром.

Содержание цинка возрастало от фазы всходов и достигло самого высокого значения к фазе выхода в трубку, от фазы выхода в трубку к фазе колошения и от фазы колошения к фазе полной спелости происходит

значительное снижение концентрации – на 0,09 и 0,08 мг/кг почвы. Снижение количества элемента связано с режимом увлажнения и с особенностями потребления микроэлемента растениями озимой пшеницы.

На контроле в зерне, в среднем по сортам, содержалось 2,53 мг/кг меди, что несущественно выше, чем в вариантах с расчетными дозами на планируемую урожайность 5,0 т/га (N₁₂₄P₇₂K₃₀) – на 0,04 мг/кг и 7,5 т/га (N₁₈₆P₉₅K₄₅) – на 0,11 мг/кг. Доза N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ на планируемую урожайность 10,0 т/га достоверно снижала содержание меди в зерне озимой пшеницы относительно контроля на 0,21 мг/кг (табл. 2).

Наивысшее содержание меди в зерне озимой пшеницы в среднем по опыту получено у сорта Доля, оно незначительно (+0,10 мг/кг) превышало аналогичный показатель у сорта Васса. Между сортами Доля и Гром установлена достоверная разница по содержанию элемента – 0,15 мг/кг.

2. Влияние доз минеральных удобрений на содержание меди и цинка в зерне сортов озимой пшеницы (в среднем за 2016–2018 гг.)

(в среднем за 2010-2010 гг.)				
Доза удобрения (фактор А)	Сорт (фактор В)			А, НСР ₀₅ : 0,14 для меди, 0,66 для цинка
	Васса	Гром	Доля	
Содержание меди, мг/кг				
N ₆₃ P ₅₂ (контроль)	2,52	2,44	2,63	2,53
N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀ (5,0 т/га)	2,46	2,44	2,56	2,49
N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅ (7,5 т/га)	2,41	2,35	2,51	2,42
N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀ (10,0 т/га)	2,33	2,30	2,34	2,32
В, НСР ₀₅ = 0,12	2,43	2,38	2,53	НСР ₀₅ = 0,22
Содержание цинка, мг/кг				
N ₆₃ P ₅₂ (контроль)	25,2	25,0	25,0	25,1
N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀ (5,0 т/га)	25,4	24,8	24,6	24,9
N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅ (7,5 т/га)	24,5	24,8	24,2	24,5
N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀ (10,0 т/га)	24,1	24,0	24,0	24,0
В, НСР ₀₅ = 0,41	24,8	24,7	24,5	НСР ₀₅ = 0,82

На контроле в зерне изучаемых сортов озимой пшеницы среднее содержание цинка оказалось несущественно выше, чем в вариантах с расчетными дозами на планируемую урожайность 5,0 т/га (N₁₂₄P₇₂K₃₀) – на 0,20 мг/кг и 7,5 т/га (N₁₈₆P₉₅K₄₅) – на 0,60 мг/кг. Доза N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ на планируемую урожайность 10,0 т/га достоверно снижала содержание цинка в зерне озимой пшеницы относительно контроля на 1,1 мг/кг

Максимальное содержание цинка в зерне озимой пшеницы в среднем по опыту получено у сорта Васса, оно незначительно превышало аналогичный показатель у сортов Гром – на 0,1 мг/кг и Доля – на 0,3 мг/кг.

Планируемый уровень урожайности в 2016 г. 5,0 т/га при внесении дозы N₁₂₄P₇₂K₃₀ был достигнут на сортах Гром (5,32 т/га) и Доля (6,13 т/га), планируемый уровень урожайности 7,5 т/га с внесением дозы N₁₈₆P₉₅K₄₅ получен на сортах Васса (7,51 т/га) и Доля (8,39 т/га), планируемый уровень урожайности 10,0 т/га при внесении дозы N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ был зафиксирован только у сорта Доля (10,47 т/га). Самым отзывчивым в опыте на возрастающие дозы минеральных удобрений в 2016 г. был сорт Доля, на котором получали все уровни планируемой урожайности.

В 2017 г. планируемый уровень урожайности 5,0 т/га удалось получить у двух сортов: Васса – 5,45 т/га и Доля – 5,23 т/га, планируемый уровень 7,5 т/га был сформирован только у сорта Васса – 7,64 т/га. В 2017 г. ни на одном изучаемом сорте не получили урожайность 10,0 т/га. Сорт Васса в этот год оказался самым высокоурожайным.

Планируемая урожайность озимой пшеницы 5,0 т/га в 2018 г. была получена у всех трех изучаемых сортов, 7,5 т/га – только у сортов Гром (7,87 т/га) и Доля (7,94 т/га), урожайность 10,0 т/га не достигнута ни на одном из сортов. В среднем по опыту самым высокоурожайным в 2018 г. оказался сорт Доля.

На всех сортах озимой пшеницы в среднем за 2016-2018 гг. исследований расчетные дозы минеральных удобрений относительно контроля увеличивали урожайность на 1,6–5,36 т/га. Планируемый уровень урожайности 5,0 и 7,5 т/га был достигнут на всех сортах, уровень урожайности 10,0 т/га достигнут не был. В среднем на всех фонах питания самым высокоурожайным оказался сорт Доля (табл. 3).

3. Урожайность (т/га) сортов озимой пшеницы в зависимости от расчетных доз минеральных удобрений (в среднем за 2016-2018 гг.)

