

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ имени Д.Н.ПРЯНИШНИКОВА  
(ФГБНУ «ВНИИ Агрохимии»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по применению агрохимиката  
Минеральное удобрение «Серпомаг» производства  
ЗАО «Литосфера» в качестве химического мелиоранта и  
магниевого удобрения в сельскохозяйственном производстве  
Российской Федерации

462354, Оренбургская область, г. Новотроицк, ул. Орская д.6  
тел.: +7(3537)67-93-49 e-mail: litos1992@yandex.ru

462240, Оренбургская область, г. Кувандык, пр-т Мира, дом 1  
zaohimzavod@yandex.ru

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
(МСХ РФ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
(ФАНО РОССИИ)**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени  
Д.Н.Прянишникова»  
(ФГБНУ «ВНИИ Агрохимии»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Департамента  
растениеводства, химизации и защиты  
растений Министерства сельского  
хозяйства Российской Федерации,  
академик РАН



Чекмарёв П.А.  
2014 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ФГБНУ ВНИИА  
им. Д.Н.Прянишникова  
академик РАН

Сычёв В.Г.



2014 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**по применению агрохимиката**

**«Минеральное удобрение Серпомаг» производства ЗАО «Литосфера»  
в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения  
в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации**

## УДК 631.452

Методические рекомендации по применению минерального удобрения Серпомаг производства ЗАО «Литосфера» в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации».

Авторы: Зам. директора ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ФГБНУ «ВНИИ Агрохимии»), член-корр. РАН *Байбеков Р.Ф.*, зав. лаб. химической мелиорации ВНИИА, доктор с.-х. наук, профессор *Шильников И.А.*, гл. науч. сотр. ВНИИА, доктор биол. наук, профессор *Аканова Н.И.*, зам. директора по развитию ЗАО «Литосфера» *Скубаков О.Н.*

- М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИА: 2015, - 42 с.

ISBN 978-5-9238-0189-7

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н.Н. ДУБЕНОК  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г.Е.ГРИШИН

Методические рекомендации разработаны для наиболее рационального, эффективного и экологически безопасного применения минерального удобрения Серпомаг в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в зоне дерново-подзолистых, торфяно-болотных, серых лесных почв, выщелоченных и оподзоленных черноземов с избыточной кислотностью или недостаточной обеспеченностью магнием. Представлен анализ состояния, динамики кислотности и магниевого режима почв.

Приведены химический и гранулометрический составы агрохимиката, основные факторы его влияния на свойства почв, урожайность и качество растительной продукции, наиболее эффективные технологические и экологически обоснованные приемы использования. Указаны методы расчета доз агрохимиката и особенности его периодического применения в севооборотах.

Методические рекомендации разработаны на основе результатов многолетних исследований и предназначены для практиков и землепользователей различных форм собственности, предприятий, производящих минеральные удобрения, работников агрохимической службы РФ, научно-исследовательских и проектно-технологических учреждений, органов управления и службы сервиса АПК, специалистов, занимающихся вопросами охраны почв.

Методические рекомендации утверждены Ученым советом ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (Протокол № 10 от 27 ноября 2014 г.)

УДК 631.452

ISBN 978-5-9238-0189-7

©ФГБНУ ВНИИ агрохимии  
им. Д.Н.Прянишникова, 2015 г.

## Содержание

Стр.

1. Введение
2. Условия и признаки магниевой недостаточности у основных сельскохозяйственных культур
3. Содержание магния в почвах и необходимость применения магниесодержащих удобрений
4. Техническая характеристика Серпомага
5. Влияние магния на сельскохозяйственные культуры
6. Удобрение магнием сельскохозяйственных культур
  - 6.1. Озимых зерновых культур
  - 6.2. Яровых зерновых культур
  - 6.3. Зернобобовых культур
  - 6.4. Картофеля
  - 6.5. Овощных культур
  - 6.6. Кормовых культур
  - 6.7. Лугов и пастбищ
  - 6.8. Плодово-ягодных культур
7. Применение Серпомага в качестве химического мелиоранта
8. Дозы и способы внесения Серпомага в качестве магниевого удобрения
9. Расчет баланса магния в почве
10. Прогноз содержания магния в почве
11. Рекомендации по безопасному хранению, перевозке и применению Серпомага

*Список используемой литературы*

## 1. ВВЕДЕНИЕ



При решении проблем продовольственной безопасности страны применение магниевых удобрений является таким же важнейшим мероприятием, как внесение азотных, фосфорных и калийных. Магний является питательным макроэлементом для растений, выполняющим функции не только повышения

урожая сельскохозяйственных культур, но и улучшения 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.

На многих почвах магний находится в связанном, недоступном для растений состоянии. Избыток бора, калия, натрия задерживают поступление магния в растение. В зависимости от типа почв, гранулометрического и минералогического состава, адсорбционных свойств и других факторов, общее содержание магния в почвах неодинаково и колеблется от 0,09 до 1,83%. Самое низкое содержание его наблюдается в песчаных подзолистых почвах и самое высокое - в карбонатных, причем обменный магний составляет всего лишь 5 – 10% его валовых запасов.

На почвах с промывным режимом увлажнения, фильтрующиеся атмосферные осадки вымывают ежегодно в среднем от 20 до 60 кг/га окиси магния. Урожай 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 запасы этого элемента в почве пополнять и вносить магниевое удобрение под чувствительные культуры к дефициту этого элемента питания. Поэтому применение *серномага* в качестве магниевого удобрения чрезвычайно актуально.

