



ЗАО «ГДК «ХРОМ»



ЗАО «ХРОМХИМПРОМ»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ ИМ. Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по применению агрохимиката «Серпенактив» в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в сельском хозяйстве Российской Федерации

Производственно-практическое пособие



УДК 631.452

Шильников И.А., Аканова Н.И. «Методические рекомендации по применению агрохимиката «Серпенактив» в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в сельском хозяйстве Российской Федерации», М. ВНИИА: 2009, 28 с.

Методические рекомендации разработаны для наиболее эффективного и экологически безопасного применения «Серпенактива» в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в зоне дерново-подзолистых, торфяно-болотных, серых лесных почв, выщелоченных и оподзоленных черноземов с избыточной кислотностью. Приведены химический и гранулометрический составы агрохимиката, основные факторы его влияния на свойства почв, урожай и качество растительной продукции, наиболее эффективные технологические приемы использования. Указаны методы расчета доз агрохимиката и особенности его периодического применения в севооборотах.

Методические рекомендации предназначены для земледельцев независимо от организационно-правовых форм хозяйствования и собственности на землю, заводов, производящих минеральные удобрения, работников агрохимслужбы РФ, научно-исследовательских и проектно-технологических учреждений, органов управления сельским хозяйством, службы сервиса АПК.

Методические рекомендации утверждены Ученым советом ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (Протокол №3 от 24 марта 2009 г.)

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГНУ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АГРОХИМИИ ИМ. Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА
(ВНИИА РАСХН)

Утверждаю
Директор ВНИИА
академик РАСХН

Сычев В.Г.
24 марта 2009 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению агрохимиката «Серпенактив» в качестве
химического мелиоранта и магниевого удобрения
в сельском хозяйстве Российской Федерации**

Москва 2009 год

Оглавление

Введение	5
Условия и признаки магниевой недостаточности у основных сельскохозяйственных культур	6
Содержание магния в почвах и необходимость применения магнийсодержащих удобрений	10
Техническая характеристика «Серпенактива»	12
Влияние магния на сельскохозяйственные культуры	13
Удобрение магнием сельскохозяйственных культур	17
Расчет баланса магния в почве	24
Прогноз содержания магния в почве	26
Рекомендации по безопасному хранению, перевозке и применению «Серпенактива»	27

Введение

Применение магниевых удобрений является таким же важнейшим мероприятием, как внесение азотных, фосфорных и калийных при решении проблем продовольственной безопасности страны. Магний является питательным макроэлементом для растений, выполняющим функции не только повышения урожая сельскохозяйственных культур, но и улучшению его пищевой и кормовой ценности. Известно, что недостаток магния в продуктах питания приходится компенсировать применением специальных медицинских препаратов, содержащих этот элемент.

В настоящее время специальные магниевые удобрения не производятся, а применение доломитовой муки крайне ограничено. Вследствие этого на огромных массивах, превышающих 10-12 млн. га пашни и кормовых угодий наблюдается магниевое голодание растений. Существенное снижение урожая сельскохозяйственных культур и его качества наблюдается уже не только на песчаных, супесчаных и торфяно-болотных почвах, но и на суглинистых.



Общая гибель поля с картофелем вследствие острого дефицита магния в почве (рНКСI=4,0; содержание в почве Mg=12 мг/кг)

На почвах с промывным режимом увлажнения, фильтрующиеся атмосферные осадки вымывают ежегодно в среднем от 20 до 60 кг/га окиси магния. Урожайи сельскохозяйственных культур выносят в среднем от 15 до 40 кг/га окиси магния ежегодно. На фоне постоянно идущего объективного процесса обеднения почвы доступными для растений соединениями подвижного магния необходимо за-

пасы этого элемента в почве пополнять и вносить магниевое удобрение под чувствительные культуры к дефициту этого элемента питания. Поэтому применение серпентинита в качестве магниевого удобрения чрезвычайно актуально.



Растения картофеля с симптомами острого дефицита магния (межилковый хлороз и некроз тканей листьев)

Условия и признаки магниевой недостаточности у основных сельскохозяйственных культур

Причинами магниевое голодания сельскохозяйственных культур могут быть следующие факторы:

1. Недостаточный уровень содержания доступного магния в почве:
 - на дерново-подзолистых и серых лесных песчаных и супесчаных почвах – менее 80 мг/кг обменного MgO;
 - на дерново-подзолистых и серых лесных суглинистых почвах – менее 120 мг/кг обменного MgO;
 - на торфяно-болотных почвах – практически повсеместно.

2. Нейтрализация почвенной кислотности чисто кальциевыми формами извести (CaCO_3) приводит к нарушению оптимального соотношения Ca к Mg в почвенном растворе и поглощающем комплексе, что отрицательно сказывается на доступности магния растениям. Имеются данные о том, что даже на почвах с высоким содержанием обменного магния при отношении Ca к Mg более 8 – для полевых культур, и более 10 – для многолетних насаждений растения испытывают недостаток доступного магния, что также вызывает необходимость внесения магния с удобрениями.
3. Применение на посевах культур аммиачной селитры, аммиачной воды и жидкого аммиака в дозах более 120-180 кг/га действующего вещества (д.в.) вызывает антагонизм ионов NH_4^+ и Mg^{2+} .
4. Применение калийных удобрений в дозах более 140-180 кг/га д.в. вызывает антагонизм между ионами K^+ и Mg^{2+} .
5. Значительное возрастание потерь почвенного магния с вымыванием из корнеобитаемого слоя инфильтрационными водами при высоких уровнях применения азотных и калийных удобрений.
6. Магниевая недостаточность в питании растений вызывает нарушение усвоения ими азота, калия, натрия и кальция, что отрицательно отражается на величине и качестве урожая.
7. Магниевое голодание наступает при содержании магния в растениях ниже определенного уровня, называемого «нижним пределом» его нормального содержания, который устанавливается методом растительной диагностики в индивидуальные для каждой культуры фазы развития (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Нижний предел содержания MgO в органах различных сельскохозяйственных культур