Доза удобрения (фактор А)	Сорт (фактор В)			А, НСР ₀₅ = 0,36
	Васса	Гром	Доля	
N ₆₃ P ₅₂ (контроль)	3,43	3,55	4,01	3,66
N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀ (5,0 т/га)	5,06	5,16	5,57	5,26
N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅ (7,5 т/га)	7,52	7,42	7,71	7,55
N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀ (10,0 т/га)	8,70	9,13	9,23	9,02
В, НСР ₀₅ = 0,24	6,18	6,32	6,63	НСР ₀₅ = 0,50

Максимальный уровень урожайности получен при внесении дозы N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ на планируемую урожайность 10 т/га у среднепозднего сорта Доля и среднеспелого сорта Гром. Он был существенно выше показателей всех вариантов опыта.

Выводы. Применение расчетных доз минеральных удобрений N₁₈₆P₉₅K₄₅ и N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ привело к существенному снижению содержания подвижной меди и цинка в слое почвы 0–40 см относительно контроля. Это связано с увеличением выноса макро- и микроэлементов большей биомассой растений озимой пшеницы. До фазы выхода в трубку наблюдалось достоверное повышение содержания подвижной меди, а в дальнейшем происходило резкое снижение подвижной меди – на 0,11 и 0,06 мг/кг. Содержание подвижного цинка в почве устойчиво снижалось от фазы всходов до окончания вегетации во всех вариантах: резкое снижение концентрации отмечалось в фазы колошения и полной спелости – на 0,09 и 0,08 мг/кг почвы соответственно.

Все расчетные дозы минеральных удобрений снижали по отношению к контролю содержание в зерне меди на 0,04-0,21 и цинка на 0,2-1,1 мг/кг. Максимальное содержание в зерне меди (2,53 мг/кг) накапливал сорт Доля, а цинка – сорт Васса (24,8 мг/кг).

На всех сортах озимой пшеницы, в среднем за 2016-2018 гг. исследований, расчетные дозы минеральных удобрений относительно контроля увеличивали урожайность на 1,6–5,36 т/га. Планируемый уровень урожайности 5,0 и 7,5 т/га был достигнут на всех сортах, планируемый уровень урожайности 10,0 т/га получен не был. В среднем на всех фонах питания самым высокоурожайным оказался сорт Доля. Максимальный уровень урожайности был отмечен при внесении дозы N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ на планируемую урожайность 10 т/га у среднепозднего сорта Доля – 9,23 и среднеспелого сорта Гром – 9,13 т/га, что существенно выше показателей всех вариантов опыта.

Литература

1. Никитин, С.Н. Влияние удобрений и биопрепаратов на продуктивность зернопарового севооборота, потоки элементов питания и свойства чернозема выщелоченного в лесостепи среднего Поволжья / С.Н. Никитин, А.А. Завалин // Агрохимия. – 2017. – № 6. – С. 12-29.
2. Ожередова, А.Ю. Формирование планируемой урожайности озимой пшеницы на основе оптимизации минерального питания / А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко // Земледелие. – 2019. – № 7. – С. 21-23.
3. Слепченко, П.П. Действие некорневой подкормки марганцем и цинком на урожайность озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / П.П. Слепченко, И.А. Лебедевский, И.В. Шабанова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. ст. по матер. X Всеросс. конф. молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко / Кубанский ГАУ. – Краснодар, 2017. – С. 46–47.
4. Сухова, О.В. Мониторинг содержания микроэлементов в почвах Волгоградской области / О.В. Сухова, В.В. Болдырев, А.В. Акулов // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 4. – С. 20–21.
5. Сычев, В.Г. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 22-25.
6. Цховребов, В.С. Современные проблемы плодородия почв Ставрополя / В.С. Цховребов, А.Н. Есаулко, А.А. Новиков // Агрохимический вестник. – 2017. – № 4. – С. 3-8.
7. Шедужен, А.Х. Оценка действия минеральной системы удобрения озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.Х. Шедужен, Л.М. Онищенко, В.В. Гузик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 149. – С. 110-115.

INFLUENCE OF CALCULATED DOSES OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CONTENT OF COPPER AND ZINC IN LEACHED CHERNOZEM AND WINTER WHEAT PLANTS

A.Yu. Ozheredova, A.N. Yesaulko

Stavropol State Agrarian University, Zootechnicheskiy per. 12, 355017 Stavropol, Russia, e-mail: alena.gurueva@mail.ru

The article presents materials on the influence of calculated doses of mineral fertilizers on the dynamics of the content of mobile forms of copper and zinc in leached chernozem and winter wheat plants of Vassa, Grom and Dolya varieties for the period 2015-2018. As a result of the research, it was found that the use of calculated doses of mineral fertilizers N₁₈₆P₉₅K₄₅ and N₂₄₈P₁₃₃K₆₀, to a significant decrease in the content of mobile forms of copper in the soil layer of 0-40 cm by 0.02-0.04 mg/kg and zinc by 0.07 mg/kg relative to the control. Before the stem elongation phase, there was a significant increase in mobile zinc by 0.07 mg/kg and mobile copper by 0.13 mg/kg, and then there was a drastic decrease in mobile copper by 0.11 and 0.06 mg/kg, and zinc by 0.09-0.08. The varieties studied in the experiment did not affect the concentration of trace elements in the soil.

All calculated doses of mineral fertilizers reduced the content of copper in the grain by 0.04-0.21 and zinc by 0.2-1.1 mg/kg in comparison with the control. The maximum content of copper in the grain (2.53 mg/kg) was accumulated by the Dolya variety, and zinc – by the Vassa variety (24.8 mg/kg). A high correlation between the yield level and the content of copper and zinc in winter wheat grains was established.

For all varieties of winter wheat, the calculated doses of mineral fertilizers relative to control increased the yield by 1.6-5.36 t/ha on average for 2016-2018 years of research. The planned yield levels of 5.0 and 7.5 t/ha were achieved for all varieties, but the planned yield level of 10.0 t/ha was not achieved.

Key words: mineral fertilizers, leached chernozem, winter wheat, content of mobile forms of copper and zinc, planned yield.