

*Разработаны методические подходы и определена потребность земледелия страны в микроудобрениях как на ближайшую (до 2020 г.), так и на более отдаленную перспективу. Показаны возможность существенного увеличения потребности земледелия в микроудобрениях и необходимость расширения их производства и применения.*

*Ключевые слова:* микроудобрения, виды и способы применения, потребность, перспективы увеличения объемов производства и применения.

В современных условиях ведения земледелия важность решаемых методологических вопросов при определении потребности в микроудобрениях состоит в том, что правильно определённая потребность позволяет более обоснованно подходить к установлению технологических схем применения микроудобрений, экономить ресурсы и средства, экологически обезопасить окружающую среду от излишнего применения агрохимикатов и обеспечить оптимизацию питания растений на протяжении всего вегетационного периода их развития с целью получения растительной продукции необходимого объема и качества [3-10].

Острая проблема оптимизации потребности земледелия в микроудобрениях определяется также широким распространением в стране пахотных почв с недостаточным содержанием в них подвижных форм микроэлементов [3,10]. К настоящему времени наиболее отработаны два основных метода определения потребности земледелия в микроудобрениях. Первый (наиболее точный) метод используют на уровне конкретного хозяйства при наличии достаточно полной агрохимической исходной информации по плодородию почв каждого поля. Он базируется на материалах крупномасштабного агрохимического обследования почв на содержание в них подвижных форм микроэлементов, дозах и предпочтительных способов применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры, а также на данных по структуре посевных площадей и др. Как правило, удобряемые микроэлементами площади посевов культур определяются наличием в хозяйстве почв с нейтральной реакцией ( $pH > 5,5$ ), а также с низким и средним содержанием подвижных форм микроэлементов. При этом необходимо предусматривать корректировку удобряемых площадей посевов: микроудобрения не планируют вносить на полях в течение трех лет после их основного применения (в почву) и на полях с ожидаемыми недостаточно высокими урожаями культур (25-30 ц/га з.е.), а также при внесении твёрдых органических удобрений хорошего качества в повышенных дозах (60-80 т/га). Установлено также, что под одну и ту же культуру при необходимости можно вносить до 6 микроэлементов: один до посева, один в рядки при посеве (комплексные удобрения с микроэлементами) и по два при обработке семян и подкормке посевов (соли микроэлементов). При этом

ориентируются на предпочтительные способы применения каждого вида микроудобрений (табл. 1). Вместе с тем, в каждом конкретном хозяйстве возможно обоснованное отступление от этих общих положений. Если содержание в почве различных видов микроэлементов разновелико, то предпочтение для основного внесения отдадут тому микроэлементу, который находится в крайнем минимуме под наиболее отзывчивую на него культуру.

Второй метод определения потребности земледелия в микроудобрениях ориентирован на использование на более крупных объектах (природно-сельскохозяйственные зоны, экономические районы, области, края и т. д.). В отличие от описанного выше первого способа здесь учитывают материалы агрохимического и биогеохимического районирования страны по содержанию в почвах микроэлементов, зональную нормативную базу по дозам микроудобрений, приоритетную отзывчивость культур на определенные виды и способы их применения и т.д. Особое внимание уделяют установлению удобряемых микроэлементами площадей почв. Из расчетов исключают, как правило, кислые почвы, на которых не достигается полной отдачи от всех удобрений, в т.ч. микроудобрений. При определении потребности земледелия в борных удобрениях обычно не планируют их применение на солончаковых, солончакватых почвах и на солонцовых комплексах, так как они практически всегда содержат значительные количества подвижного бора. Молибденовые удобрения в порядке исключения вносят и на кислых почвах, так как именно в этих условиях содержание молибдена недостаточное и растения особо нуждаются в нем. При установлении потребности в цинке учитывают интенсивность известкования, наличие легких по гранулометрическому составу почв, а также определенные различия культур по отзывчивости на способы применения микроудобрений. Медь в первую очередь применяют на торфяных, известкованных дерново-подзолистых почвах легкого и среднего гранулометрического состава и пойменных почвах. Основные площади почв, на которых применяют марганцевые удобрения, приурочены в основном к южным регионам страны, но определенное их количество с нейтральной реакцией имеется и в южно-таежной лесной и лесостепной зонах. Ввиду отсутствия промышленного производства минеральных удобрений с кобальтом потребность в нем определяется преимущественно проведением обработок семян и посевов.