Одним из основных источников для производства магнийсодержащих удобрений являются природные соединения данного элемента. Из природной агроруд

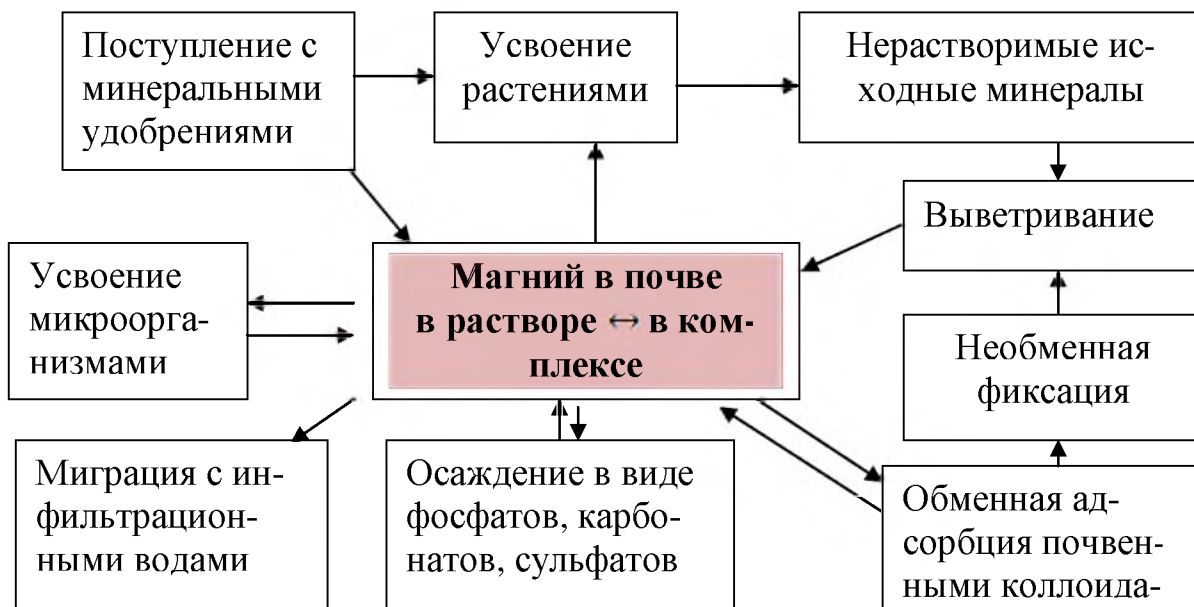


ды серпентинита производят удобрение *Серномаг*. Серпентин - это группа близких по составу и строению минералов - силикатов магния, образующих горную породу  $Mg_6[(OH)_8Si_4O_{10}]$ .

Магний является также действующим веществом некоторых простых и сложных магниевых и магниесодержащих удобрений, содержится в органических и известковых

удобрениях. Удобрение *Серномаг* применяется для известкования кислых почв, внесения в почву весной перед посевом и для некорневых подкормок.

**Схема трансформации магния в почве**



## 2. УСЛОВИЯ И ПРИЗНАКИ МАГНИЕВОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Причинами магниевого 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) 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  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$ .
  4. Применение калийных удобрений в дозах более 140-180 кг/га д.в. вызывает антагонизм между ионами  $\text{K}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$ .
  5. Значительное возрастание потерь почвенного магния с вымыванием из корнеобитаемого слоя инфильтрационными водами при высоких уровнях применения азотных и калийных удобрений.
  6. Магниева недостаточность в питании растений вызывает нарушение усвоения ими азота, калия, натрия и кальция, что отрицательно отражается на величине и качестве урожая. Внешне дефицит магния проявляется появлением светлых пятен (до жёлто-коричневых) отмирающих тканей (рис.1). Располагаются они на старых листьях между жилками, внешне это может выглядеть как «мраморность» листьев. При сильном дефиците - листья опадают, при среднем - у листьев сохраняется наружная зелёная кайма. Рост побегов ослаблен.
  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	«	То же	30-60
Овес	«	То же	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	Мраморность и полосчатость листьев. Листья желто-зеленые, скручиваются внутрь. Созревание хлебов задерживается на 10-12 дней.
Горох и другие зернобобовые	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	Растения становятся приземистыми, междоузлия укорачиваются, листья темно-зеленые, куполообразные, между жилками и к краям – мелкие коричневые пятнышки, придающие листу бронзовый оттенок, их края и жилки некоторое время остаются зелеными (межжилковый хлороз), становятся ломкими, затем покрываются бурными пятнами, засыхают, опадают. Окраска напоминает "елочку". 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.
Свекла	Фаза 6-8 листьев	Симптомы проявляются в фазе 6 – 8 листьев. Вначале происходит осветление окраски нижних листьев по краям между зелеными жилками. Начиная с верхней части пластинки, затем в этих местах появляются желтоватые пятна, переходящие в коричневые. При остром голодании пятна сливаются, листья становятся морщинистыми, черешки - ломкими. Уменьшается содержание щавелевокислого кальция в листьях и корнях. Уменьшается содержание сахара в корнях.
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.
Томат	Бутонизация — плодообразование	Листья закручиваются вверх, окраска, начиная с нижних, бледно-зеленая, позднее - желтоватая с коричневыми пятнами. Жилки листьев зеленые, листья ломкие, опадают преждевременно. На нижних листьях развиваются типичные признаки хлороза, которые затем охватывают верхние листья. Черешки становятся сочными и ломкими. Покраснение плодов замедляется, они опадают. На кислых почвах нижние стороны листа сначала становятся фиолетовыми, затем появляются коричневые пятна.
Огурец	Цветение и в период интенсивного плодообразования	Листья сочные, желтеют, около жилок ярко-зеленые, становятся сочными и ломкими, затем отмирающие ткани приобретают бурую окраску с ясно выраженным хлорозом. Плоды мелкие. Жилки листа и прилегающие ткани ярко-зеленые. Листья опадают, а признаки появляются на верхних ярусах. Образуются мелкие плоды.
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. Жилки становятся желтоватыми и кремовыми.

		Ткани у жилок – зеленые. При сильном голодании окраска переходит в красно-фиолетовую с чередованием зеленой у крупных жилок — «мраморность» листа. На кислых почвах между жилками красно-фиолетовая окраска, листья морщинистые, сочные, ломкие. На краях коричневые пятна.
Капуста цветная	Цветение	Симптомы появляются в период образования головок. Признаки те же, что и у белокочанной капусты.
Лук репчатый	В период вегетации	Около вершин листьев – неправильной формы пятна, почти белые. Окраска в дальнейшем исчезает, лист надламывается и погибает.
Яблоня	В период вегетации	На нижних листьях появляются типичные признаки хлороза. Около основания ростовых побегов текущего года между жилками появляются светло-зеленые или серо-зеленые пятна. Преждевременный листопад начинается с нижней части растения. Плоды мелкие, невкусные, плохо созревают. Недостаток магния приводит к появлению рисунка на листьях, схожего с мозаичной болезнью растений. Симптомы дефицита магния особенно ярко проявляются на легких кислых почвах. Непрерывные внесения калийных удобрений в таком случае только усиливает нехватку магния. Дефицит магния приводит к снижению зимостойкости и вымерзанию растений.
Вишня	Тоже	Хлороз начинается с середины листа между жилками. Симптомы проявляются во время созревания ягод. Отмершие ткани образуют пятна бурого-коричневого цвета, и листья раньше времени опадают. В начале созревания ягод может усыхать гребень и плодоножки.
Малина	В период вегетации	Проявляется на нижних листьях: обесцвечивание каждого листа между жилками начинается с парного верхнего листочка, затем распространяется к основанию листа. При сильном голодании хлорозные ткани отмирают
Черная смородина	Тоже	Симптомы проявляются во время созревания ягод. Хлороз начинается в середине листа между жилками. Середина старых листьев становится пурпурно-красной. Жилки и края - зеленые.