Культура	Орган растения	Фаза развития	Содержание MgO, мг/кг сырого вещества
Озимая рожь	Листья	Выход в трубку	50-80
Ячмень	Листья	«	30-60
Овес	Листья	«	30-60
Картофель	Черешки листьев	Бутонизация, образование клубней	20-50 до 100
Кукуруза	Сок из жилок листьев	Выметание метелки	менее 90

Таблица 2. Внешние признаки магниевого голодания

Культура	Фаза развития	Признаки голодания
Озимые зерновые	Кущение	На известкованных почвах верхние листья бледно-зеленые полосчатые, нижние листья темно-красные, они сворачиваются в трубку, при сильном дефиците магния подсыхают и отмирают. После перезимовки растения гибнут. На известкованных почвах нижние листья желтовато-зеленого цвета с полосами.
Озимые и яровые зерновые	Выход в трубку	Листья желто-зеленые, скручиваются внутрь. Созревание хлебов задерживается на 10-12 дней.
Горох и другие зернобо-бовые	Кущение-цветение	На нижних листьях наблюдаются типичные признаки хлороза: окраска становится от бледно-зеленой до желтоватой, на краях появляются бурые пятна, постепенно захватывающие всё межжилковое пространство к центру листа. Резко сокращается количество клубеньков на корнях.
Картофель	На безнавозном фоне – в фазу бутонизации, на навозном – при клубнеобразовании	Листья приобретают желто-зеленую и желтую окраску, становятся ломкими, затем покрываются бурными пятнами, засыхают, опадают. При сильном длительном дефиците ботва преждевременно засыхает.
Кукуруза	Фаза 4-6 листьев	Нижние листья светлеют, появляются четко выраженная полосчатость, зеленые полосы чередуются с желтыми. На кислых почвах некоторые листья имеют красно-фиолетовую окраску, позже на них появляются бурые пятна.
Люпин	В начале цветения	Нижние листья желтеют, слегка сворачиваются. Уменьшается образование клубеньков на корнях. У желтого люпина края листьев становятся желтыми. У синего люпина – красно-фиолетовыми. Листья раньше времени опадают.

Культура	Фаза развития	Признаки голодания
Кормовая свекла	Фаза 6-8 листьев	Нижние листья, начиная с верхушки, бледнеют, затем желтеют; жилки остаются зелеными, затем в межжилковом пространстве появляются бурые пятна, которые распространяются на весь лист. Черешки листьев ломкие. Отмершие ткани имеют темно-коричневую окраску, они крошатся.
Капуста белокочанная	В течение вегетации	Светлеет окраска нижних листьев, от верхнего края (между жилками) к центру листа, потом они становятся кремовыми, у жилок остаются зелеными. При сильном голодании окраска переходит в красно-фиолетовую с чередованием зеленой у крупных жилок – «мраморность» листа.
Капуста цветная	Цветение	Признаки те же, что и у белокочанной капусты.
Томаты	Бутонизация – плодообразование	На нижних листьях развиваются типичные признаки хлороза, которые затем охватывают верхние листья. Черешки становятся сочными и ломкими. Покраснение плодов замедляется, они опадают.
Огурцы	Цветение и в период интенсивного плодообразования	Листья желтеют, около жилок ярко-зеленые, становятся сочными и ломкими, затем отмирающие ткани приобретают бурю окраску. Листья опадают, а признаки появляются на верхних ярусах. Образуются мелкие плоды.
Яблоня	В период вегетации	На нижних листьях появляются типичные признаки хлороза, они преждевременно опадают
Вишня	То же	Хлороз начинается с середины листа. Отмершие ткани образуют пятна бурого-коричневого цвета, и листья раньше времени опадают.

Содержание магния в почвах и необходимость применения магнийсодержащих удобрений

Для питания растений наибольшее значение имеет водорастворимая и обменно-поглощенная форма магния. Черноземы наиболее богаты магнием, дерново-подзолистые и торфяно-болотные почвы (особенно верховые и переходные торфяники) содержат меньшее его количество.

На основе обобщения имеющегося материала можно предложить следующую группировку дерново-подзолистых почв по обеспеченности обменным магнием сельскохозяйственных угодий в зависимости от гранулометрического состава почвы (табл. 3).

Таблица 3. Градация дерново-подзолистых почв по содержанию обменного магния

Уровень обеспеченности	Песчаные и супесчаные		Суглинистые и тяжелосуглинистые почвы	
	мг MgO на 1 кг почвы	мг/экв Mg на 100 г почвы	мг MgO на 1 кг почвы	мг/экв Mg на 100 г почвы
Очень низкий	менее 40	менее 0,2	менее 80	менее 0,4
Низкий	41-80	0,2-0,4	81-120	0,4-0,6
Средний	81-120	0,4-0,6	121-160	0,6-0,8
Повышенный	121-160	0,6-0,8	161-200	0,8-1,0
Высокий	161-200	0,8-1,0	201-240	1,0-1,2
Очень высокий	более 200	более 1,0	более 240	более 1,2

Ориентировочные показатели оптимального содержания обменного магния в почвах под различными культурами приведены в таблице 4. Как правило, на почвах с более высоким содержанием обменного магния эффективность доз минеральных удобрений повышается на 15-25%.

