

INFLUENCE OF THE FERTILIZER SYSTEM AND FORECROPS ON THE DYNAMICS OF THE ACIDITY OF SODDY-PODZOLY SOILS WHEN INTRODUCING THEM INTO AGRICULTURAL TURNOVER

N.P. Popova, V.A. Shevchenko, A.M. Solovyov

All-Russian Scientific-Research Institute of Hydrotechnics and Melioration named after. A.N. Kostyakov, Bolshaya Akademicheskaya ul., 44, bldg. 2, 127550 Moscow, Russia

An important factor limiting the use of land for crop production is the acidity of the soil solution, due to the high concentration of hydrogen and aluminum ions in it. High acidity negatively affects both agricultural plants and the entire complex of chemical, physicochemical and biological processes in the soil.

The cultivation of barley under a mineral fertilizer system on unproductive lands aggravates the acidity of the soil solution, increasing it on average for all forecrops by 0.2-0.3 pH units.

The introduction of organic fertilizers in the form of solid fraction of manure isolated from liquid effluents of livestock complexes, in combination with the use of spring rape as a forecrop, is of significant importance in reducing acidity. In this case, over a seven-year of research, the decrease in the acidity of unproductive reclaimed lands was 0.42-0.48 pH units at HCP 0.5 = 0.41-0.45 pH units. For other types of organic fertilizers and forecrops, only a positive tendency towards deacidification was noted, since the difference between the initial and final values was within the experimental error.

Key words: unproductive reclaimed land, acidity, fertilization system, forecrops, liquid runoff, solid fraction of manure.

УДК:631.81.095.337

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ИННОВАЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

О.А. Шаповал, д.с.-х.н., Т.Ю. Вознесенская, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127550, Москва, ул.Прянишникова, 31А, Россия, elgen@mail.ru

Работа выполнена по госзаданию №0572-2019-0014

Изложены результаты исследований по применению различных комплексов (комплекс микроэлементов в виде органических солей, комплекс хелатов микроэлементов, комплекс аминокислот и микроэлементов и комплекс аминокислот) в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Краснодарского края в 2014-2017 гг. Показано, что 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. Установлено, что максимальная прибавка урожая зерна высокого качества получена при внесении комплекса микроэлементов с аминокислотами в дозах 1,5 л/т + 1,5 л/га.

Ключевые слова: пшеница озимая, комплекс микроэлементов с аминокислотами, урожайность, качество урожая.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.02

Основным агрономическим показателем целесообразности и эффективности применения в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, того или иного приёма и способа является урожай. Один из основных регулируемых факторов, используемых для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью создания высокого урожая хорошего качества, – минеральное питание.

Озимая пшеница больше других зерновых культур требовательна к условиям питания. Величина и качество урожая озимой пшеницы находятся в тесной зависимости от обеспеченности растений основными макроэлементами. Нормальному развитию растительного организма способствуют микроэлементы, участвующие в регулировании всех жизненных процессов, что приводит в итоге к повышению продуктивности растений [1-3].

В настоящее время особенно актуально применение комплекса микроэлементов с аминокислотами в системе других составляющих технологии возделывания озимой пшеницы: среди них наиболее эффективный прием возделывания – некорневые листовые подкормки специальными водорастворимыми комплексами удобрений, содержащих микроэлементы с аминокислотами – аминокислотами. Такие подкормки эффективны в критические периоды развития, когда потребность растений в микроэлементах высока [4-7]. Аминокислоты – одни из наиболее активных составляющих метаболизма, участвуя в самых разнообразных биохимических процессах, в синтезе белковых и ростовых веществ, они определяют скорость и интенсивность процессов роста растений [8]. Применение аминокислот в комплексных удобрениях – один из самых перспективных способов повышения полифункциональности удобрений и придания им свойства биостимулирующего потенциала,

Плодородие №6•2020

которым они обладают. Последние исследования, проводимые во многих странах, доказывают их высокую активность как регуляторов роста растений [9].

Удобрения на основе комплекса микроэлементов и аминокислот являются корректорами минерального питания и опосредованно воздействуют на иммунитет растений, ускоряют процессы метаболизма и активации синтеза белков и углеводов.