**Рис.1. Симптомы острого дефицита магния на растениях подсолнечника**

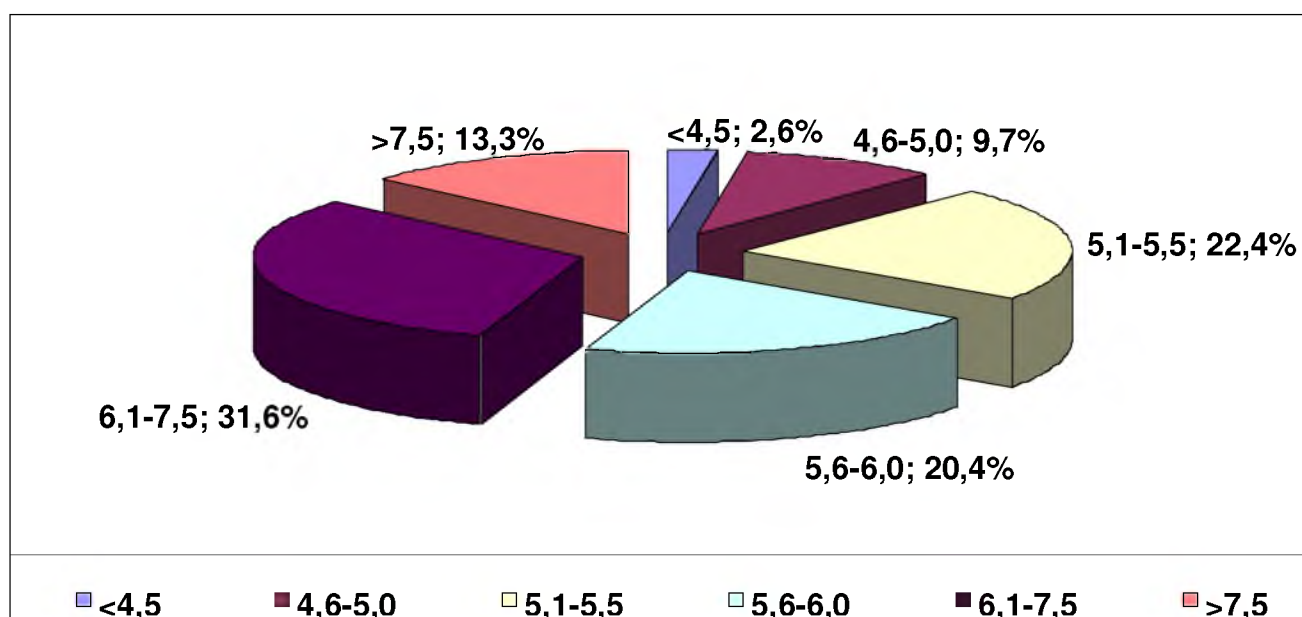
Магний необходим не только растениям с зеленым пигментом, но и бесхлорофильным организмам. У плесневелых грибов магний отвечает за спорообразование, специфическую роль играет данный элемент и в процессе молочнокислого брожения. Не исключено участие магния в ферментативных процессах.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ МАГНИЯ В ПОЧВАХ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ**

Для питания растений наибольшее значение имеет водорастворимая и обменно-поглощенная форма магния. Наиболее нуждающимися и менее обеспеченными магнием являются дерново-подзолистые и торфяно-болотные (особенно верховые и переходные торфяники) почвы легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные). Поэтому на этих почвах магниевые удобрения должны вноситься в первую очередь. Черноземы наиболее богаты магнием. Красноземы влажных субтропиков нередко страдают от недостатка магния. В большинстве подобных почв содержание легкоподвижного Mg составляет менее 10–12 мг на 100 г почвы, которое является критической величиной для выращивания культурных растений.

В почвенном поглощающем комплексе, где наибольшее содержание приходится на ионы кальция, магний стоит на втором месте. Анализ мониторинга пахотных угодий согласно грациям по степени кислотности показывает, что за последний цикл агрохимического обследований по состоянию на 01.01.2013 года в Российской Федерации кислые почвы, требующие первоочередного известкования, занимают 34,6%, из которых 2,6% - сильнокислые. Почвы с наиболее благоприятным уровнем реакции среды – близким к нейтральному (pH 5,6-6,0), распространены на площади занимающей 20,4% от общей обследованной площади паш-

ни. Почвы, характеризующиеся нейтральной реакцией (рН 6,1-7,5) занимают 31,6%. Определены площади почв с рН выше 7,5 –13,3% (рис. 2).



**Рис. 2. Распределение площадей пашни по показателям кислотности почв в целом по Российской Федерации (% от общей обследованной площади пашни)**

**Почвы:**

- 1 – очень сильнокислые, рН <4,5 (свыше 2,5%);
- 2 - средней кислотности, рН 4,5-5,5 (32,1%);
- 3 - слабокислые и близкие к нейтральным, рН <5,5 – 6,0 (20,4%);
- 4 – нейтральные и слабощелочные, рН <6,0-7,5 (31,6%).