Необходимость применения магнийсодержащих удобрений на сенокосах и пастбищах может возникнуть несмотря на то, что растения не испытывают недостатка магния для формирования урожая. В этих случаях потребность во внесении магния с удобрениями обуславливается необходимостью получить урожай определенного качества. В травах содержание магния должно быть не менее 0,2% MgO, а соотношение К:(Ca+Mg) – не более 2,2 (в расчете на воздушно-сухое вещество). При применении высоких доз NPK содержание магния в травах может быть ниже рекомендуемых зоотехнических норм, особенно весной. Нарушение зоотехнических требований к качеству кормов приводит к заболеванию «пастбищной тетанией» коров, особенно дойных, которым в наибольшей степени необходим магний.

Бедность трав магнием установлена не только на легких, но и на суглинистых и торфяно-болотных почвах при достаточно высоком содержании доступного магния в почвах. Следовательно, на культурных пастбищах и сенокосах при внесении повышенных доз азотных и калийных удобрений необходимо оперативно контролировать качество трав и применять (особенно весной) магнийсодержащие удобрения.

Таблица 4. Рекомендуемое оптимальное содержание обменного магния в почвах для сельскохозяйственных культур при возделывании по интенсивным технологиям

Культуры	Песчаные и супесчаные почвы		Суглинистые и тяжелосуглинистые почвы	
	мг MgO на 1 кг почвы	мг/экв Mg на 100 г почвы	мг MgO на 1 кг почвы	мг/экв Mg на 100 г почвы
Озимые зерновые	100-120	0,5-0,6	120-160	0,7-0,8
Яровые зерновые	80-100	0,4-0,5	120-140	0,6-0,7
Зернобобовые	120-140	0,6-0,7	160-180	0,8-0,9
Картофель	140-160	0,7-0,8	180-200	0,9-1,0
Овощные (капуста, томаты, огурцы)	180-200	0,9-1,0	220-240	1,1-1,2
Кукуруза на зеленый корм	140-160	0,7-0,8	180-200	0,9-1,0
Кормовая свекла, сахарная свекла на корм	120-140	0,6-0,7	160-180	0,8-0,9
Многолетние бобовые травы	120-140	0,6-0,7	160-180	0,8-0,9
Травы сенокосов и пастбищ	120-140	0,6-0,7	160-180	0,8-0,9
Плодово-ягодные культуры	200-220	1,0-1,1	240-260	1,2-1,3

Эффективность магниевых удобрений и в том числе серпентинита вырастает с увеличением дозы азота и калия и при внесении аммиачных форм азота. С повышением дозы N и K потребность растений в магнии и эффективность магниевых удобрений проявляется на суглинистых и глинистых почвах. Магниевые удобрения сильнее действуют на репродуктивные органы растений. Внесение серпентинита сильнее увеличивает урожай семян (на 50-80%), чем соломы и ботвы.

Техническая характеристика «Серпенактива»

«Серпенактив» – порошок от серого до коричневатого цвета, фракция мельче 200 мкм, без запаха. Получается путем дробления и истирания горной породы – серпентинита.

Состав минеральный – до 95% серпентинита $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Физические и химические свойства «Серпенактива»

Физическое строение: мелкодисперсный порошок.

Запах отсутствует.

Растворимость в воде: не растворим.

Размягчение отсутствует.

Давление испарения: нет.

Температура вспышки: нет

По химическим свойствам «Серпенактив» должен соответствовать техническим условиям ТУ-2189-005-52967881-2009

Техническая характеристика

1. Состав и размерность:

Серпентинит до 95% - $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Макро и микроэлементы – остальное.

Полный остаток на сите с размером ячеек в свету 0,2 мм – 0%.

Таблица 5. Химический состав «Серпенактива»

Наименование показателя	Формула	Норма в пересчете на сухое вещество
Оксид натрия	Na_2O	0,016
Оксид магния	MgO	37,5
Оксид кремния	SiO_2	37,8
Оксид алюминия	Al_2O_3	0,63
Оксид калия	K_2O	0,009
Оксид кальция	CaO	0,36
Оксид титана	TiO_2	0,009
Оксид марганца общ.	MnO	0,09
Железо общ.	Fe общ.	5,08
Оксид хрома	Cr_2O_3	1,67
Потери при прокаливании (при 100°C)	n.n.n.	13,4
Влага гигроскопическая	H_2O	1,67

2. Содержание токсичных и опасных веществ:

- опасных и токсичных веществ не содержит;
- радионуклидов естественного и технологического происхождения (Бк/кг) не содержит, класс опасности 1.

Влияние магния на сельскохозяйственные культуры

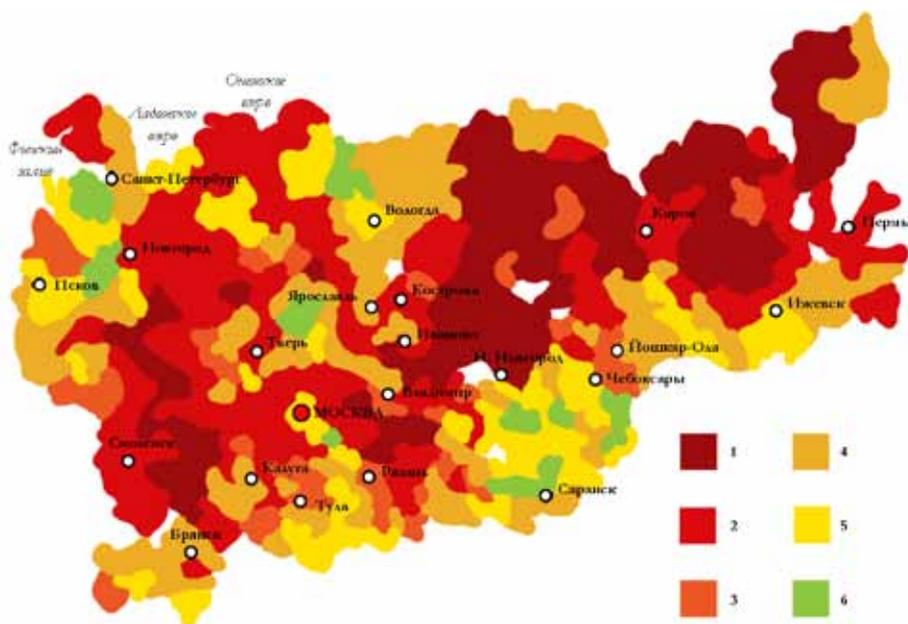
В современных условиях, а особенно при переходе на интенсивные технологии возделывания зерновых, картофеля, овощных и кормовых культур, когда на их посевах применяются повышенные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений, значительно увеличивается потребность растений в магнии и отзывчивость их на магнийсодержащие удобрения может проявиться на почвах со средней и более высокой обеспеченностью обменным магнием. Правильное применение магнийсодержащих удобрений, даже в небольших дозах 30-40 кг/га MgO , позволяет значительно повышать урожай сельскохозяйственных культур (табл. 6).