Разработанные нами методические подходы к определению потребности земледелия в микроудобрениях позволили установить их ориентировочную потребность в целом по стране, как на ближайшую, так и более отдаленную перспективу (до 2020 г.). В основу расчетов положены следующие основные исходные данные: структура посевных площадей, валовые сборы и

урожайность сельскохозяйственных культур за 2006-2008 гг. [1]; агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации [2]; нормативная база по применению микроудобрений под сельскохозяйственные культуры [3, 10].

1.


При определении потребности земледелия в микроудобрениях учитывают ограничения целесообразности их использования при разных способах применения. При внесении микроудобрений в почву: не планируется применять их на полях с повышенным содержанием подвижных форм микроэлементов и на кислых почвах; не применяют на полях в течение трех лет после основного внесения их в почву; не вносят на полях с урожаем менее 25-30 ц/га зерн. ед.; не планируется внесение цинковых удобрений на полях с низким содержанием подвижного фосфора. При некорневой подкормке и предпосевной обработке семян применение микроэлементов ограничивают только на площадях с посевами сельскохозяйственных культур, размещаемых на почвах с кислой реакцией среды и повышенным содержанием микроэлементов.

2.

	B	Mo	Zn	Cu	Mn	Co	
							( )
1	27,2	72,5	248,5	156,4	184,6	93,9	783,2
2	18,5	49,3	169,0	106,3	125,5	63,9	532,6
3	6,2	16,4	56,3	35,4	41,8	21,3	177,5
4	2,0	5,1	17,9	11,0	13,7	6,3	56,2
5	10,0	28,2	222,6	107,2	85,1	61,8	515,0
6	6,8	19,2	151,4	72,9	57,9	42,0	350,2
7	2,3	6,4	50,5	24,3	19,3	14,0	116,7
8	0,7	2,0	16,0	7,6	6,3	4,2	36,8
							( . . )
1	1421,0	4485,0	10966,0	4840,0	392,0	1320,0	23424,0
2	254,3	2332,0	2390,6	1161,6	89,0	277,2	6504,7
	(172,9)	(1585,8)	(1625,6)	(789,9)	(60,5)	(188,5)	(4428,2)
3	523,0	1741,0	982,3	3319,0	180,0	868,0	16454,0
4	93,6	905,3	2141,4	796,6	40,9	182,3	4160,0
	(63,6)	(615,6)	(1456,2)	(541,7)	(27,8)	(124,0)	(2828,9)
							( . . )
1	6411,0	13862,0	15919,0	12684,0	13249,0	12131,0	74256,0
2	1147,6	7208,2	3470,3	3044,0	3007,5	2547,5	20425,3
	(780,4)	(4901,6)	(2359,8)	(2070,1)	(2045,1)	(1732,3)	(113389,3)
3	2363,0	5383,0	14258,0	8699,0	6100,0	7988,0	44791,0
4	423,0	2799,0	3108,0	2087,8	1384,7	1677,0	11480,0
	(287,6)	(1903,3)	(2113,9)	(1419,7)	(941,6)	(1140,7)	(7806,8)

В таблице 2 приведены основные сводные данные многовариантных расчётов (16 вариантов) общей потребности земледелия в микроудобрениях с оценкой их для перспективного и современного использования. Отличительные особенности проведённых расчётов потребности земледелия в микроудобрениях от прежних состоят в том, что они проведены с учётом использования основных способов применения микроудобрений на двух уровнях содержания микроэлементов в почвах (низком и среднем). Это позволяет в зависимости от интенсивности развития земледелия предложить сельскохозяйственному производству наиболее гибкую величину потребности в микроудобрениях (с учётом этапности применения микроудобрений при внесении в почву, целесообразности более широкого применения экономичных способов применения микроудобрений, оптимизации соотношения объёмов