Определение сроков применения и правильно выбранной дозы для обработки растений этих форм удобрений позволяет регулировать рост и развитие, повысить устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, а в итоге – урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Поэтому очень важно установить влияние новых инновационных форм удобрений на основе комплекса микроэлементов с аминокислотами на продуктивность озимой пшеницы, дать сравнительную оценку эффективности разных форм удобрений. С этой целью в 2014-2017 гг. на опытном поле КубГАУ (учхоз «Кубань», отделение 1) были проведены исследования с разными формами таких удобрений на основе комплекса аминокислот и микроэлементов, в том числе с минеральными солями микроэлементов. Оптимальные дозы удобрений, использованные в полевых исследованиях, были выявлены и научно обоснованы в ходе лабораторных, скрининговых и модельных опытов. Для соблюдения принципа единственного различия были подобраны комплексы: хелатный комплекс микроэлементов на основе ЭДТА, комплекс на основе микроэлементов с аминокислотами и аминокислоты. В состав этих комплексов входил одинаковый набор с единым соотношением микроэлементов.

Методика. Исследования проводили на пшенице озимой сорта Вершина. Сорт среднерослый, высота растений 79-105 см, устойчив к полеганию. Относится к группе среднеспелых сортов, выколашивается на 1-2 дня позже стандартного сорта Память, на 2-5 дней раньше сорта Половчанка. Потенциальная урожайность зерна 100 ц/га. Высокоустойчив к вирусным заболеваниям. На фоне искусственного заражения устойчив к бурой и желтой ржавчине. Средневосприимчив к септориозу, мучнистой росе и фузариозу колоса. Восприимчив к стеблевой ржавчине. По степени поражения твердой головней относится к высоковосприимчивым формам. Засухоустойчивость и жаростойкость высокие, морозостойкость средняя.

Предшествующая культура – озимая пшеница. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – 4-кратная. Для посева использовались семена, отвечающие требованиям 1-го класса посевного стандарта с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га. Глубина посева семян сои – 3-5 см. Предпосевную обработку семян проводили полусухим способом согласно схеме опыта, расход рабочего раствора – 10 л/т семян. Обработку растений проводили: 1-ю – в фазе кушения-выхода в трубку, 2-ю – в фазе цветения-начала колошения ранцевым опрыскивателем согласно схеме опыта, расход рабочего раствора – 300 л/га. В контрольных вариантах обработку семян и растений не проводили.

Схема опыта: 1. Контроль – N₀P₀K₀; 2. Фон – N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀; 3. – Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + *комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 1 доза; 4. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + *комплекс микроэlemen-

тов в виде неорганических солей, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 2 доза; 5. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + *комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 3 доза; 6. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + **комплекс хелатов микроэлементов, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 1 доза; 7. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + **комплекс хелатов микроэлементов, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 2 доза; 8. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + **комплекс хелатов микроэлементов, предпосевная обработка семян + некорневая подкормка растений, 3 доза; 9. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ***комплекс аминокислот с микроэлементами, предпосевная обработка семян, расход – 0,5 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 0,5 л/га; 10. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ***комплекс аминокислот с микроэлементами, предпосевная обработка семян, расход – 1,5 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 1,5 л/га; 11. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ***комплекс аминокислот с микроэлементами, предпосевная обработка семян, расход – 3,0 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 3,0 л/га; 12. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ****аминокислоты, предпосевная обработка семян, расход – 1,0 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 1,0 л/га; 13. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ****аминокислоты, предпосевная обработка семян, расход – 2,0 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 2,0 л/га; 14. Фон N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + ****аминокислоты, предпосевная обработка семян, расход – 3,0 л/т, некорневая подкормка растений, расход – 3,0 л/га.

***комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (смесь, состоящая из неорганических солей микроэлементов и борной кислоты):** борная кислота (В -17,5%), цинк сернокислый (Zn-25,0%), медь сернокислая (Cu-25,0%), марганец сернокислый (Mn-32,5%), молибдат аммония (Mo-52,0%):

- 1 доза: борная кислота, 2,9 г + медь сернокислая, 2,0 г + цинк сернокислый, 15,0 г + марганец сернокислый, 7,7 г + молибдат аммония, 0,2 г;

- 2 доза: борная кислота, 8,7 г + медь сернокислая, 6,0 г + цинк сернокислый, 45,0 г + марганец сернокислый, 23,1 г + молибдат аммония, 0,6 г;

- 3 доза: борная кислота, 17,4 г + медь сернокислая, 12 г + цинк сернокислый, 90 г + марганец сернокислый, 46,2 г + молибдат аммония, 1,2 г.

