

Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы микроэлементами в условиях Западного Предкавказья

Яковлева Е.А., Лебедовский И.А.

В статье приводятся результаты исследований по изучению некорневых подкормок озимой пшеницы хелатными комплексами цинка, меди, марганца, кобальта и минеральными формами бора и лития. Установлено, что проведение некорневой подкормки микроудобрениями в фазу весеннего кущения способствует повышению урожайности и качества зерна озимой пшеницы в результате более эффективного использования растениями азота, фосфора и калия из почвы.

В условиях оптимизации минерального питания растений возрастает значимость не только макроудобрений, но и удобрений, содержащих мезо- и микроэлементы (Шеуджен, 2003). Во многих исследованиях, проведенных на разных сельскохозяйственных культурах и в разных почвенно-климатических условиях, было показано, что использование для некорневых подкормок хелатных комплексов микроэлементов с органическими лигандами наиболее эффективно по сравнению с неорганическими солями микроэлементов (Гайсин, Хисамеева, 2007).

Для изучения эффективности удобрения, содержащего хелатные комплексы микроэлементов, мы провели в 2010-2011 гг. полевой опыт в учхозе «Кубань» Кубанского госагроуниверситета (г. Краснодар). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Площадь опытной делянки – 44 м² (27.5 м × 1.6 м), повторность опыта – трехкратная. Выращивался сорт озимой пшеницы Краснодарская 99. Обработка полученных данных выполнялась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Погодные условия за время проведения опыта были достаточно благоприятными.

Исходное содержание подвижных форм микроэлементов в почве, извлекаемых ацетатно-аммонийным буферным раствором (рН 4.8), было следующим (мг/кг почвы): Zn – 1.5, Cu – 0.1, Mn – 45.3 и Co – 0.04. Таким образом, почва была в основном низко обеспечена подвижными формами цинка, меди и кобальта и достаточно обеспечена подвижными соединениями марганца. Содержание нитратного азота в почве перед закладкой опыта составило 18.7 мг N-NO₃/кг, а содержание подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 110 мг P₂O₅/кг и 175 мг K₂O/кг соответственно.

Схема опыта представлена в **табл. 1**, где также приведены используемые сокращения для вариантов опыта. Осенью перед посевом вносили основное удобрение в дозе N40P30K20. Азотную подкормку аммиачной селитрой в дозе N40 проводили в фазу весеннего кущения. Некорневые подкормки микроэлементами (Zn, Cu, Mn, Co, B и Li) с хелатирующим агентом проводили в фазы весеннего кущения и выхода в трубку – колошения из расчета 1 и 2 л/га рас-

створа хелатирующего агента и также 1 и 2 л/га раствора микроэлементов. В качестве хелатирующего агента был использован разработанный в Кубанском госагроуниверситете препарат (опытный образец), который представляет собой смесь физиологически активных органических кислот, образующих координационные связи с микроэлементами (Zn, Cu, Mn и Co) при определенных значениях рН раствора. В качестве минеральных солей использовали сульфаты цинка (II), меди (II), марганца (II), кобальта (II) и лития (I); бор применяли в виде борной кислоты. Концентрация хелатирующего соединения в растворе была эквивалентна содержанию вышеуказанных хелатообразующих микроэлементов. Объем рабочего раствора – 200 л/га. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем.

Результаты проведенных исследований показали высокую эффективность азотной подкормки на посевах озимой пшеницы (**табл. 2**). Так, применение только основного удобрения в дозе N40P35K30 обеспечило получение урожайности зерна на уровне 4.40 т/га. Азотная подкормка в фазу кущения способствовала повышению урожайности на 0.58 т/га или на 13%, что объясняется низкой нитрифицирующей активностью чернозема выщелоченного (Шеуджен и др., 2007).

Внесение хелатирующего агента в фазу кущения в дозе 1 л/га немного увеличило урожайность озимой пшеницы по сравнению с фоном – на 0.13 т/га или на 3%, однако данное увеличение не было статистически значимым. Применение одного хелатирующего соединения в фазу выхода в трубку оказалось неэффективным.