Таблица 6. Влияние магнийсодержащих удобрений на урожай сельскохозяйственных культур при интенсивных технологиях возделывания

Культура	Форма удобрения	Доза MgO кг/га	Прибавка от магния	
			ц/га	%
Озимая рожь	Эпсомит	30-40	2,6	14
Овес	-/-	40	1,9	10
Зерновые (в целом)	Калимагнезия	30	2,0	12
Картофель	-/-	30-50	38	20
	-/-	30	21*	11*
Сахарная свекла	Эпсомит	40	41	32
Кормовая свекла	Полигалит	40	65	20
Клевер (сено)	Доломит	30	6,0	12
Люпин (зеленая масса)	Эпсомит	40	32	18
Вико овсяная смесь	-/-	30	4,0	25

* на фоне органических удобрений

Картограмма кислотности почв европейской части нечерноземной полосы Российской Федерации, 1965 г.



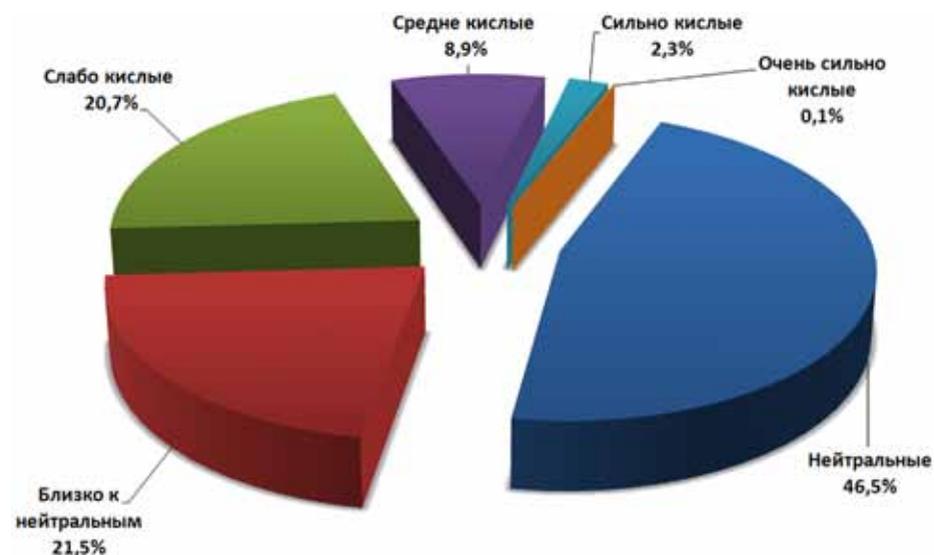
Преобладают почвы:

- 1 – сильнокислые (свыше 50%);
- 2 – сильной и средней кислотности (сильно-кислых 30–50%);
- 3 – средней кислотности (сильнокислых менее 30%);
- 4 – средней и слабой кислотности (среднекислых 30–50%);
- 5 – слабокислые и близкие к нейтральным (среднекислых менее 30%);
- 6 – близкие к нейтральным (свыше 50%).

Динамика кислотности пахотных почв Российской Федерации по годам, %

Степень кислотности	1970	1990	2000	2004
Сильнокислые	7,3	3,7	2,8	2,4
Среднекислые	11,4	10,1	9,0	8,9
Слабокислые	17,7	17,9	20,1	21,0
Нейтральные	63,6	68,3	68,1	68,0

Распределение пахотных почв Российской Федерации с различной степенью кислотности, %, 2005 г.



Вегетационные опыты, проведенные на Долгопрудной агрохимической опытной станции показали равноценность в действии на урожай сельскохозяйственных культур сернокислого магния и серпентинита (табл. 7). Серпентинит, так же как и сернокислый магний, существенно не отличались по положительному влиянию на увеличение содержания магния в растениях (табл. 8). Следовательно, серпентинит является высокоэффективной формой магниевого удобрения.