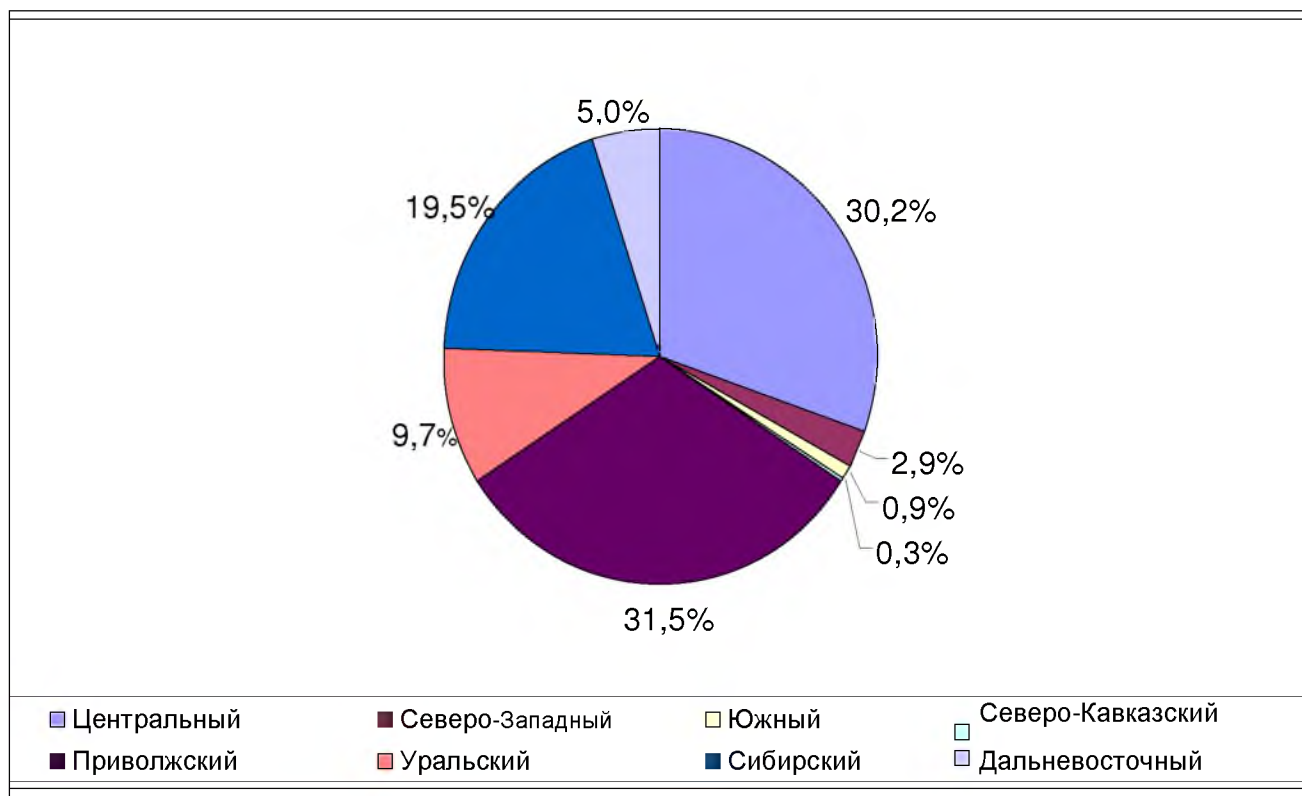
Динамика кислотности пахотных почв Российской Федерации приведена в таблице 3.

**Табл. 3.- Динамика кислотности пахотных почв Российской Федерации по годам, %**

Почвы по степени кислотности	1970 г.	1990 г.	2000 г.	2004 г.	2013 г.
Сильнокислые	7,3	3,7	2,8	2,4	2,5
Среднекислые	11,4	10,1	9,0	8,9	9,7
Слабокислые	17,7	17,9	20,1	21,0	22,4
Нейтральные	63,6	68,3	68,1	68,0	52,0

Из общей доли кислых почв, наибольшая относится к Приволжскому Федеральному Округу – 31,5% и Центральному – 30,2%, доля таких почв в Сибирском ФО также велика и составляет 19,5%, в Уральском ФО в 2 раза меньше – 9,7%,

Дальневосточном - 5,0%, Северо-Западном ФО– 2,9% и Южном ФО и Северо-Кавказском – 0,9 и 0,3% соответственно (рис. 3).



**Рис. 3. Доля площадей кислых почв, выявленных в Федеральных Округах от общей площади кислых почв в Российской Федерации (в % от общей выявленной площади кислых почв РФ), 2013 г.**

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. 4).

**Таблица 4. Градация дерново-подзолистых почв по содержанию обменного магния**

Уровень обеспеченности	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
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 5. Как правило, на почвах с более высоким содержанием обменного магния эффективность минеральных удобрений повышается на 15-25%.

**Таблица 5. - 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

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. По содержанию в растениях магний занимает четвертое место после калия, азота и кальция. В травах содержание магния должно быть не менее 0,2% MgO, а соотношение K:(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. Нару-

шение 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) магниесодержащие удобрения.

Усваивается магний через внекорневые подкормки, которые проводят малыми дозировками несколько раз до исправления состояния растения. Эффективность магниевых удобрений и в том числе Серпомага 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.

#### **4. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРПОМАГА**

Серпомаг - 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 СЕРПОМАГА**

- Физическое строение: мелкодисперсный порошок.
- Запах отсутствует.
- Растворимость в воде: не растворим.
- Размягчение отсутствует.
- Давление испарения: нет.
- Температура вспышки: нет

По химическим свойствам Серпомаг должен соответствовать техническим условиям ТУ-2189-001-23860774-2012. Химический состав Серпомага приведен в таблице 6.

### Состав и размерность:

Серпентинит до 90% -  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Магнезит до 10 % -  $\text{MgCO}_3$ ;

Макро и микроэлементы — остальное. Содержание АДВ – 80%.

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

### Содержание токсичных и опасных веществ:

Содержание опасных и токсичных веществ выше установленных СанПиН 42-128-4433-87 или ГН 2.1.7.22041-06, ГН 2.1.7.2042-06 для почв сельскохозяйственного назначения (допустимая категория почв, песчаные и супесчаные почвы) (мг/кг): мышьяк 0,29, ртуть <0,01, свинец 3,3, кадмий <0,01, в данном агрохимикате не превышает допустимых значений;

**Таблица 6. Химический состав Серномага**  
(% на абс. сухую навеску)

Наименование показателя	Формула	Норма в пересчете на сухое вещество
Оксид натрия	$\text{Na}_2\text{O}$	0,016
Оксид магния	$\text{MgO}$	37,85
Оксид кремния	$\text{SiO}_2$	37,85
Оксид алюминия	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,53
Оксид калия	$\text{K}_2\text{O}$	0,009
Оксид кальция	$\text{CaO}$	0,46
Оксид титана	$\text{TiO}_2$	0,009
Оксид марганца общ.	$\text{MnO}$	0,09
Железо общ.	Fe общ.	5,08
Потери при прокаливании (при 100°C)	-	13,4
Влага гигроскопическая	$\text{H}_2\text{O}$	1,67

По содержанию природных и техногенных радионуклидов агрохимикат соответствует нормам радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ-99/2009); класс по радиационной опасности -1; удельная активность техногенных радионуклидов (Cs-137, Sr-90) ниже предела обнаружения и классифицируется как их отсутствие в агрохимикате.

