

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Influence of microelements fertilizers on agricultural crops yield

А.Х. Куликова, Е.А. Черкасов, Б.К. Саматов
A.H. Kulikova, E.A. Cherkasov, V.S. Smyvalov

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
FSBEI HPE "Ulyanovsk SAA named P.A. Stolypin"

The essential role the mikroelementsoderzhashchikh of fertilizers in formation of productivity of winter wheat is established. For 3 years the grain increase at preseeding processing of seeds of winter wheat by Mikromak's preparation averaged 0,20 t/hectare, against: N30P30K30 – 0,37 t/hectare, manure of 20 t/hectare – 0,56 t/hectare. Efficiency N Harvest season in this regard was below.

Большое значение микроэлементов в жизненных процессах предполагает необходимость применения микроудобрений там, где содержание их доступных соединений в почве не обеспечивает потребности растений. Что касается последнего, созданная в 1964 году агрохимическая служба страны, располагает уникальным материалом по содержанию основных элементов питания, в том числе микроэлементов, в пахотных почвах. Анализ результатов обследования по субъектам РФ показывает, что лишь незначительная часть их имеет среднюю или высокую обеспеченность почв цинком. В целом по России доля почв с низким содержанием подвижного цинка составляет 86,8 % от обследованной площади, меди 49,1 % и 40,2 % площади пашни характеризуется со средним содержанием марганца (Сычев В.Г. и др., 2009). Следовательно, больше половины площади пахотных почв нуждается в применении тех или иных микроудобрений. При том, если раньше предлагалось применение простых удобрений (большей частью в виде простых минеральных солей и окислов микроудобрений), то в последнее десятилетие целый ряд агрохимиков считает, что необходимо создать микроэлементные составы, учитывающие потребности растений минимум в 13 элементах.

Значительный опыт изучения эффективности влияния микроэлементов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур накоплен в Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии имени П.А. Столыпина (Исайчев В.А., Дозоров А.В., 1999; Костин В.И. и др., 1998, 2004; Асмус В.А., 2006).

Так, в опытах В.А. Асмус в среднем за 2003 – 2005 гг. применение Mo, Mn (в виде серноокислых солей) для предпосевной обработки семян на фоне N40P40K40 обеспечило повышение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,81 т/га (46 %), ячменя на 0,91 т/га (51 %). При этом происходило более интенсивное поступление макро- и микроэлементов в зерно. По степени их накопления в урожае изучаемые микроэлементы составили ряд: Fe > Zn > Mn >

Cu > Mo > Co > Si > J. Использование микроэлементов в качестве предпосевной обработки семян позволило существенно (на 25 %) повысить энергетическую эффективность технологий возделывания яровой пшеницы и ячменя. Наибольшей энергетической эффективностью отличался вариант с использованием NPK, Mn и марганца совместно с диатомитом (2,5 т/га). Биоэнергетический коэффициент при возделывании яровой пшеницы при этом составил 1,87, ячменя – 2,21 при наименьшей энергоёмкости производства зерна – 8,87 и 7,46 МДж/т соответственно (на контроле 10,39 и 9,31 МДж).

Нами проведено изучение эффективности жидких комплексных микроэлементосодержащих удобрений Микромак и Страда N в технологии возделывания озимой пшеницы при применении как в чистом виде, так и на фоне N30P30K30 и навоза 20 т/га. Схема опыта приведена в таблицах. Почва опытного поля чернозем выщелоченный среднесуглинистый со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 5,6 %, общего азота 0,26 %, валового фосфора 0,078 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) 215 и 103 мг/кг почвы; марганца 14,5 мг/кг, цинка 0,46 мг/кг, меди 4,6 мг/кг, рН_{KCl} 6,6. Следовательно, обеспеченность подвижными P₂O₅ и K₂O высокая, Mn – средняя, Zn – низкая, Cu – высокая. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Анализ результатов опыта свидетельствует о значительной роли комплексных микроэлементосодержащих минеральных удобрений в формировании урожайности зерновых культур, в том числе пшеницы: прибавка урожайности зерна в среднем за три года при обработке посевного материала Микромак составила 0,20 т/га, которая превышает вариант с внесением только основных элементов питания (N30P30K30). Применение Микромак на фоне NPK позволяет повысить урожайность на 0,37 т/га, а совместно с навозом (20 т/га) на 0,56 т/га (15 %), где урожайность пшеницы в среднем за три года составила 4,37 т/га.

