

УДК 631.81:631.81.095.337(571.1)

¹Ермохин Ю.И., ²Красницкий В.М.

ДИАГНОСТИКА, ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

¹Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 644008 Омск, Институтская пл.2, г. Россия, e-mail: adm@omgau.org

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр агрохимической службы «Омский», 34,644012 г. Омск, ул. Королева, Россия, e-mail: krasnitsky@omsknet.ru

Аннотация. В работе рассматривается роль микроудобрений в агрохимии. Приведены примеры расчетов для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур. Также приведена диагностика потребности и эффективности микроудобрений на различных почвах. В статье описано как разнообразный почвенный покров в сочетании с климатическими условиями определяет характер и направленности биохимический превращений микроэлементов в почве, их валовое содержание и степень подвижности, доступности растениям. Рассмотрено содержание микроэлементов в почвах Омской области по зонам (степная, южная лесостепь, северная лесостепь), а также приведено содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Омской области. Приведена эффективность микроудобрений на равнокачественных типах почв Омской области, которые применялись совместно с минеральными удобрениями на основе разработанной комплексной системы «ПРОД» - почвенно-растительной оперативной диагностики.

Ключевые слова: микроэлементы, оптимизация питания, эффективность микроудобрений, система «ПРОД», диагностика применения.

Сегодня научно обосновано и практически доказано, что рациональное использование микроэлементов увеличивает продуктивность растений, улучшает качество продукции, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам - засухе, болезням.

Применение микроэлементов способствует лучшему использованию азота, фосфора, калия, магния и др. элементов из почвы и удобрений.

Эффективность микроудобрений не может быть одинаковой в различных почвенно-климатических зонах. Рациональное использование микроудобрений возможно только с учетом необходимых разработок региональных данных, связанных с фактическим содержанием доступных микроэлементов в почве, с выносом их различными сельскохозяйственными культурами, нормативами использования их из почвы и удобрений [1].

Нельзя не отметить первые исследования по микроэлементам в Западной Сибири, в т.ч. Омской области,

которые были выполнены, начиная с 1930 года заведующим кафедрой агрохимии Омского сельскохозяйственного института профессором А.З. Ламбиным и в последующем (60-е годы прошлого столетия) сотрудниками кафедры во главе с доцентом Э.Д. Орловой.

В те годы, когда только создавалась сибирская сельскохозяйственная наука, а в последующем при широком использовании азотных, фосфорных и калийных удобрений, создавалась в Омской области современная система удобрений, ее сущность, теоретические основы, принципы разработки и освоения. Изучали в полевых, вегетационных опытах влияние бора, марганца, цинка, никеля, железа, йода, стронция, кадмия, меди, кобальта, молибдена, селена на урожайность и химический состав различных сельскохозяйственных культур (яровая пшеница, кукуруза, горчица, рыжик, подсолнечник, лен, мак, томаты, свекла, морковь, капуста, огурцы и др.), на свойства почвы, а в начале XXI века - на животных.

Изучалась максимальная эффективность и окупаемость внесенных микроудобрений и отсюда прибыль, что является альфой и омегой рационального их применения. В основу разработки был положен принцип зональности - основополагающий принцип современных систем удобрения [2].

Омская область в этом плане одна из первых начала широкомасштабные работы по агрохимическому обследова-

нию на микроэлементы. С 1986 года проводится агрохимическое обследование почв на В, Cu, Zn, Co, Mn и для части районов имеется агрохимическая оценка почв по содержанию микроэлементов.

По результатам обследования почв Омской области низкое содержание отмечено на 98,9 % площади пашни по цинку, на 70,2 % - по кобальту, на 47 % - по меди и на 11,3 и 11,6 % - по молибдену и марганцу (таблица1).