## 5. 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 удо-



брений, значительно увеличивается потребность растений в магнии и отзывчивость их на магнийсодержащие удобрения может проявиться на почвах со средней и более высокой обеспеченностью обменным магнием. Магний входит в состав хлорофилла и непосредственно участвует в фотосинтезе. В семенах масличных растений (подсолнечник, хлопок, рапс), а также кукурузы, клевера, льна и фасоли содержание MgO составляет 7-20%.

При высоких урожаях картофеля, кормой свеклы и капусты вынос MgO может достигать 70-80 кг MgO, урожаем зерновых культур выносятся 10-15 кг MgO. Наибольшее количество элемента потребляют картофель, сахарная и кормовая свекла, капуста, табак, зернобобовые и бобовые культуры. Со средним урожаем сельскохозяйственных культур ежегодно выносятся с одного гектара более 10 кг MgO и около 15 кг теряется вследствие вымывания из почвы. Следовательно, ежегодно потери его с 1 га пашни составляют при среднем урожае - около 25 кг/га, при высоком ~ 50-60 ц/га з.е. 45-60 кг/га, что приведёт к уменьшению содержания элемента на 2 мг/100 г почвы в год.

Для восполнения потерь магния, поддержания его положительного баланса, обеспечивающего потребности сельскохозяйственных культур, повышение их урожайности, ежегодно необходимо, чтобы в почву поступало по 30-40 кг/га действующего вещества для зерновых и 60-70 кг MgO для картофеля, кукурузы, корнеплодов и капусты (табл. 7).

**Таблица 7.- 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

В Сахалинском НИИСХ проведены полевые опыты с серпентинитом, как местным магнийсодержащим удобрением. Было установлено его положительное

действие, как на низком, так и на высоком агротехническом фоне, что, в конечном счете, способствовало увеличению урожая и улучшению его качества. Прибавка урожая зеленой массы однолетних трав составила 37,5 ц/га, увеличение сбора сухой массы и кормовых единиц -соответственно на 7,2 и 6,2 ц/га. Применение серпентинита обусловило существенное снижение накопления нитратов в рапсе в 2-3 раза и увеличение содержания магния (MgO до 0,93 мг-экв.), хотя минимум содержания нитратов выявлен в условиях совместного использования известняковой муки и серпентинита.

Положительный длительный эффект (более 4 лет), как химического мелиоранта, был получен на среднекислой почве (рН = 4,5) при внесении 750 кг/га серпентинита, более значительное снижение кислотности выявлено в условиях применения смеси известняковой муки с серпентинитом (по 0,5 -1,0 г.к.). Использование серпентинита позволяет существенно улучшить плодородие почвы, получить сельхозпродукцию более высокого качества, снизить и стабилизировать реакцию почвенной среды.

Эффективным было применение серпентинита в условиях закрытого грунта и при локальном внесении. В условиях Ростовской области применение магниевого удобрения позволило повысить продуктивность сельскохозяйственных культур на 10-17% и получить прибавку урожая (ц/га): озимой пшеницы на 1,7-2,5, зерна кукурузы 2,7-8,5, подсолнечника 2,9-3,7, наибольшие показатели получены на фоне внекорневой подкормки магниевым удобрением дозой 80 кг/га.

Полученные результаты дают основание утверждать, что серпентинит может быть эффективен не только при недостатке магния в почвах, но и сам по себе способен давать внушительные прибавки урожая, повышать качество выращиваемой продукции.

Исследования на культуре яблони, показали, что под влиянием «серпентинита» повышалась завязываемость, снижалась осыпаемость плодов, увеличивалась их средняя масса на 13- 25% в зависимости от дозы удобрения, и в конечном счете урожайность деревьев в среднем на 30%.

Вегетационные опыты, проведенные на Долгопрудной агрохимической опытной станции, показали равноценность в действии на урожай сельскохозяйственных культур сернокислого магния и серпентинита (табл. 8).

**Таблица 8. - Действие серпентинита на урожай сельскохозяйственных культур (по М.М. Мазаевой)**

Культура	NPK	NPK + MgSO <sub>4</sub>	NPK + серпентинит
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

Серпентинит, так же как и серноокислый магний, существенно не отличались по положительному влиянию на увеличение содержания магния в растениях (табл. 9).

**Таблица 9. - 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 <sub>4</sub>	0,46	0,53
NPK + серпентинит	0,51	0,54

В опытах с картофелем локальное внесение «серпентинита» способствовало повышению выживаемости растений на 4-7%, увеличению высоты растений на 8-10 см, формированию клубней более крупных фракций. Применение удобрения на фоне навоза (40 т/га) обеспечило повышение урожайности на 20,2-26,2% и увеличению содержания сухого вещества в клубнях картофеля на 0,1-0,9%, крахмала – на 0,1-0,8%.

Следовательно, серпентинит является высокоэффективной формой магниевого удобрения.

## **6. УДОБРЕНИЕ МАГНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Магний активно участвует в метаболизме фосфора, т.е. увеличение количества магния вызывает увеличение поступления фосфора в растения и даже было

установлено, что удобрение фосфором не имело соответствующей ответной реакции при дефиците магния.

Недостаток (дефицит) магния провоцирует повышение у растений окислительного потенциала. Активность пероксидазы в листьях растений, страдающих дефицитом магния, превосходит таковую в листьях растений, обеспеченных этим элементом. Усиление окислительных процессов приводит к разрушению хлорофилла. Недостаток магния тормозит синтез хлорофилла, поэтому главный внешний признак данного процесса – пятнистый (межжилковый) хлороз листьев. Однако при общей схожести симптомов недостатка магния у разных видов растений имеются свои особенности. При содержании доступного магния ниже 1 мг/100 г почвы недобор урожая может составлять до 40-50%.