Таблица 1

**Влияние минеральных удобрений и навоза на урожайность озимой пшеницы, т/га
(2011–2013 гг.)**

№ п/п	Вариант	2011 год	2012 год	2013 год	Среднее	Отклонение от контроля	
						т/га	%
1	Без удобрений (фон 1)	3,28	3,23	4,92	3,81	–	–
2	Фон 1 + Микромак	3,57	3,37	5,10	4,01	+0,20	5,2
3	Фон 1 + Страда N	3,41	3,40	5,03	3,95	+0,14	3,7
4	N30P30K30 (фон 2)	3,93	3,32	5,19	3,95	+0,14	3,7
5	Фон 2 + Микромак	3,71	3,47	5,36	4,18	+0,37	9,7
6	Фон 2 + Страда N	3,53	3,50	5,34	4,12	+0,31	8,1
7	Навоз 20 т/га (фон 3)	3,79	3,34	5,21	4,11	+0,30	7,9
8	Фон 3 + Микромак	4,22	3,49	5,41	4,37	+0,56	14,7
9	Фон 3 + Страда N	4,15	3,51	5,29	4,32	+0,51	13,4
HCP ₀₅	Фактор А	0,08	0,06	0,10			
	Фактор В	0,08	0,06	0,10			
	Фактор АВ	0,14	0,11	0,17			

Таблица 2

Влияние макро- и микроэлементсодержащих удобрений, а также навоза на содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе озимой пшеницы, % (2011 г.)

№ п/п	Вариант	зерно			солома		
		N	P	K	N	P	K
1	Без удобрений (фон 1)	2,41	0,79	0,65	0,43	0,26	0,77
2	Фон 1 + Микромак	2,75	0,81	0,63	0,69	0,25	0,88
3	Фон 1 + Страда N	2,38	0,81	0,63	0,52	0,26	1,07
4	N30P30K30 (фон 2)	2,75	0,81	0,61	0,44	0,27	1,25
5	Фон 2 + Микромак	2,92	0,78	0,62	0,62	0,25	1,26
6	Фон 2 + Страда N	2,67	0,80	0,61	0,60	0,25	1,16
7	Навоз 20 т/га (фон 3)	2,62	0,75	0,63	0,60	0,26	1,13
8	Фон 3 + Микромак	2,85	0,79	0,63	0,60	0,25	1,13
9	Фон 3 + Страда N	2,67	0,78	0,63	0,57	0,28	1,15
HCP ₀₅	Фактор А	0,06	0,05	0,05	0,05	0,02	0,06
	Фактор В	0,06	0,02	0,03	0,08	0,01	0,11
	Фактор АВ	0,11	0,06	0,07	0,08	0,03	0,11

Последнее, прежде всего, обусловлено более оптимальным режимом питания растений в связи с многокомпонентностью элементного состава данного удобрения (Микромак) и значительным улучшением азотного питания при внесении как нитрофоски, так и навоза на фоне высокой обеспеченности доступными соединениями фосфора и калия. И, несомненно, не маловажна роль цинка, так как почва опытного поля имеет очень низкую обеспеченность цинком (как и все почвы Ульяновской области), а содержание его в Микромак наибольшее по сравнению с другими удобрениями (3,3 %). Тем более, что потребность растений в цинке увеличивается при высоком содержании доступного фосфора и азота в почве. Цинк влияет на поступление в растения макро- и других микроэлементов, на устойчивость растений к неблагоприятным факторам и болезням (Сычев В.Г. и др., 2009).

Страда N по влиянию на формирование урожайности озимой пшеницы уступает Микромак, в том числе, по-видимому, в связи с меньшим содержанием в его составе цинка (0,122 %).

Важнейшим показателем, отражающим условия возделывания культуры, наряду с ее продуктивностью, служит химический состав урожая, в частности, концентрация в зерне и соломе основных биогенных элементов – азота, фосфора и калия. Результаты определения в зерне и соломе озимой пшеницы данных элементов представлены в таблице 2.