Таблица 1 – Микроэлементы в почвах Омской области

Зона	Общая площадь тыс. га	Содержание, % от абс. площади					
		В	Mo	Cu	Zn	Mn	Co
		Н	Н	Н	Н	Н	Н
		С	С	С	С	С	С
		В	В	В	В	В	В
Степная	1843,4	-	17	43,6	99,8	13,7	72,4
		-	74,3	52,3	0,2	73,2	27,5
		100	8,7	4,1	-	13,1	0,1
Южная лесостепь	1026,3	-	5,7	48,3	99,6	9,2	64,8
		-	65,0	49,4	0,4	64,9	33,9
		100	29,3	2,3	-	25,9	1,3
Северная лесостепь	450,7	-	4,8	59,8	99,8	14,2	73,7
		-	46,4	39,6	0,2	59,8	26,1
		100	48,8	0,6	-	26,0	0,2
По области	3320,4	-	11,3	47,1	98,9	11,6	70,2
		0,1	67,4	50,0	0,2	69,1	29,6
		99,9	21,3	2,9	0,9	19,3	0,2

Высокое содержание (В) отмечено практически на всей площади по бору, на 21,3 % - по молибдену и по марганцу на 19,3% обследованной площади.

Для диагностирования и оптимизации питания растений микроэлементами следует располагать количе-

ственными характеристиками содержания доступных форм в почве. По данным кафедры агрохимии Омского государственного аграрного университета (ОмГАУ) в таблице 2 приводятся уровни их содержания в основных типах почв Омской области.

Таблица 2 – Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Омской области

Почва	Содержание, мг\кг почвы					
	Zn	Mn	Cu	Mo	B	Co
Дерново-подзолистая	1,76	51,6-146,6	1,0-3,5	0,11-0,50	0,08-0,3	0,15-2,3

Продолжение таблицы – 2

Серая лесная	1,0	44,7-181,0	2,2-3,5	0,14-0,79	0,4-1,5	0,20-2,2
Черноземная	0,6	8,3-126,6	3,0-6,0	0,3-0,4	0,8-2,5	0,35
Солонец	0,48	65,0-213,0	3,0-9,1	0,4-0,70	4,0-22,8	0,38
Примечание: Mn определялся в вытяжке 0,1 н H ₂ SO ₄ ; Cu в вытяжке 1н HCl; Mo извлекали оксалатным растворителем с рН 3.3						

Многолетние исследования сотрудников кафедры агрохимии Омского государственного аграрного университета на черноземах, серых лесных и дерново-подзолистых почвах, на основе полевых опытов с микроудобрениями, были разработаны оптимальные уровни содержания микроэлементов в почвах, что позволит проводить диагностирование потребности растений в этих питательных элементах.

Полевые опыты с микроэлементами в условиях Омской области показали высокую их эффективность, особенно при совместном внесении с азотно-фосфорными удобрениями.

Микроудобрения можно применять разными способами, в зависимости от содержания подвижных форм микроэлементов в почве, в растениях, применяемых удобрений и особенностей возделываемых культур.

Агрохимия, имея основные принципиальные положения в системе применения удобрений, была и всегда бу-

дет местным: тщательный учет разноресурсности почвенного покрова, ресурсного обеспечения при планировании уровней урожайности возделываемых культур, специализации севооборотов, их размещений с учетом особенностей полей.

Здесь же оценивается принцип зональности системы земледелия и разработанные или принятые нормативы и показатели при выходе на конкретную модель плодородия и физиолого-агрохимические показатели системы «почва-растение-удобрение».