****комплекс хелатов микроэлементов (смесь, состоящая из хелатов металлов, борэтаноламина и молибдата аммония):** борэтаноламин (В-17,0%), медь ЭДТА (Cu-15,0%), марганец ЭДТА (Mn-13,0%), цинк ЭДТА (Zn-15,0%), молибдат аммония (Mo-52,0%):

- 1 доза: борэтаноламин 3,0 г + Zn ЭДТА, 25,0 г + Mn ЭДТА, 19,3 г + Cu ЭДТА, 6,7 г + молибдат аммония, 0,2 г;

- 2 доза: борэтаноламин, 9,0 г + Zn ЭДТА, 75,0 г + Mn ЭДТА, 57,9 г + Cu ЭДТА, 10,2 г + молибдат аммония, 0,6 г;

- 3 доза: борэтаноламин, 18,0 г + Zn ЭДТА, 150,0 г + Mn ЭДТА, 115,8 г + Cu ЭДТА, 20,4 г + молибдат аммония, 1,6 г.

*****комплекс аминокислот с микроэлементами:** органоминеральное удобрение – органическое вещество (40,0%), аминокислоты (10,0%), в т.ч. свободные аминокислоты (8,0%), общий азот (N-5,0%), цинк водорастворимый (Zn-0,75%), марганец водорастворимый

(Mn-0,5%), бор водорастворимый (B-0,1%), железо водорастворимое (Fe-0,1%), медь водорастворимая (Cu-0,1%), молибден водорастворимый (Mo-0,02%), кобальт водорастворимый (Co-0,01%).

******аминокислоты:** органоминеральное удобрение на основе экстрактов из сырья растительного происхождения – органическое вещество (60,0%), азот (N-7,0%), аминокислоты (14,4%), в т.ч. свободные аминокислоты (12,0%).

- **содержание микроэлементов в составе комплексов эквивалентно содержанию их в составе комплексов аминокислот с микроэлементами.**

Перед уборкой отбирали модельные снопы (20 растений с варианта) для проведения структурного анализа урожая (определение кустистости: общей и продуктивной), длины колоса, озерненности, массы зерна и соломы с растения, их соотношения – уборочного индекса). Уборку проводили в фазе полной спелости, урожайность определяли по общему валу зерна, убранного с учетной площади. В средних пробах зерна определяли его качество: натуру, массу 1000 зерен, стекловидность, содержание и качество клейковины – по установленным ГОСТам. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985), при помощи компьютерной программы Microsoft Statistica 6.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный характеризовалась следующими показателями: P_2O_5 – 126-140 мг/кг почвы; K_2O – 229-248 мг/кг почвы; гидrolитическая кислотность – 2,9-3,6 ммоль/100 г; сумма поглощенных оснований – 20,8-28,3 мг-экв/100 г. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве среднее. Согласно грациям по обеспеченности почвы микроэлементами и требовательности растений к ним, почва опытного участка характеризовалась высоким содержанием микроэлементов: цинк, медь и марганец. Содержание бора и молибдена среднее.

Результаты и их обсуждение. Урожайность полевых культур, в том числе озимой пшеницы, в значительной степени зависит от погодных условий, особенно в период формирования репродуктивных органов, который выпадает на май – июль и совпадает, как правило, со значительным увеличением температур. Степень отрицательного влияния высокой температуры на урожайность зависит от её продолжительности и абсолютных величин. Причём, более ранний стресс оказывается более негативным, чем относительно поздний [11]. Исследования проводили в 2014-2017 гг., которые характеризовались различными погодными условиями. Из данных таблицы 1 следует, что обработка семян и двукратно растений озимой пшеницы исследуемыми комплексами на фоне азотно-фосфорно-калийного питания оказала существенное влияние на урожайность озимой пшеницы.

Наиболее благоприятным по погодным условиям для посева семян, вегетации и уборки озимой пшеницы сорта Вершина был 2017 г. Урожайность озимой пшеницы была выше, чем в 2015-2016 гг. и составила, соответственно, в варианте контроль – $N_0P_0K_0$, без обработки – 58,1 ц/га, в варианте Фон – $N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки – 62,6 ц/га. Максимальная урожайность отмечена в вариантах с обработкой семян и двукратно растений комплексом аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т + 1,5 л/га) и составила 71,2 ц/га, что на 22,6 и 13,8 % выше контрольного и фонового вариантов. В других

опытных вариантах также отмечено повышение урожая зерна на 13,4-21,5 и 5,3-12,8% по сравнению с контрольным и фоновым вариантами.