потребности с использованием различных способов и т.д.). Многовариантные расчёты определения потребности страны в микроудобрениях с последовательным учётом основных факторов их эффективного применения позволили оценить их приемлемость для современного и перспективного земледелия (табл. 2):

#### Основной способ внесения микроудобрений (в почву).

*Вариант 1.* Первый вариант расчёта потребности земледелия в микроудобрениях – базовый, учитывающий наличие почв с низким и средним содержанием подвижных форм микроэлементов, структуру посевных площадей основных сельскохозяйственных культур и дозы внесения микроудобрений под каждую конкретную сельскохозяйственную культуру. Его можно также назвать вариантом потребности земледелия на отдалённую перспективу с учетом проведения соответствующих мероприятий по окультуриванию почв (и преж-

де всего, снижение их кислотности) и широкого внедрения высокоинтенсивных технологий выращивания с.х. культур. Потребность земледелия страны в микроудобрениях в этом варианте достаточно велика (783 тыс. т. д.в.) и в настоящее время не имеет агрохимического и экономического обоснования из-за наличия в пахотных угодьях страны большого количества кислых почв, недостаточного уровня получаемых урожаев и т. д.

**Вариант 2.** Второй вариант рассчитан на удовлетворение потребностей сельскохозяйственных культур в микроудобрениях на площадях их посевов, размещённых только на нейтральных почвах (68% пахотных почв с pH > 5,5 по данным на 01.01.2006 г.).

**Вариант 3.** Третий вариант расчётов учитывает трехлетнее последствие микроудобрений. Поэтому ежегодная потребность земледелия в микроудобрениях, определённых в вар. 2 уменьшается в 3 раза и составляет 177,5 тыс. т д.в.

**Вариант 4.** Четвёртый вариант учитывает целесообразность применения микроудобрений на площадях посевов сельскохозяйственных культур с урожайностью более 30 ц/га з.е. Такие посевы в стране за прошедшее три года выявлены на площади 31,9% и потребность в микроудобрениях на них составляет 56,2 тыс. т д.в. (вар.4 = 177,5 x 31,9 : 100 = 56,2 тыс. т). Полагаем, что это минимально-оптимальный вариант ежегодной потребности в микроудобрениях для внесения в почву на ближайшую перспективу.

**Варианты 5-8.** Последовательные расчёты в вариантах 5-8 проведены аналогично вариантам 1-4 с учётом удовлетворения потребности сельскохозяйственных культур в микроудобрениях на пахотных почвах только с низким содержанием микроэлементов. Конечная расчётная величина потребности земледелия в микроудобрениях в этом варианте составляет – 36,8 тыс. т и оценивается нами как минимальная для современного земледелия при основном способе их внесения.

#### **Предпосевная обработка семян микроэлементами и некорневые подкормки.**

**Варианты 1-2.** Эти варианты расчёта аналогичны предыдущим вар. 1-2 (для основного внесения), но только с нормированием применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры способами предпосевной обработки семян и некорневой подкормки микроэлементами в комплексе с другими средствами химизации при размещении посевов на почвах с низкой и средней обеспеченностью микроэлементами.

**Варианты 3-4.** Те же расчёты, но только для площадей посевов сельскохозяйственных культур, размещаемых на почвах с низким содержанием микроэлементов.