Таблица 7. Действие серпентинита на урожай сельскохозяйственных культур (по М.М. Мазаевой)

Растения	NPK	NPK + MgSO ₄	NPK + серпентинит
	урожай (г/сосуд)		
Рожь, зерно	8,3	11,6	10,5
Подсолнечник, семена	17,0	22,5	30,5
Перила, семена	6,3	14,3	12,3
Цикорий салатный, общая масса	14,0	32,5	31,2
Цикорий корневой, корни	94,8	186,5	149,4
Арбуз, плоды	378,0	521,0	436,0
Сорго, общая масса	14,8	116,5	113,3
Канатник, стебли	15,5	47,2	46,6
Табак, общая масса	12,7	22,4	20,5
Махорка, листья	15,0	18,9	30,0

Таблица 8. Влияние серпентинита на содержание магния в воздушно-сухой массе цикория

Удобрения	Оподзоленная супесь	Подзолистый суглинок
	Содержание MgO в листьях (%)	
NPK	0,14	0,50
NPK + MgSO ₄	0,46	0,53
NPK + серпентинит	0,51	0,54

Удобрение магнием сельскохозяйственных культур

Удобрение озимых зерновых хлебов

Из зерновых наиболее чувствительна к недостатку магния озимая рожь. На легких кислых почвах при применении повышенных доз (от 90 и более кг/га д.в.) NPK, может возникнуть необходимость применения магнийсодержащих удобрений. В этих условиях лучше вносить под вспашку зяби (при дождливой погоде – под предпосевную культивацию) «Серпенактив» из расчета 80 кг/га MgO.

Озимая пшеница, возделываемая по интенсивной технологии, размещается, как правило, по занятому пару, в котором вносится доломитовая мука, поэтому в данном случае применять магнийсодержащие удобрения непосредственно под вспашку нет необходимости. Если же почва в пару была известкована карбонатом кальция, или если озимая пшеница идет после бобовых предшественников, то на почвах с низкой, а порой и со средней обеспеченностью обменным магнием требуется внести 45-60 кг/га MgO в форме «Серпенактива» под посевную культивацию.



Эффективность магниевых удобрений на посевах пшеницы (слева - магнийсодержащие удобрения внесены, справа - магнийсодержащие удобрения не внесены)

Бывает, что по каким-либо причинам не провели основное внесение магнийсодержащих удобрений или появились признаки магниевого голодания у растений. Тогда возможно применение «Серпенактива» при ранневесенней подкормке озимых хлебов совместно с азотными удобрениями в дозе 40-45 кг/га MgO.

Магнийсодержащие удобрения, своевременно внесенные на посевах озимых зерновых культур, повышают устойчивость растений при перезимовке и к полеганию, улучшают структуру урожая, увеличивая долю зерна в общей массе урожая. При применении под озимые зерновые 20-30 т/га навоза крупного рогатого скота существенно снижается необходимость внесения магния с минеральными туками, поскольку в 1 т навоза может содержаться до 1,5 кг MgO. Магнийсодержащие удобрения могут обеспечивать до 10-15% прироста урожая озимых зерновых культур.

Удобрение яровых зерновых культур

С урожаем 20-25 ц/га зерна яровые зерновые выносят 10-14 кг MgO. Наиболее отзывчивы на применение магнийсодержащих удобрений ячмень, гречиха и другие. Под эти культуры на почвах с низким содержанием обменного магния лучше вносить «Серпенактив» весной под основную обработку почвы в дозах 80-100 кг MgO; на почвах со средней обеспеченностью обменным магнием при внесении высоких доз NPK дозу магния снижают до 60-80 кг MgO. Вместе с магнием при этом вносится от 60 до 140 кг/га K₂O. при подсеве под ячмень многолетних трав с бобовыми компонентами на участке целесообразно увеличить гектарную дозу магния на 40-45 кг MgO.

По мере необходимости при появлении первых признаков магниевой недостаточности следует провести подкормку посевов ячменя и других зерновых эспомитом в дозе 15-20 кг/га MgO, совместив его с опрыскиванием ядохимикатами в фазу кущения или выхода в трубку. Концентрация сульфата магния в рабочем растворе не должна превышать 2-3 %.

Ячмень менее нуждается во внесении магнийсодержащих удобрений на тяжелосуглинистых почвах, если размещается в севообороте после картофеля, под который было внесено не менее 40-50 т/га навоза. Если же под картофель был внесен в качестве органического удобрения торф или торфонавозный компост с преобладанием торфа (соотношение 3:1), то даже на почвах со средним содержанием обменного магния для получения урожая зерна ячменя 30-40 ц/га может потребоваться применение «Серпинактива» в дозе 80 кг/га MgO.

Удобрение зернобобовых культур

Зерновые культуры: горох, кормовые бобы, вика и желтый кормовой люпин – хорошо отзываются на применение магниевых удобрений. Горох, кормовые бобы, вика и люпин могут быть использованы как парозанимающие культуры для получения зеленой массы на корм скоту. Выращивание их для этой цели на только что произвесткованных почвах в качестве предшественников озимых зерновых может вызвать потребность в применении магнийсодержащих удобрений для повышения урожая и обогащения зеленой массы магнием, особенно при внесении «в запас» высоких доз фосфорных и калийных туков. В этих случаях целесообразно внести под предпосевную обработку почвы «Серпенактив» в дозе 80-100 кг/га MgO. Внесение под основную обработку занятого пара 15-20 т/га органического удобрения частично компенсирует потребность зернобобовых в магнии.

Удобрение картофеля

Картофель относится к культурам, наиболее отзывчивым на применение магнийсодержащих удобрений. С урожаем 200-300 ц/га клубней выносятся более 40-60 кг MgO. Поскольку картофель имеет поверхностную корневую систему, которая почти полностью размещается в слое почвы 0-40 см, становится ясным необходимость наличия в почве достаточного количества подвижного магния (150-200 мг MgO на 1 кг почвы) для питания картофеля.



Растения картофеля с начинающимся дефицитом магния (межилковый хлороз).

Нейтрализация почвенной кислотности под предшественником картофеля известковыми материалами, не содержащими в достаточном количестве магний, а также применение высоких доз азотно-калийных удобрений усиливает потребность картофеля в магнийсодержащих туках. Поэтому необходимо вносить под картофель «Серпенактив» в дозе 150-200 кг/га MgO. Вносить его лучше под перепахку зяби или под предпосевную культивацию.



Усыхание побегов картофеля перед цветением, обусловленное дефицитом магния.