2015 г. был наименее благоприятным для выращивания озимой пшеницы. Он характеризовался неустойчивыми погодными условиями, резкими перепадами температур и влажности, что, несомненно, повлияло на урожайность озимой пшеницы. Так, в контрольном варианте она составила 55,0 ц/га, что на 5,7% ниже, чем в 2017 г., в фоновом варианте ($N_{100}P_{100}K_{100}$) – 5,1 ц/га, что на 7,8 % ниже 2017 г. Максимальная урожайность в 2015 г. отмечена также в варианте при обработке семян и двукратно растений комплексом аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т + 1,5 л/га) и составила 65,5 ц/га. Однако, эти показатели ниже на 8,7%, чем в 2017 г. Во всех остальных вариантах опыта с применением комплекса микроэлементов в виде органических солей, комплекса хелатов микроэлементов и комплекса аминокислот урожайность выше, чем в вариантах без обработок и только с фоновым внесением минеральных удобрений.

1. Влияние различных комплексов на урожайность озимой пшеницы (в среднем за 2014-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю			
		I		II	
		ц/га	%	ц/га	%
1. Контроль 1. Без обработки – $N_0P_0K_0$	56,3	-	-	-	-
2. Контроль 2 – $N_{100}P_{100}K_{100}$ (Фон)	60,3	4,0	7,1	-	-
3. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (1 доза)	63,6	7,3	13,0	3,3	5,5
4. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (2 доза)	64,2	7,9	14,0	4,0	6,6
5. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (3 доза)	65,1	8,8	15,6	4,8	8,0
6. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (1 доза)	64,7	8,0	14,2	4,0	7,1
7. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (2 доза)	66,9	10,6	18,8	6,6	11,7
8. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (3 доза)	65,7	9,4	16,7	5,4	9,0
9. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т + 0,5 л/га)	65,8	9,5	16,9	5,5	9,1
10. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т + 1,5 л/га)	68,1	11,8	20,9	7,8	12,9
11. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (3,0 л/т + 3,0 л/га)	67,6	11,3	20,1	7,3	12,1
12. Фон + комплекс аминокислот (1,0 л/т + 1,0 л/га)	65,4	9,1	16,2	5,1	8,5
13. Фон + комплекс аминокислот (2,0 л/т + 2,0 л/га)	66,7	10,4	18,5	6,4	10,6
14. Фон + комплекс аминокислот (3,0 л/т + 3,0 л/га)	67,6	11,3	20,1	7,3	12,1
HCP ₀₅ (I)	2,8				
HCP ₀₅ (II)	3,0				

Для выращивания озимой пшеницы сорта Вершины 2014 г. был умеренным. Сохранились тенденции 2015 и 2017 г.: в вариантах с обработкой комплексами удобрений урожай зерна вырос по отношению к контрольному и фоновому вариантам. Максимальная урожайность отмечена в вариантах с обработкой семян и двукратно растений комплексом аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т + 1,5 л/га), что было и в 2015-2017 гг., где она

составила 67,8 ц/га. В контрольном варианте, без обработки и внесения фоновых удобрений, получена урожайность 55,9 ц/га, что на 3,8% ниже, чем в 2017 г., но на 1,7% выше, чем в 2015 г.

В опыте изучали влияние агротехнологических приемов не только на урожайность озимой пшеницы, но и на показатели качества зерна.

Анализ представленных в таблице 2 данных показывает, что применение в технологии возделывания указанных комплексов приводит к улучшению качественных показателей, особенно в варианте с обработкой семян озимой пшеницы перед посевом и двукратной некорневой подкормкой растений (1-я – в фазе кущения-выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения-начала колошения) комплексом аминокислот и микроэлементов во второй дозе (1,5 л/т/га). В приведенном варианте формировалось более крупное и выровненное зерно. По имеющимся подразделениям на контроле формировалось зерно низконатурное, с высокой массой 1000 зерен, в опытных вариантах – зерно средненатурное, с высокой массой 1000 зерен. И лишь в варианте с обработкой семян и растений второй дозой (1,5 л/т + 1,5 л/га) комплекса аминокислот с микроэлементами формировалось зерно высоконатурное, с высокой массой 1000 зерен.

2. Влияние различных комплексов на качество зерна озимой пшеницы (в среднем за 2014-2017 гг.)