Сотрудниками кафедры агрохимии ОмГАУ и Центра агрохимической службы (ЦАС) «Омский» рекомендуется на черноземах, дерново-подзолистых и серых лесных почвах Омской области, при содержании подвижных форм микроэлементов от низкого до среднего уровня, для основного внесения применять микроэлементы в следующих дозах, используя расчетные формулы Ю.И. Ермохина (таблица 3)

Таблица 3 – Формулы расчета доз микроэлементов под полевые и овощные культуры

Культура	Микроэлемент, мг/кг	Формула расчета, кг/га
Пшеница	Mn	$D \text{ кг/га} = 460 / Mn \text{ мг/кг}$ (черноземы)
Суданская трава	-II-	$D \text{ кг/га} = 460 / Mn \text{ мг/кг}$ (черноземы)
Подсолнечник	-II-	$D \text{ кг/га} = 480 / Mn \text{ мг/кг}$ (черноземы)
Корнишоны	-II-	$D \text{ кг/га} = 849 / Mn \text{ мг/кг}$ (черноземы)
Томаты, огурцы	-II-	$D \text{ кг/га} = 400 / Mn \text{ мг/кг}$ (черноземы)

Продолжение таблицы – 3

Пшеница	Cu	Д кг/га=12/Cu мг/кг (дерново-подзол.)
Пшеница	-II-	Д кг/га= 5/Cu мг/кг (светло-серая)
Клевер луговой (сено)	-II-	Д кг/га= 8,5/Cu мг/кг (светло-серая)
Томаты, огурцы	-II-	Д кг/га= 22/Cu мг/кг (черноземы)
Пшеница	Mo	Д кг/га=0,2/Mo мг/кг (дерново-подзол.)
Пшеница	-II-	Д кг/га=0,2/Mo мг/кг (светло-серая) Некор-
Клевер, люцерна	-II-	невая подкормка (0,1 %)
Корнеплоды	B	Д кг/га=1,5/B мг/кг (черноземы)
Силосные культуры	-II-	Д кг/га=1,6/B мг/кг (черноземы)
Мн. травы, люцерна	-II-	Д кг/га=1,6/B мг/кг (черноземы)
Томаты, огурцы	-II-	Д кг/га=2,0-2,5/B мг/кг (черноземы)
Семена овощных	-II-	Д кг/га=2,0-2,5/B мг/кг (черноземы)
бобовые	-II-	
Лен	-II-	Д кг/га-0,8/B мг/кг (серые лесные)
Кукуруза (на зерно)	Zn	Д кг/га=12/Zn мг/кг (черноземы)
Зерновые	-II-	Д кг/га= 2,4/Zn мг/кг (черноземы)
Овощные	-II-	Д кг/га = 2,6/Zn мг/кг (черноземы)
Пшеница, ячмень (зерновые)	Co	Д кг/га= 0,21/Co мг/кг

Более точные расчеты доз микроудобрений под сельскохозяйственные культуры предлагаются при наличии разработанных оптимальных параметров содержания конкретных микроэлементов в почве, для конкретных культур, урожаев и коэффициентов интенсивности действия единицы внесенных микроудобрений на химический состав почвы («b»). В этом случае отпадает использование всех коэффициентов, типа КИП, КИУ, кг или г/т продукции которые по существу никогда не являются постоянными, а чаще переменные, как «гири в руках сегодняшнего продавца».

Сегодня кафедра агрохимии ОмГАУ совместно с ФГБУ «ЦАС «Омский» продолжают исследования по установ-

лению нормативных агрохимических и физиолого-биохимических характеристик оптимальных уровней содержания элементов питания в почве и растении, которые позволят в ближайшие годы разработать гибкую систему удобрения полей в конкретных почвенных зонах с учетом финансовых возможностей фермерских и крестьянских хозяйств [3].

Ниже приведем эффективность микроудобрений на равнокачественных типах почв Омской области, которые применялись совместно с минеральными удобрениями на основе разработанной комплексной системы «ПРОД» - почвенно-растительной оперативной диагностики (таблица 4).