Потребность во внесении магнийсодержащих удобрений под картофель несколько возрастает также при размещении его по бобовым предшественникам, особенно в начальный период роста. В этих случаях на торфяно-болотных почвах можно рекомендовать внесение «Серпенактива» в лунки при посадке картофеля. Доза магния при этом обычно составляет 80-90 кг/га MgO. Применение под картофель высоких доз органических удобрений (50-60 т/га) резко снижает, а то и совсем снимает необходимость внесения магнийсодержащих удобрений.

Удобрение овощных культур

Овощные культуры потребляют значительное количество магния. Капуста, морковь, томаты, огурцы с урожаями 300-400 ц/га выносят до 40-60 кг/га MgO. Поэтому почву для этих культур целесообразно известковать доломитовой мукой. Под капусту и огурцы, как правило, применяют до 60 т/га навоза и других органических удобрений. «Серпенактив» следует вносить под овощные культуры при возможно максимальном перемешивании с пахотным слоем почвы в дозах 150-200 кг/га MgO.

При выращивании томатов и огурцов в условиях защищенного грунта необходимо предусматривать в составе питательных растворов наличие серпенактива в количестве 400-800 г/м² в зависимости от обеспеченности почвогрунта обменным магнием и величины планируемого урожая. По мере необходимости следует подкормку магнием 2-3 раза за период вегетации.

Удобрение кормовых культур

Среди кормовых культур наиболее требовательна к магнию кормовая свекла и бобовые травы (клевер, вика, люпин, люцерна рогатый). Кормовая свекла с урожаем 800 ц/га корнеплодов выносит до 60 кг/га MgO, клевер при урожае 50-60 ц сена – 30-35 кг MgO, люпин при урожае 170 ц зеленой массы – около 20-25 кг MgO с 1 га.

На легких почвах, бедных подвижным магнием, под кормовую свеклу следует применять органические удобрения в дозе 30-40 т/га, что обеспечивает внесение 45-60 кг/га MgO. На кислых почвах необходимо их известкование доломитовой мукой по 0,5-0,75 дозы гидролитической кислотности.

Если под покровную культуру, например, ячмень при посеве многолетних трав был внесен «Серпенактив», то бобовые с большим успехом могут использовать его последствие. При выращивании многолетней бобово-злаковой травосмеси на почвах с низкой и средней обеспеченностью обменным магнием можно рекомендовать внесение «Серпенактива» при весенней перепашке зяби в дозе 120-140 кг/га MgO. Бобовые травы могут хорошо использовать последствие на 3-4 год после его внесения. Однако повышенная потребность трав в магнии во втором и последующем укосах может обуславливать необходимость внесения магнийсодержащих удобрений (для сохранения оптимального содержания магния в корме).

Магниевого удобрения необходимо применять также на посевах семенников многолетних бобовых трав в дозе до 80-100 кг/га MgO при основном внесении в виде «Серпенактива». По данным ВНИИ Агротехники им. Д.Н. Прянишникова, в полевых опытах, проведенных в хозяйствах Московской области, урожай семян клевера от внесения борной кислоты в дозе 2 кг/га бора повысился на 30%, а при применении бормагниевого удобрения в той же дозе (вносилось при этом примерно 20 кг MgO) – на 50%. Таким образом, прибавка урожая от магния составила 20%.

Кукуруза, возделываемая на силос, обычно слабее отзывается на внесение магнийсодержащих удобрений, что связано с мощной корневой системой, способной извлекать магний из глуболежащих слоев почвы. Однако в случаях применения высоких доз азотных и калийных удобрений необходимо контролировать состав зеленой массы, идущей на корм скоту, и по мере надобности вносить перед посевом кукурузы «серпенактив» в дозе 45-60 кг/га MgO.

Удобрение лугов и пастбищ

Нормальное содержание магния в сене разнотравья составляет 0,40-0,43% MgO в расчете на абсолютно сухое вещество. Как правило, содержание магния в молодой траве весной бывает низким: у тимофеевки луговой оно может составлять менее 0,15-0,2% MgO.

Применение на культурных лугах и пастбищах с кислыми почвами высоких доз азотно-калийных удобрений (90-180 кг N и K₂O на 1 га) неизбежно приводит к резкому снижению содержания в траве магния, что, в свою очередь, ведет к заболеванию скота гипомагниемией («магниевой тетанией»). Поэтому следует при

создании культурных сенокосов и пастбищ известковать почву доломитовой мукой или известняковой мукой в смеси с «Серпенактивом» в дозе по полной гидролитической кислотности и в связи с применением на этих угодьях минеральных удобрений устанавливать систематический контроль над содержанием в траве магния и соответствия ее зоотехническим требованиям.

На сенокосах и пастбищах при ухудшении качества кормовых трав целесообразно применять весной при дисковании почвы калимагнезию в дозе 40-60 кг/га MgO. Для быстрого повышения содержания магния в траве можно поверхностно вносить эпсомит в дозе 20-25 кг/га MgO.

Удобрение плодово-ягодных культур

Плоды и ягоды наряду с картофелем и овощами являются одним из основных источников питания, с которым в человеческий организм поступает магний. Такие плодовые культуры как груша, яблоня, крыжовник, малина и смородина часто страдают от недостатка магния в почве. На кустарниковых дефицит магниевого питания особенно сильно проявляется в период плодоношения, когда начинают появляться мелкие и редкосидящие плоды. В таких случаях даже внесение органических удобрений не является достаточной мерой для устранения магниевого голодания растений.