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Клейкови-на	
				%	ИДК
1. Контроль 1. Без обработки – $N_0P_0K_0$	729,7	37,9	47,5	18,7	103
2. Контроль 2 – $N_{100}P_{100}K_{100}$ (Фон)	743,8	39,4	49,5	21,7	85
3. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (1 доза)	754,9	40,3	52,8	22,5	81
4. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (2 доза)	758,7	41,0	53,9	23,4	74
5. Фон + комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (3 доза)	761,6	41,7	54,5	23,9	72
6. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (1 доза)	762,8	41,4	55,3	23,2	73
7. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (2 доза)	767,8	42,3	59,3	25,0	71
8. Фон + комплекс хелатов микроэлементов (3 доза)	765,7	41,9	57,4	24,8	72
9. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т + 0,5 л/га)	774,3	42,0	58,0	24,3	71
10. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т + 1,5 л/га)	786,4	43,0	61,9	26,9	68
11. Фон + комплекс аминокислот и микроэлементов (3,0 л/т + 3,0 л/га)	779,7	42,4	58,1	25,7	69
12. Фон + комплекс аминокислот (1,0 л/т + 1,0 л/га)	764,8	41,7	57,2	23,5	73
13. Фон + комплекс аминокислот (2,0 л/т + 2,0 л/га)	766,8	42,3	58,0	25,2	70
14. Фон + комплекс аминокислот (3,0 л/т + 3,0 л/га)	772,2	42,6	59,8	25,7	69
НСР ₀₅ (I)	31,2	1,8			
НСР ₀₅ (II)	32,9	1,9			

Применение комплексов существенно увеличивало стекловидность зерна озимой пшеницы относительно контроля – на 5,3-14,4%. Показатели стекловидности в

вариантах с основным удобрением были существенно выше, чем в варианте $N_0P_0K_0$ – на 2%. В свою очередь, происходило существенное увеличение стекловидности при применении комплексов – от 52,8 до 61,9%. Максимальное значение стекловидности зерна (61,9%) отмечено в варианте комплекса аминокислот с микроэлементами во второй дозе (1,5 л/т + 1,5 л/га).

Исследования показали, что между содержанием клейковины и стекловидностью зерна имеется прямая зависимость. Разница в содержании клейковины между стекловидными фракциями зерна достигает 10% [12-13]. Высокое содержание клейковины, хорошие ее физические свойства не только повышают питательную ценность хлебных изделий, но и являются основным условием высоких хлебопекарных качеств муки.

Ранее было установлено, что на технологические показатели качества зерна (натура, масса 1000 зерен, стекловидность), а также содержание в нем белка и клейковины влияют не только удобрения (основное внесение и подкормки), но и обработка семян перед посевом и вегетирующих растений физиологически активными веществами и микроэлементами, аминокислотами [14-16].

Результаты исследований, представленные в таблицах 1, 2, показывают, что изучаемые комплексы, формы и дозы оказали положительное воздействие на анализируемые качественные показатели зерна озимой пшеницы. Исследуемые комплексы влияли на один из главных показателей качества зерна – содержание сырой клейковины.

Данные, в среднем за три года, показывают, что все исследуемые комплексы увеличивали содержание клейковины по сравнению с вариантами без обработки. При этом существенная разница получена в вариантах со второй и третьей дозами всех комплексов.

Изучаемый фон питания, а также формы и дозы применяемых комплексов обеспечивали существенное увеличение содержания клейковины в зерне озимой пшеницы по сравнению с естественным фоном (без обработки). Минимальное содержание клейковины в зерне, в среднем за три года, наблюдалось в контрольном варианте, без обработки ($N_0P_0K_0$) – 18,7%. При применении фонового удобрения в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$ содержание клейковины увеличилось на 3,0 %, а качество клейковины по показателю ИДК соответствует второму классу – удовлетворительная слабая. Наибольшее содержание клейковины (26,9%), ИДК (68), что относится к первому классу, получено в варианте с применением комплекса аминокислот с микроэлементами во второй дозе (1,5 л/т/га).

Следует отметить, что на содержание белка, а следовательно и клейковины, большое влияние оказывают погодные условия. Так, жара повреждает прежде всего в клетке белки, поэтому в контрольных вариантах содержание клейковины в зерне по годам исследований было минимальным, на неудобренном фоне в 2015 г. – 20,8 %, в 2016 г. – 21,4 и в 2017 г. – 23,0%. В опытных вариантах, особенно при обработке семян и растений второй дозой комплекса аминокислот с микроэлементами, как отмечалось, содержание клейковины было максимальным. Это обусловлено повышением устойчивости растений к климатическим стрессам и белковым обменом в зерне.

Закключение. На протяжении всего периода исследований внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений

($N_{100}P_{100}K_{100}$) 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-