Таблица 4 – Диагностика потребности и эффективности микроудобрений

Содержание в почве, мг/кг			Прогноз потребности в удобрениях	Внесено элемента в почву, кг/га	Средняя прибавка урожая, т/га
Mn	Cu	Mo			
1	2	3	4	5	6
<i>Томаты</i>					
22,6	0,52	-	Требуется Cu, Mn	Cu ₆ и Mn _{5,7}	3,0; 2,0
25,8	-	-	Требуется Mn	Mn _{5,7}	3,5
	0,50	-	Требуется Cu	Cu _{6,3}	3,0; 6,0
<i>Огурцы</i>					
19,0-26,7	0,48	-	Требуется Cu, Mn	Cu _{2,5} и Mn _{5,7}	2,2; 2,5
<i>Капуста</i>					
-	0,80	0,6	Не требуется Cu, Mo	Cu ₆ и Mo _{0,5}	-1,5; -1,7
-	0,60	0,3	Требуется Cu, Mo	Cu ₆ и Mo _{0,5}	9,0
1	2	3	4	5	6
<i>Свекла</i>					
24,8	-	-	Требуется Mn	Mn _{5,7-11,4}	7,1-10,2
21,4	-	-	Требуется Mn	Mn _{5,7-11,4}	7,1-10,2
38,7	-	-	Не требуется Mn	Mn _{5,7}	4,4;
32	-	-	Не требуется Mn	Mn _{2,5}	НСП-6,6 -2,3
<i>Яровая пшеница</i>					
15,3	-	-	Требуется Mn	Mn ₁₀	0,19
<i>Суданская трава</i>					
26,0	-	-	Требуется Mn	Mn ₁₀	0,6
<i>Пшеница (дерново-подзолистые почвы)</i>					
-	0,27	-	Требуется Cu	Cu _{6,2}	0,16
-	0,33	-	Требуется Cu	Cu _{6,0}	0,23
1	2	3	4	5	6
<i>Пшеница (серая лесная почва)</i>					
-	0,55	-	Требуется Cu	Cu _{2,5}	0,21
<i>Клевер луговой (сено) – серая лесная почва</i>					
-	0,57	-	Требуется Cu	Cu _{2,5}	0,47
<i>Люцерна (сено) - лугово-черноземная почва</i>					
-	-	0,36	Требуется Mo	Mo _{0,1} (подкормка)	1,5-1,75
<i>Столовая свекла</i>					
B, мг/кг=1,2			Требуется B	B _{2,0}	3,3
B, мг/кг=1,5			Требуется B	B _{1,0}	4,4
B, мг/кг=1,8			Не требуется B	B _{1,0}	0
<i>Подсолнечник (Зеленая масса)</i>					
B, мг/кг=1,6			Требуется B	B _{1,0}	2,4
B, мг/кг=1,4			Требуется B	B ₀₈ (подкормка)	1,5
<i>Люцерна Синегибридная (сено)</i>					

В заключении следует отметить, что все полученные прибавки урожая зерновых, овощных, кормовых культур от применения микроудобрений относятся к фоновым вариантам (к NP или P-удобрениям). Разнообразие почвенно-климатических условий Западной Сибири (в т.ч. Омской области) определяет уровень содержания подвижных форм микроэлементов в почве, отсюда и обеспеченность растений [4].

В итоге можно отметить, что на черноземах и лугово-черноземных почвах степной и лесостепной зон Омской области наблюдается дефицит цинка, марганца, кобальта при возделывании группы растений с повышенным и высоким выносом этих элементов. Применение молибдена под бобовые культуры

целесообразно, а борные удобрения (чистые соли) следует использовать в виде некорневых подкормок на посевах овощных и бобовых культур при получении семян.

Для рационального и экономически оправданного применения макро- и микроудобрений, учитывая экологическую ситуацию, следует широко использовать почвенную диагностику, основанную на концепции единства почвы и растений - нормативной базе оптимальных уровней содержания и соотношения широкого набора химических элементов в почве и растениях. По существу, продуктивность поля уже сегодня лимитируется почвенными условиями и потенциальными возможностями растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ почв, растений и проблема применения удобрений в Западной Сибири: монография / Под общей ред. Ю.И. Ермохина, И.А. Бобренко / ОмГАУ - Омск, 2002. - 207 с.
2. Ермохин Ю.И. Почвенно-растительная оперативная диагностика "ПРОД-ОмСХИ" минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография. – Омск: ОмГАУ, 1995. – 208 с.
3. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристика Западной Сибири: монография. – Омск, 2002. – С.144.
4. Проблемы почвенного плодородия Омской области / Под общей ред. В.П. Рарова, В.М. Красницкого / ФГБУ "ЦАС Омский" – Омск, 2012. – 288 с.