Результаты опыта в целом свидетельствуют о высокой эффективности некорневых подкормок хелатными комплексами микроэлементов (Zn, Cu, Mn и Co) и минеральными соединениями бора и лития. При этом прибавка урожая зерна озимой пшеницы по сравнению с фоном составила от 0.27 до 1.25 т/га или от 5 до 25%. Низкая обеспеченность чернозема выщелоченного подвижными формами микроэлементов во многом объясняет положительное действие некорневых подкормок микроэлементами на урожайность озимой пшеницы. Следует отметить, что максимальная эффективность некорневой подкормки хелатными комплексами микроэлементов (с добавлением соединений B и Li) была отмечена

Варианты опыта		Сокращения
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀ (с осени)		N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀ (с осени) + N ₄₀ (весной в фазу кущения) – фон		N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₄₀ – фон
+ хелатирующий агент в фазу кущения в дозе 1 л/га		+ ХА 1 л/га (кущение)
+ хелатирующий агент в фазу выхода в трубку – колошения в дозе 1 л/га		+ ХА 1 л/га (выход в трубку)
+ хелатирующий агент + микроэлементы в фазу кущения в дозе 1 л/га		+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение)
+ хелатирующий агент + микроэлементы в фазу выхода в трубку – колошения в дозе 1 л/га		+ ХА + МЭ 1 л/га (выход в трубку)
+ хелатирующий агент + микроэлементы: 2 подкормки в фазы кущения и выхода в трубку – колошения в дозе 1 л/га		+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение + выход в трубку)
+ хелатирующий агент + микроэлементы в фазу кущения в дозе 2 л/га		+ ХА + МЭ 2 л/га (кущение)
+ хелатирующий агент + микроэлементы в фазу выхода в трубку – колошения в дозе 2 л/га		+ ХА + МЭ 2 л/га (выход в трубку)

при обработке двойной дозой (2 л/га) в фазу кущения озимой пшеницы, поскольку в этой фазе увеличивается потребление элементов питания из почвы растениями. Другие приемы использования микроэлементов были менее эффективны по сравнению с подкормкой двойной дозой в фазу кущения. Однако все они достоверно повышали урожайность озимой пшеницы по сравнению с фоном, за исключением обработки в фазу выхода в трубку – колошения в дозе 1 л/га.

В проведенном опыте были также изучены показатели качества зерна озимой пшеницы. Испытуемое микроудобрение оказало положительное влияние на содержания клейковины и белка в зерне (табл. 2). Так, в контрольном и фоновом вариантах опыта количество клейковины в зерне составило 18.0 и 18.5%, а белка – 11.8 и 11.9% соответственно, что значительно уступает вариантам опыта, где проводились некорневые подкормки разработанным нами поликомпонентным микроудобрением. Особенно сильно эффективность данного микроудобрения проявилась при обработке растений в

фазу кущения в дозе 1 л/га. При этом сформировалось зерно с максимальным количеством клейковины и белка – 23.0 и 13.7% соответственно. Все остальные приемы некорневых обработок хелатными комплексами микроэлементов (с добавлением соединений В и Li) также оказали достоверное влияние на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы по сравнению с фоном, но содержание белка достоверно увеличивалось только при использовании дозировки в 1 л/га. В целом, внесение двойной дозы изученного микроудобрения (2 л/га) как в фазу весеннего кущения, так и в фазы выхода в трубку – колошения оказывало меньшее влияние на качество зерна по сравнению с обработкой одинарной дозой.

Содержание азота, фосфора и калия в зерне озимой пшеницы достоверно повышалось практически во всех вариантах с применением микроэлементов (табл. 3). Следовательно, при использовании разработанных нами микроудобрений обеспечивается сбалансированное питание растений, которое позволяет им более эффективно использовать азот,

Таблица 2. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при некорневых подкормках микроэлементами.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону		Клейковина	Прибавка клейковины к фону	Белок	Прибавка белка к фону
		т/га	%				
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀	4.40	-	-	18.0	-	11.8	-
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₄₀ – фон	4.98	-	-	18.5	-	11.9	-
+ ХА 1 л/га (кущение)	5.11	0.13	3	20.6	2.1	12.7	0.8
+ ХА 1 л/га (выход в трубку)	4.97	-0.01	0	19.7	1.2	12.6	0.7
+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение)	5.57	0.59	12	23.0	4.5	13.7	1.8
+ ХА + МЭ 1 л/га (выход в трубку)	5.25	0.27	5	21.6	3.1	13.2	1.3
+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение + выход в трубку)	5.48	0.50	10	21.1	2.6	13.2	1.3
+ ХА + МЭ 2 л/га (кущение)	6.23	1.25	25	20.7	2.2	12.8	0.9
+ ХА + МЭ 2 л/га (выход в трубку)	5.39	0.41	8	20.5	2.0	12.9	1.0
НСР _{0.05}	0.39			1.8		1.2	

Таблица 3. Содержание и вынос макроэлементов с урожаем зерна озимой пшеницы Краснодарская 99.