При анализе таблицы, прежде всего, обращает внимание заметное достоверное повышение содержания азота как в зерне, так и соломе озимой пшеницы. Так, внесение в почву вместе с семенами при посеве Микромак количество азота в зерне сопровождалось повышением его на 0,34 %, что срав-

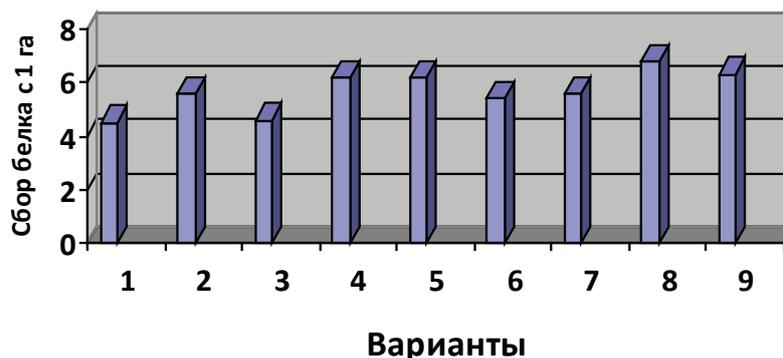


Рис. Содержание белка в зерне озимой пшеницы, ц/га

Таблица 3

Содержание микроэлементов в зерне и соломе озимой пшеницы, мг/кг

№ п/п	Вариант	зерно			солома		
		Zn	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn
1	Без удобрений (фон 1)	7,8	1,3	6,6	2,3	0,8	16,0
2	Фон 1 + Микромак	7,9	1,3	6,7	2,7	1,1	16,3
3	Фон 1 + Страда N	7,7	1,3	6,6	2,7	0,6	17,1
4	N30P30K30 (фон 2)	8,3	1,1	6,5	2,2	0,9	19,7
5	Фон 2 + Микромак	9,2	1,3	6,9	2,1	1,0	18,7
6	Фон 2 + Страда N	8,9	1,3	7,1	2,2	1,6	18,6
7	Навоз 20 т/га (фон 3)	9,3	1,6	8,4	3,3	1,8	18,7
8	Фон 3 + Микромак	10,3	1,9	9,2	3,3	2,0	20,7
9	Фон 3 + Страда N	9,4	1,8	9,2	3,2	2,0	19,0
HCP ₀₅	Фактор А	0,6	0,3	0,6	0,4	0,1	0,4
	Фактор В	0,6	0,3	0,6	0,4	0,1	0,4
	Фактор АВ	1,1	0,3	1,0	0,8	0,2	0,7

нимо с применением азотного удобрения в дозе N30. при совместном применении NPK и Микромак содержание азота в зерне составляло 2,92 %, что выше контроля на 0,51 %. Существенно также увеличение азота в зерне при применении навоза и микроэлементсодержащих удобрений на его фоне. Последнее повышает сбор белка и сырого протеина (рисунок).

Нами установлено повышение урожайности озимой пшеницы при использовании микроэлементсодержащих удобрений, прежде всего, Микромак и одновременное увеличение в зерне содержание азота, следовательно, белка. Многие авторы утверждают о наличии обратной зависимости между величиной урожая и белковостью продукции. В.Г. Сычев и др. (2009) считают, что «в тех случаях, когда различия в урожае и содержании белка обусловлены условиями выращивания, обратная зависимость между этими показателями проявляется не всегда. обычно она наблюдается в условиях выращивания, приводящих к торможению ростовых процессов».

Что касается содержания фосфора в зерне и соломе озимой пшеницы, в накоплении его в продукции в зависимости от применения комплексных микроэлементсодержащих удобрений заметных изменений не наблюдалось. Содержание калия в соломе существенно повышалось при применении всех видов удобрений: микроэлементсодержащих комплексов в чистом виде на 0,1 – 0,3 %, на фоне NPK по 30 кг/га д.в. на 0,39 – 0,49 %, навоза 30 т/га – 0,36 – 0,38 %. В таблице 3 приведено содержание Zn, Cu и Mn в зерне и соломе пшеницы. Содержание всех трех микроэлементов в продукции, как показывают данные таблицы, невысокое и на контрольном варианте концентрация цинка в зерне составляет 7,8, меди 1,3 и марганца 6,6 мг/кг сухого вещества; в соломе соответственно 2,3; 0,8 и 16 мг/кг. Применение микроэлементсодержащих удобрений Микромак и Страда N не приводило к повышению концентрации данных элементов в продукции. Однако при использовании их на фоне нитрофоски (NPK по 30 кг. д.в./га) появлялась тенденция увеличения содержания