ТҮЙІН

¹Ермохин Ю.И., ²Красницкий В.М.

БАТЫС СІБІРДЕГІ МИКРОТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ДИАГНОСТИКАСЫ,
ОНТАЙЛАНДЫРУ МЕН ҚОЛДАНЫЛУ ТИІМДІЛІГІ

¹П.А. Столыпина Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, 644008 Омбы,
Институт ал.2, Ресей, e-mail: adm@omgau.org

²Мемлекеттік бюджет мекемесі орталығы "Омбы "Агрохимия қызметі",
644012 Омбы қаласы, , Королев көш. 34, Ресей, e-mail: krasnitsky@omsknet.ru

Мақалада микротаңайтқыштардың агрохимиядағы рөлі қаралады. Ауыл шаруашылығы дақылдарының қоректік заттарын оңтайландыру жолдары келтірілген. Сондай-ақ әр түрлі топырақтардағы микротаңайтқыштардың қажеттіліктері мен тиімділігінің диагностикасы келтірілген. Мақалада микроэлементтердің топырақтағы биохимиялық өзгерістерінің әртүрлі топырақ жамылғысы ретінде мазмұны мен бағыттары сипатталады, олардың өсімдіктердегі жалпы құрамы мен жылжымалы дәрежесі, қолжетімділігі анықталған. Микроэлементтердің Омбы облысының (далалық, оңтүстік орманды дала, солтүстік орманды дала зонасы), топырақтағы құрамы, сондай-ақ микроэлементтердің топырақтағы жылжымалы түрі қарастырылған. Омбы облысының

теңсапалы топырақтарындағы микротаңайтқыштардың "ЖТӨД" - жедел топырақ өсімдіктер диагностикасы мен бірлесіп енгізілген минералды таңайтқыштардың кешенді жүйесі келтірілген.

Түйінді сөздер: микроэлементтер, жедел топырақ және өсімдіктің диагностикасын оңтайландыру жүйесі «ЖТӨД», диагностика микротаңайтқыштардың тиімділігі, диагностиканың қолдануы.

SUMMARY

¹Ermokhin Y.I., ²Krasnitsky V. M.

DIAGNOSTICS, OPTIMIZATION AND EFFICIENCY OF USE OF MICROFERTILIZERS IN WESTERN SIBERIA AND NORTHERN KAZAKHSTAN

¹*Omsk the state agricultural university of P. A. Stolypin, 644008 Omsk, Institutska-ya Square 2, Russia, e-mail: adm@omgau.org*

²*Federal state budgetary institution "Center of agrochemical service "Omsky", 644012 Omsk, Koroleva St. 34, Russia, e-mail: krasnitsky@omsknet.ru*

In work the role of microfertilizers in agrochemistry is considered. Examples of calculations for optimization of mineral food of crops are given. Diagnostics of requirement and efficiency of microfertilizers is also given in various soils. In article it is described as a various soil cover in combination with climatic conditions defines character and orientations biochemical transformations of microcells in the soil, their gross contents and degree of mobility, availability to plants. The maintenance of microcells in soils of the Omsk region on zones (the steppe, southern forest-steppe, the northern forest-steppe) is considered, and also the maintenance of mobile forms of microcells is provided in soils of the Omsk region. Efficiency of microfertilizers on the *ravnokachestvennykh* types of soils of the Omsk region which were applied together with mineral fertilizers on the basis of the developed complex PROD system - soil and vegetable expeditious diagnostics is given.

Key words: microcells, food optimization, efficiency of microfertilizers, PROD system, application diagnostics.