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

### **6.1. Озимые зерновые культуры**

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 серпентинит под вспашку зяби, а если это сделать не удалось, то - под предпосевную культивацию из расчета 80 кг/га MgO. Магниевые удобрения оказывают значительное влияние на структуру урожая зерновых культур - увеличивают долю зерна в общем урожае.

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 не менее 45-60 кг/га MgO в форме Серпомага под предпосевную культивацию. В исключительных случаях, когда по каким-либо причинам не провели основное внесение магнийсодержащих удобрений или появились признаки магниевого голодания у растений (рис.4). Возможно применение Серпомага при

ранневесенней подкормке озимых хлебов совместно с азотными удобрениями в дозе 40-45 кг/га MgO.



**Рис. 4. Проявление магниевого голодания на растениях пшеницы**  
(справа - общий вид растений; слева - листья пшеницы)

Магнийсодержащие удобрения, своевременно внесенные на посевах озимых зерновых культур, повышают выживаемость растений при перезимовке и устойчивость 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 биомассы озимых зерновых культур.

## **6.2. Яровые зерновые культуры**

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 Серпомаг 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 на гектар. Применение магния следует сочетать с внесением от 60 до 140 кг/га K<sub>2</sub>O. 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 эпсомитом в дозе 15-20 кг/га MgO, совместив его с опрыскиванием пестицидами в фазе кущения или выхода в трубку. Концентрация сульфата магния в рабочем растворе не должна превышать 2-3 %. Ячмень менее нуждается во внесении магниесодержащих удобрений на тяжелосуглинистых почвах, если размещается в севообороте после картофеля, под который было внесено 40-50 т/га навоза. Если же под картофель был внесен в качестве органического удобрения торф или торфо-навозный 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 Серпомага в дозе 80 кг/га MgO.

### **6.3. Зернобобовые культуры**

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 известкованных почвах в качестве предшественников озимых зерновых может вызвать потребность в применении магниесодержащих удобрений для повышения урожая и обогащения зеленой массы магнием, особенно при внесении «в запас» высоких доз фосфорных и калийных удобрений. В этих случаях целесообразно внести под предпосевную обработку почвы Серпомаг 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.

В противном случае у растений картофеля наблюдаются симптомы острого дефицита магния (рис. 5).

### **6.4. Картофель**

Картофель относится к культурам, наиболее отзывчивым на применение магниесодержащих 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, возникает для полноценного питания картофеля необходимость наличия в почве достаточного количества подвижного магния (150-200 мг MgO на 1 кг почвы).



**Рис. 5. Растения картофеля с симптомами острого дефицита магния (межилковый хлороз и некроз тканей листьев)**

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 Серпомаг в дозе 150-200 кг/га MgO под зяблевую вспашку или перепахку зяби, в крайнем случае под предпосевную культивацию.

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 Серпомаг 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.

## 6.5. Овощные культуры

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. Серпомаг следует вносить под овощные культуры при возможно максимальном перемешивании с пахотным слоем почвы в дозах 150-200 кг/га MgO.

Признаки дефицита магния на растениях капусты, томата и огурца показаны на рис. 6-7.



**Рис. 6. Признаки дефицита магния на растениях капусты**

На культуре томата подкормки серпентинитом оказывали положительное влияние на сроки начала формирования плодов и ускоряли их созревание на 2-4 дня, при этом увеличивалась как урожайность (на 14,5%), так и средняя масса плодов (на 1,7-2,9 г). Исследование биохимического состава показало, что при использовании серпентинита повышалось содержание сахаров в плодах томата.

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

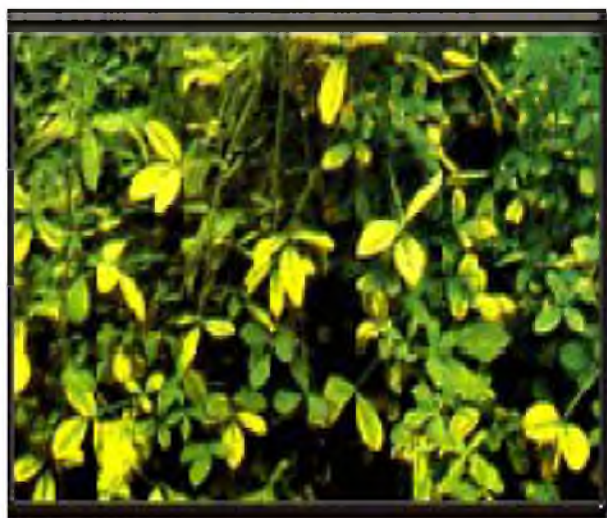




*Рис. 7. Признаки дефицита магния на растениях томата и огурца (вверху - растения томата; внизу - растения огурца)*

### **6.6. Кормовые культуры**

Среди кормовых культур наиболее требовательна к магнию кормовая свекла и бобовые травы (клевер, вика, люпин, лядвенец рогатый). Кормовая свекла при урожае 800 ц/га корнеплодов выносит до 60 кг/га MgO, клевер при урожае сена 50-60 ц/га - 30-35 кг MgO, люпин при урожае 170 ц/га зеленой массы - около 20-25 кг MgO с 1 га. Признаки дефицита магния на кормовых культурах показаны на рисунке 8.



Кормовая свекла

Люцерна

*Рис. 8. Признаки дефицита магния на кормовых культурах*

Если под покровную культуру, например, ячмень при посеве многолетних трав был внесен Серпомаг, 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 Серпомага 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 Mg в корме).

Магниевые удобрения необходимо применять также на посевах семенников многолетних бобовых трав в дозе до 80-100 кг/га MgO при основном внесении Серпомага. По данным ВНИИ Агрохимии 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 бормагниевых удобрений 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 «серпомаг» в дозе 45-60 кг/га MgO.



*Рис. 9. Признаки дефицита магния на растениях кукурузы*

Признаки дефицита магния на растениях кукурузы показаны на рисунке 9.

## 6.7. Луга и пастбища

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 K<sub>2</sub>O 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 Серпомагом 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.