микроэлементов как в зерне, так и соломе. Совместное же применение навоза, Микромак и Страда N сопровождалось достоверным повышением выноса микроэлементов урожаем. Вынос цинка зерном при этом увеличился с 29,7 г/га на контроле до 45 г/га на варианте навоз 20 т/га + Микромак (предпосевная обработка семян). Следовательно, органические удобрения являются фактором, способствующим усилению выноса микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур.

Цинк концентрируется в семенах и содержание его в зерне пшеницы превышает в 3 и более раз солому. И, наоборот, содержание марганца выше в соломе более двух раз, чем в зерне. Количество меди в зерне и соломе распределено более равномерно.

Таким образом, проведенные исследования показали существенную роль микроэлементов в формировании урожайности озимой пшеницы как при применении в чистом виде, так и совместно с макроминеральными и органическими удобрениями.

Библиографический список

1. Асмус, В.А. Влияние диатомита, макро- и микроудобрений на продуктивность яровых зерновых культур и свойства выщелоченного чернозема в среднем Поволжье/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. Саратов, 2005. 128 с.
2. Исайчев, В.А., Дозоров А.В. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на фотосинтетическую деятельность посевов яровой пшеницы// Зерновые культуры.– 1999. –№ 6. – С. 12 – 13.
3. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами. Ульяновск, 1998.– 120 с.
4. Костин, В.И., Исайчев В.А., Костин О.В. К вопросу о механизме действия предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур/ Материалы Всероссийской конференции «Региональные проблемы международного сельского хозяйства», часть 1. Ульяновск, 2004. С. 91 – 97.
5. Сычев, В.Г., Аристархов А.Н., Харитонов А.Ф., Толстоусов В.П., Ефимова Н.К., Бушуев Н.Н. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления. М., 2009. 520 с.

УДК 633.16:631.8

РОЛЬ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛУЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯЧМЕНЯ

The role of silicon containing materials in the production of ecologically safe products barley

А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, В.С. Смывалов
A.H. Kulikova, E.A. Yashin, V.S. Smyvalov

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»
FSBEI HPE "Ulyanovsk SAA named P.A. Stolypin"

A high efficiency of silicon-containing materials (diatomite, Mival-agro) in the production of ecologically safe products: lead content was reduced by more than 45 %, Nickel - by 33 %.

Изучению роли кремния в обмене веществ живых организмов посвящено большое количество работ, которые обобщены в ряде обзоров (Воронков М.Г. и др., 1978; Самсонова Н.Е., 2005). При этом считается установленным, что одной из важнейших функций кремния в растениях является защитная. Доминирующей гипотезой является аккумуляция кремниевой кислоты и образование кремнецеллюлозной мембраны, что приводит к утолщению эпидермального слоя растений. Весьма тщательно проведенные исследования о распространении кремния в овсе показали, что стенки всех видов абаксиальных клеток эпидермы, за исключением пробковых, насыщены кремнеземом. Стенки клеток слоя гиподермы,

сосуды и волокна также имеют его в своем составе. Обнаружено, что отложение кремния происходит в тесном контакте с другими компонентами клеточной стенки. Авторы исследования предполагают, что отложение кремния во вторичной стенке происходит совместно с образованием целлюлозы (Jones L., Handreck K., 1967; цит. по Воронкову М.Г. и др., 1978).

Широко исследована взаимосвязь между кремнием и устойчивостью растений к тяжелым металлам. Известно, что монокремниевая кислота может образовывать с тяжелыми металлами труднорастворимые силикаты: $2Zn^{2+} + SiO_4^{4-} = ZnSiO_4 \downarrow$; $2Mn^{2+} + SiO_4^{4-} = MnSiO_4 \downarrow$; $Mn^{2+} + SiO_4^{4-} + 2H^+ = MnSiO_4 \downarrow + H_2O$; $2Pb + H_2SiO_4 = PbSiO_4 \downarrow + 4H^+$, что резко