Анализ сводных данных по определению потребности земледелия с учётом всех способов их применения на посевах, расположенных на нейтральных почвах и на двух уровнях содержания микроэлементов, позволил определить ежегодную потребность современного земледелия в микроудобрениях до 2020 г. как по видам и способам, так и по формам (табл.3). Установлено, что потребность в микроудобрениях для посевов, расположенных на низко – и среднеобеспеченных микроэлементами почв составляет в сумме 74,8, а на низкообеспеченных – 47,4 тыс. т. При этом доля объёма потребности в микроудобрениях при использовании экономичных способов составляет 22,4-24,6% от общих объёмов с колебаниями по видам преимущественно от 20 до 30%, за исключением молибденовых (56%) и марганцевых (13,3%) удобрений. Как показывают исследования, наибольшая потребность земледелия (по объёмам) выявлена для цинковых (35% от общего объёма

всех видов), медных (20%), марганцевых (18%), молибденовых (13%) и борных (3%) удобрений. В целом эта закономерность согласуется в наибольшей степени с преобладающими в стране почвами с недостаточным содержанием подвижных форм соответствующих микроэлементов.

### **3.**

( . . . ) 2020 .

B	Mo	Zn	Cu	Mn	Co		
1.						( )	
2,0	5,1	17,9	11,0	13,7	6,3	56,2	*
0,7	2,0	16,0	7,6	6,3	4,2	36,8	**
2.							
0,95	6,49	3,99	2,86	2,11	1,91	18,31	*
0,35	2,52	3,57	1,96	0,97	1,26	10,63	**
3.							
2,95	11,59	21,89	13,86	15,81	8,21	74,5	*
1,05	4,52	19,57	9,56	7,27	5,46	47,4	**
4.						, %	
3,96	15,56	29,38	18,60	21,22	11,02	100,0	*
2,22	9,54	41,29	20,17	15,33	11,52	100,0	**
5.						, %.	
32,20	56,00	18,23	20,63	13,35	23,26	24,6	*
33,33	55,75	18,24	20,50	13,34	23,08	22,4	**

· : \*  
; \*\*

Таким образом, определенная нами потребность в микроудобрениях на ближайшую перспективу разработана с учетом: 1) развития производства всех основных видов микроудобрений в количествах, обеспечивающих потребность в микроэлементах сельскохозяйственных культур, выращиваемых в различных природно-сельскохозяйственных зонах; 2) необходимого набора форм по каждому виду микроудобрений, позволяющего использовать различные способы внесения микроэлементов. Полагаем, что по мере интенсификации земледелия потребность в микроэлементах может существенно увеличиваться.

#### **Литература**

1. Агропромышленный комплекс России в 2006, 2007 и 2008. Изд-во МСХ РФ. – М., 2007, 2008, 2009.
2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2005). – М., ВНИИА, 2006.
3. Аристархов А.Н. Использование микроудобрений в условиях интенсивной химизации и принципы моделей для определения потребности в них. // Химия в сельском хозяйстве. – 1985, № 8. – С. 15-22.
4. Аристархов А.Н. Состояние и перспективы применения микроудобрений. // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Совершенствование перспективного ассортимента микроудобрений». – М., 1990. – С. 3-4.
5. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах. ВНИИА. – М. – 2000. – 524 с.
6. Державин Л. М., Аристархов А. Н., Поляков А. Н. Применение микроудобрений в интенсивном земледелии // Кн. Параметры плодородия основных типов почв. М. Агропромиздат. – 1988. – С. 254-260.
7. Державин Л. М., Аристархов А. Н., Поляков А. Н. Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах СССР и эффективность микроудобрений // Агрохимия, 1989, № 4. – С. 74-79.

8. Панасин В.И. Микроэлементы и урожай. – Калининград, 1995. – 282 с.  
9. Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига, 1972. – 355 с.

10. Сычёв В.Г., Аристархов А.Н. и др. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приёмы управления. – М., 2009. – 519 с.

*Разработаны методические подходы и определена потребность земледелия страны в микроудобрениях как на ближайшую (до 2020г.), так и на более отдаленную перспективу. Показаны возможность существенного увеличения потребности земледелия в микроудобрениях и необходимость расширения их производства и применения.*

**Ключевые слова:** микроудобрения, виды и способы применения, потребность, перспективы увеличения объемов производства и применения.