Вариант	Содержание в зерне, %*			Вынос с урожаем зерна, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀	2.07	1.02	1.30	91	45	57
N ₄₀ P ₃₀ K ₂₀ + N ₄₀ – фон	2.08	1.00	1.20	104	50	60
+ ХА 1 л/га (кущение)	2.39	1.10	1.60	122	56	82
+ ХА 1 л/га (выход в трубку)	2.40	1.05	1.50	119	52	75
+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение)	2.40	1.30	1.50	134	72	84
+ ХА + МЭ 1 л/га (выход в трубку)	2.31	1.15	1.70	121	60	89
+ ХА + МЭ 1 л/га (кущение + выход в трубку)	2.33	1.21	1.30	128	66	71
+ ХА + МЭ 2 л/га (кущение)	2.14	1.30	1.95	133	81	121
+ ХА + МЭ 2 л/га (выход в трубку)	2.26	1.25	1.50	122	67	81
HCP _{0.05}	0.15	0.10	0.12	-	-	-

* При стандартной влажности зерна (14%)

фосфор и калий из почвы. Важно отметить, что содержание азота в зерне в ряде вариантов опыта с подкормкой микроэлементами увеличивалось в 1.2 раза, что, безусловно, положительно отразилось на формировании белка.

На основании полученных данных по содержанию основных макроэлементов в зерне и урожайности озимой пшеницы был рассчитан вынос азота, фосфора и калия с урожаем зерна. Как видно из табл. 3, вынос азота с урожаем зерна в проведенном опыте достигал 134 кг N/га, фосфора – 81 кг P₂O₅/га, а калия – 121 кг K₂O/га. Установлено, что высокая обеспеченность почвы подвижными соединениями фосфора и калия повышает белковость зерна озимой пшеницы и содержание клейковины (Подколзин, 2000), поэтому необходимо обеспечивать сбалансированное питание растений всеми элементами минерального питания. При одностороннем использовании только азотных удобрений дефицит фосфора и калия в почве увеличивается.

Таким образом, изучение эффективности разработанного нами микроэлементного состава, который представляет собой хелатный комплекс цинка, меди, марганца и кобальта с органиче-

скими лигандами с добавлением минеральных соединений бора и лития, позволяет сделать два основных вывода. Во-первых, для повышения урожайности озимой пшеницы некорневую подкормку растений данным микроудобрением необходимо проводить в фазу весеннего кушения в дозе 2 л/га. Во-вторых, для максимального улучшения качества зерна озимой пшеницы – повышения содержания белка и клейковины изученное микроудобрение эффективнее всего применять также в фазу весеннего кушения, но уже в одинарной дозе – 1 л/га.

Яковлева Е.А. – аспирантка;
e-mail: alyona_alexs@mail.ru.

Лебедовский И.А. – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: ivanagro@mail.ru.

Кафедра агрохимии, Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар).

Авторы благодарны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России Носову В.В. за помощь в подготовке статьи.

Литература

- Шеуджен А.Х. 2003. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». 1028 с.
- Гайсин И.А., Хисамеева Ф.А. 2007. Полифункциональные хелатные микроудобрения. Казань: ИД «Меддок». 230 с.
- Доспехов Б.А. 1985. Методика проведения полевого опыта. М.: Агропромиздат. 416 с.
- Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т. и Онищенко Л.М. 2007. Региональная агрохимия. Северный Кавказ. Краснодар: КубГАУ. 502 с.
- Подколзин А.И. 2000. Удобрение и продуктивность озимой пшеницы. М.: Изд-во МГУ. 193 с.



Экспериментальные делянки полевого опыта с озимой пшеницей.