Перед закладкой сада и ягодных плантаций почву необходимо известковать доломитовой или известняковой мукой в смеси с «Серпенактивом» не менее, чем по 0,75 гидролитической кислотности, и при наступлении стадии плодоношения установить регулярный контроль над состоянием магниевого питания растений. По мере необходимости нужно вносить в междурядья «Серпенактив» с одновременной глубокой его заделкой (как можно ближе к корням). Целесообразно комбинировать корневую подкормку с некорневой. Некорневую подкормку производят опрыскиванием деревьев и кустарников 1-2%-ным водным раствором эпсомита не менее 3-4 раза за вегетацию. Опрыскивание лучше всего производить в сухую погоду вечером. Для ускорения действия магнийсодержащих удобрений растворы эпсомита и калимагнезии можно вносить методом шприцевания в почву – в зону расположения корней в дозе 30-40 кг/га MgO.

Лесное хозяйство

В лесном хозяйстве на почвах легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные) потребность деревьев в магнии может обуславливать необходимость внесения магнийсодержащих удобрений. «Серпенактив» целесообразно применять в виде некорневой подкормки в дозе до 100-120 кг/га MgO, а также на молодых посадках при основном внесении.

Применение «Серпенактива» в качестве химического мелиоранта

Применение «Серпенактива» в качестве известкового удобрения с целью устранения избыточной кислотности почвенной среды допустимо только однократно в дозе, не превышающей в физической массе (т/га): для супесчаных и песчаных почв 2 т/га, для суглинистых почв – 4 т/га при условии содержания обменного магния в почве не более 8-10 мг/100 г почвы. Повторное известкование сле-

дует проводить карбонатной или силикатной формой известкового материала, состоящего в основном в виде кальция (известняковая мука, известковый туф, гаж, мел, дефекал, некоторые виды зол и металлургических шлаков).

Лучшим способом применения «Серпенактива» при химической мелиорации почв является включение его в состав кальциевых форм известковых удобрений в количестве от 20 до 50% физической массы.

Дозы и способы внесения «Серпенактива» в качестве магниевого удобрения

Серпентинит, несмотря на его трудную растворимость, активно взаимодействует с почвенным раствором и поглощающим комплексом вследствие тонкого гранулометрического состава: все частицы мельче 0,2 мм.

При расчете дозы серпентинита следует учитывать содержание MgO и влаги. Расчет дозы серпентинита в физической массе следует вести по формуле:

$$D = \frac{100^2 \cdot H}{(100 - B) \cdot П}$$

где:

D – доза «Серпенактива» в физической массе, т/га;

H – доза MgO, т/га;

B – содержание влаги, %;

П – содержание MgO, %.

Рекомендуемая минимальная доза серпентинита 0,3 т/га увеличивает содержание в почве обменного магния на 1 мг/кг почвы и действует около 3-х лет. Максимальная доза составляет 1 т/га, при этом содержание обменного магния в почве увеличивается на 3-4 мг/кг почвы и положительное действие на урожай проявляется не менее 5-6 лет.

На кислых почвах, где длительное время применялись чисто кальциевые формы известковых материалов (CaCO₃) применение серпентинита целесообразно в дозах, не превышающих 1 т/га.

Целесообразно добавлять к чисто кальциевым формам известковых удобрений (известнякам, шлакам и др.) серпентинит, таким образом, что бы содержание магния в них на пересчете на MgCO₃ составляло около 10% от содержания в них CaCO₃.

Поскольку серпентинит является труднорастворимым соединением его необходимо заделывать в почву до посева сельскохозяйственных растений.

При создании культурных лугов и пастбищ серпентинит следует вносить в почву в дозе около 1 т/га до посева травосмесей. На известкованных кормовых угодьях серпентинит можно вносить в дозе не более 0,5 т/га поверхностно по травам только осенью после завершения пастбищного содержания животных.

Расчет баланса магния в почве

Баланс магния отражает состояние обеспеченности почвы и растений магнием и является средством научного обоснования потребности хозяйства, района и области в целом в магниевых удобрениях. Отрицательный баланс магния указывает на возможность истощения почв доступными формами и на необходимость безотлагательного применения магнийсодержащих удобрений для его восстановления и увеличения. При составлении баланса учитывались все приходные и расходные статьи магния в почве.

Приходная часть баланса

В практике земледелия магний поступает в почву главным образом с магнийсодержащими известковыми удобрениями; доломитовой (до 50% $MgCO_3$), доломитизированной (25-15%) и магнезиальной (15-10% $MgCO_3$) известняковой мукой, а также местными залежами рыхлых пород и металлургическими шлаками. Например, в Московской области из шести предприятий, обеспечивающих область известковыми удобрениями, только в доломитовой муке Щелковского комбината содержится от 18 до 22% MgO , в известняковой муке Воскресенского завода около 6,7%, Песковского 3,3%, а Серпуховского всего лишь 1,3%.

Второй существенной приходной статьёй в балансе магния является поступление его с органическими удобрениями. В безподстилочном навозе крупного рогатого скота содержание MgO составляет 0,08% на сырое вещество, в свином 0,1%, в птичьем помете 0,4%. Торф низинный, содержащий до 0,13% MgO , следует учитывать лишь в составе органоминеральных компостов.

Третья часть приходных статей – магнийсодержащие минеральные удобрения, (калмагнезия 8-12% MgO , эпсомит 14% MgO , каинит 6-7% MgO), но в земледелии их практически нет. Существенный вклад при оптимизации баланса магния в почве может внести «Серпенактив», содержащий до 45% MgO .

Поступление магния с атмосферными осадками ничтожно мало и при составлении баланса не учитывается.

Расходная часть баланса

Основной расходной статьёй является вымывание этого элемента из пахотного слоя, фильтрующимися атмосферными осадками. По данным многолетних лизиметрических исследований из дерново-подзолистых пахотных почв независимо от их гранулометрического состава в среднем вымывается 40-60 кг/га MgO в год, а на лугах 30-45 кг/га MgO . Эти величины позволяют рассчитать ориентировочные потери магния с фильтрующимися водами с любой площади пашни, сенокосов и пастбищ.