## 6.8. Плодово-ягодные культуры

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, черешня, крыжовник, малина, смородина и клубника часто страдают от недостатка магния в почве. Между жилками появляются пятна белого или бледно-желтого цвета, при этом крупные жилки и прилегающие к ним участки листа остаются зелеными (рис. 10-11). Кончики листьев и края загибаются, в результате чего листья куполообразно выгибаются, края листьев морщятся и постепенно отмирают. Признаки недостатка появляются и распространяются от нижних листьев к верхним. По краям листьев появляются красные полосы. 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.



**Рис. 10. Признаки дефицита магния на растениях смородины и клубники**  
(слева - листья смородины; справа - листья клубники)

Перед закладкой сада и ягодных плантаций почву необходимо известковать доломитовой или известняковой мукой в смеси с серпомагом не менее, чем по 0,75 гидrolитической кислотности, и при наступлении стадии плодоношения установить регулярный контроль над состоянием магниевоего питания растений. По мере необходимости нужно вносить в междурядья серпомаг с одновременной глубокой его заделкой (как можно ближе к корням). Целесообразно комбинировать корневую подкормку с некорневой. Некорневую подкормку производят опрыскиванием деревьев и кустарников (20 г на 10 л воды) 1-2%-ным водным раствором магнийсодержащих удобрений, в т.ч. эпсомит, сернокислый магний не менее 3-4 раза за вегетацию с интервалом 10 дней. Опрыскивать лучше всего в сухую погоду вечером. Для ускорения действия магнийсодержащих удобрений растворы эпсомита или калимагнезии можно вносить методом шприцевания в почву - в зону расположения корней в дозе 30-40 кг/га MgO.

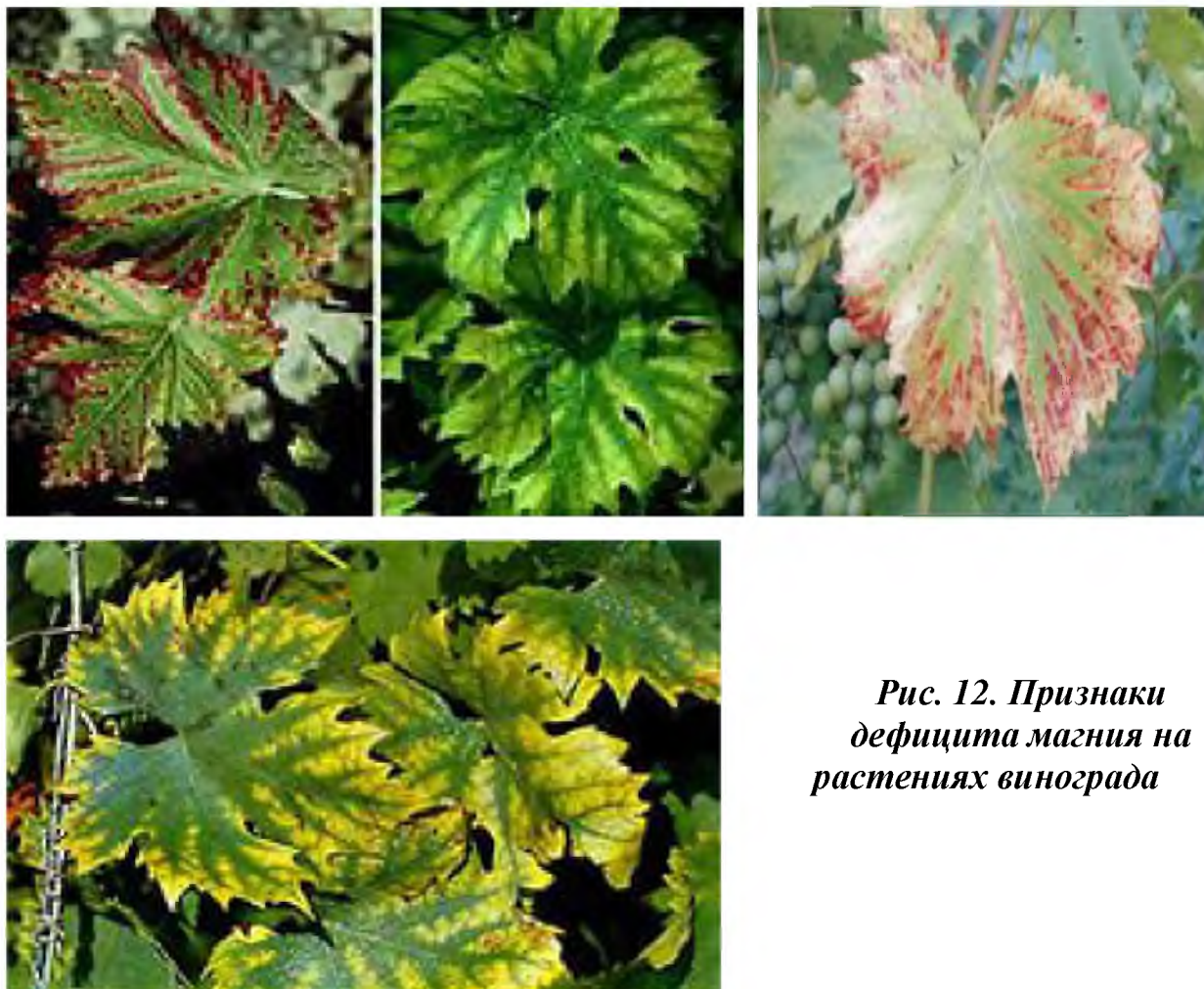


**Рис. 11. -Признаки дефицита магния на черешне и яблоне**  
(справа - лист яблони; слева - лист черешни)

Применение в Армении на виноградниках серпентинита (состав в %: MgO 35,5-36,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,2-11,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,2-0,4; CaO 2,2-3,5; SiO<sub>2</sub> 40,3) локально в качестве магниевое удобрения позволило получить дополнительно с каждого гектара по 23,7-24,9 ц винограда, при этом не снизились его показатели качества.

Применение серпентинита способствовало сокращению сроков созревания плодов и положительно повлияло на здоровье растений. Установлено, что вина из винограда, собранного с участков, где применяли серпентинит, при дегустации получили лучшие оценки. Это особенно сказалось на красных винах, где содержание красящих веществ было больше на 30-60 мг/л.

Подсчитано, что с 1 га виноградников с урожаем ежегодно выносятся из почвы 40-60 кг MgO. На эродированных почвах эта цифра увеличивается до 85-230 кг/га. Поэтому возникает необходимость восполнять потери магния в почвах виноградников путем его внесения.