Второй расходной статьёй магния в балансе является вынос урожаями сельскохозяйственных культур. Он рассчитывается по величине урожая, умноженной на содержание в растительной продукции магния (табл.9). Ориентировочно для полевых севооборотов (50% зерновых, 40% однолетних и многолетних трав, 10% пропашных) с 10 т в пересчете на зерновые единицы продукции отчуждается из почвы 3-4 кг MgO .

Таблица 9. Среднее содержание магния в основных сельскохозяйственных культурах

Культура	кг MgO на 1т продукции	Культура	кг MgO на 1т продукции
Озимая рожь*	2,5	Кормовые корнеплоды (корни)	0,5
Озимая пшеница*	3,2	Люпин (зеленая масса)	0,7
Яровая пшеница*	3,2	Клевер красный (сено)	7,7
Яровой ячмень*	2,5	Люцерна	3,2
Овес*	3,0	Многолетние травы (сено)	5,0
Гречиха*	3,5	Однолетние травы (сено)	4,3
Горох*	4,0	Капуста	0,3
Лен-долгуец*	6,7	Луговые бобово-злаковые травы (сено)	4,2
Сахарная свекла (корни)	0,5	Луговые злаковые травы (сено)	2,0
Картофель (клубни)	0,7		

*зерно и солома

На примере земледелия в Московской области расчет баланса магния свидетельствует о том, что за короткий промежуток времени – 12 лет резкое уменьшение применения известковых и органических удобрений изменило слабо положительный баланс магния на резко отрицательный (таблица 10).

За 2 года почвы Московской области теряют более 1,0 мг MgO на 100 г почвы. При таком балансе почвы со средним уровнем обеспеченности обменным магнием (для песчаных почв 80-120 мг MgO на 1 кг почвы) перейдут в категорию с низким уровнем обеспеченности этим питательным элементом (40-80 мг MgO на 1 кг почвы) через 4 - 6 лет. Компенсация потерь магния за счет его мобилизации на

песчаных почвах ничтожно мала. При очень низком содержании обменного магния в почве (менее 40 мг MgO на 1 кг почвы) за этот период запас подвижных соединений этого питательного элемента в почве может быть полностью исчерпан, он перейдет в первый минимум и без внесения магниевых удобрений земледелие станет невозможным.

Таблица 10. Баланс магния (MgO) в почвах Московской области в 1986 и 1999 годах

Статьи баланса	1986		1999	
	тыс.т	кг/га	тыс.т	кг/га
Приход				
Известковые удобрения	130,6		61,2	
Органические удобрения	19,2		8,7	
Магнийсодержащие удобрения	0,2		-	
Всего	150,0	89,8	69,9	41,8
Расход				
Вымывание	88,0		79,2	
Вынос урожаями	43,8		21,7	
Всего	131,8	78,9	100,9	60,4
Баланс	+18,2	+10,9	-31,0	-18,6

В настоящее время вследствие резкого снижения применения известковых удобрений баланс магния в почвах Московской области отрицательный.

Прогноз содержания магния в почве

Прогноз изменения содержания обменного магния в почве производится по формуле:

$$Y = a - b \cdot x$$

где y - содержание магния в почве на прогнозируемый период мг/кг; a - исходное содержание магния мг в почве, мг/кг; b - среднегодовые потери элемента мг из почвы, мг/кг; x - прогнозируемый период, лет.

Расчет потребности в магнийсодержащих удобрениях производится с учетом следующих градаций почв по содержанию обменного магния.

Таблица 11. Градация дерново-подзолистых почв по содержанию обменного магния

Уровень обеспеченности	Песчаные и супесчаные		Суглинистые и тяжелосуглинистые	
	мг MgO на 1 кг почвы	мэкв MgO на 100 г почвы	мг MgO на 1 кг почвы	мэкв MgO на 100 г почвы
Очень низкий	менее 40	менее 0,2	менее 80	менее 0,4
Низкий	41-80	0,2-0,4	81-120	0,4-0,6
Средний	81-120	0,4-0,6	121-160	0,6-0,8
Повышенный	121-160	0,6-0,8	161-200	0,8-1,0
Высокий	161-200	0,8-1,0	201-240	1,0-1,2
Очень высокий	более 200	более	более 240	более 1,2

Рекомендации по безопасному хранению, перевозке и применению «Серпенактива»

«Серпенактив» транспортируют железнодорожным, автомобильным и морским транспортом в соответствии с правилами перевозки агрохимикатов, действующими на транспорте данного вида. Транспортировка продукта железнодорожным транспортом осуществляется повагонными отправками, контейнеры с продуктом допускается транспортировать в полувагонах, на железнодорожных платформах. «Серпенактив» в соответствии с приведенным составом химически не опасен. При обращении требует меры предосторожности как с обычным химическим веществом. Согласно представленной технической документации производство агрохимиката, его транспортировка, хранение и применение осуществляется согласно СП 2.2.2.1327-03, СанПиН 1.2.1330-03, СанПиН 1.2.1077-01, СП 1.2.1170-02.

«Серпенактив» в упаковке хранят на специально предназначенных для хранения сухих закрытых хорошо вентилируемых складах, вдали от пищевых продуктов и кормов, детей и домашних животных, при температуре воздуха от -5°C до $+50^{\circ}\text{C}$, в соответствии с СанПиН 1.2.1077-01 и СП 2.2.2.1327-03. Склад должен обеспечивать защиту продукта от воздействия увлажнения, загрязнения и механического повреждения упаковки. Допускается хранение продукта в контейнерах на площадках с твердым покрытием, оборудованных навесом.