*Рис. 12. Признаки дефицита магния на растениях винограда*

Следует особо отметить, что продуктивность цитрусовых насаждений (мандарин), размещенных на почвах бывших чайных плантаций, во многом определяется уровнем обеспеченности растений калием, магнием и кальцием и соотноше-

нием этих элементов в почве, которое зависит от уровня кислотности почв. Оптимальным считается соотношение  $\text{CaO} : \text{MgO} = 8,5$ ;  $\text{MgO} : \text{K}_2\text{O} = 1$  и  $\text{CaO} : \text{K}_2\text{O} = 12$ .

Недостаток магния значительно понижает морозостойкость и засухоустойчивость цитрусовых растений. Низкое содержание магния вредно сказывается на цитрусовом дереве: появляется сильный хлороз, преждевременный листопад, повышенная чувствительность к повреждению морозом, суховершинность, слабый рост корней, понижение урожайности и ухудшение качества плодов. Внешние признаки недостатка магния проявляются позже, чем наступает магниевое голодание. Появляются они, когда растения сильно голодают, поэтому позднее внесение магния мало эффективно и урожай не достигает нормального уровня.

## **7. ПРИМЕНЕНИЕ СЕРПОМАГА В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА**

Использование Серпомага (агроруды серпентинита) позволяет улучшить плодородие почвы, получить растениеводческую продукцию высокого качества, а также снизить почвенную кислотность и стабилизировать реакцию среды на оптимальном уровне. Применение Серпомага в качестве химического мелиоранта 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 следует проводить карбонатной или силикатной формой известкового материала, состоящего в основном в виде кальция (известняковая мука, известковый туф, гаж, мел, дефекат, некоторые виды зол и металлургических шлаков).

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

Серпомаг (агроруда серпентинит) вполне применим в условиях защищенного грунта и при малообъемном применении на небольших площадях, особенно при локальном внесении.

При рекомендуемых и максимальных дозах удобрение Серпомаг не образует опасных метаболитов в объектах окружающей среды и не загрязняет почву тяжелыми металлами, так как состоит из природного сырья. Применение Серпомага улучшает водно-воздушные свойства почв, снижает содержание токсичного для растений алюминия, подавляет вредные микроорганизмы, предотвращает вымы-

вание гумуса из пахотного слоя почвы, уменьшает поражение растений различными болезнями, повышает эффективность использования минеральных удобрений.

Серпомаг целесообразно использовать для улучшения агрохимических свойств чисто кальциевых форм известковых удобрений (мел, дефека́т и др.). Добавление в их состав Серпомага оптимизирует соотношение кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе, что особенно важно для почв легкого гранулометрического состава с избыточной кислотностью. Например, на 1 т дефека́та целесообразно добавлять 180-250 кг Серпомага, внося его на поверхность участков с этим известковым материалом. Перемешивание обоих компонентов производится с применением тяжелой дисковой бороны. Готовая смесь сгребается в бурты и затем вносится на поля.

## **8. ДОЗЫ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ «СЕРПОМАГА» 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 серпомага следует учитывать содержание MgO и влаги. Расчет дозы серпомага в физической массе следует вести по формуле:

$$Д = \frac{100^2 * Н}{(100 - В) \cdot П}$$

где:

Д - доза Серпомага в физической массе, т/га;

Н - доза MgO, т/га;

В - 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 трех 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 (CaCO<sub>3</sub>) 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  $MgCO_3$  составляло около 10% от содержания в них  $CaCO_3$ .

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.

## 9. 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 следует учитывать 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  $Mg$  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, (калимагнезия 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 «Серпомаг», содержащий до 38%  $MgO$ .



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

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

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 11).

**Таблица 10.- Среднее содержание магния в основных сельскохозяйственных культурах**

Культура	кг MgO на 1т продукции	Культура	кг MgO на 1т продукции
Озимая рожь*	2,5-2,7	Кормовые корнеплоды (корни)	0,5
Озимая пшеница*	3,3-3,8	Люпин (зеленая масса)	0,7
Яровая пшеница*	3,2	Люпин (зерно)	14,7
Яровой ячмень*	2,5-3,8	Клевер красный (сено)	4,5-7,7
Овес*	3,0	Люцерна	3,2
Гречиха*	3,5	Многолетн. травы (сено)	5,0
Горох*	4,0	Однолетние травы (сено)	4,3
Лен-долгунец*	6,7	Капуста	0,3
Сахарная свекла (корни)	0,5-3,0	Луговые бобово-злаковые травы (сено)	4,2
Картофель (клубни)	0,7-1,0	Луговые злаковые травы (сено)	2,0

\*Зерно и солома

**Таблица 11.- Баланс магния (MgO) в почвах Московской области**

Статьи баланса	1986 г.		1999 г.	
	тыс.т	кг/га	тыс.т	кг/га
<b>Приход</b>				
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
<b>Расход</b>				
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

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.

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

### **10. 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 в почве, мг/кг;

$b$  - среднегодовые потери элемента из почвы, мг/кг;

$x$  - прогнозируемый период, лет.

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

**Таблица 12.- Градация дерново-подзолистых почв по содержанию обменного магния**

Уровень обеспеченности	Песчаные и супесчаные почвы		Суглинистые и тяжелосуглинистые почвы	
	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

## **11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОМУ ХРАНЕНИЮ, ПЕРЕВОЗКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ СЕРПОМАГА**

Серпомаг 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. По согласованию с потребителем транспортировка может осуществляться открытым транспортом с покрытием полиэтиленовыми или другими влагонепроницаемыми материалами, позволяющими избежать распыления мелких фракций и защищающих от попадания атмосферных осадков. Серпомаг 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 1.2.2584-10 «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов».

СЕРПОМАГ упаковывают в мешки из полипропиленовой ткани и мешки биг-бэги массой нетто 50 и 1000 кг соответственно. Разрешается отпускать удобрение

в другую тару заказчика, возможна перевозка навалом. Серпомаг 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  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , в соответствии с СанПиН 1.2.1170-02 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.

Технология применения - методы механического разбрасывания с последующей заделкой и равномерным перемешиванием с пахотным слоем почвы. Технологический процесс состоит из основных видов работ: погрузка в автотранспорт, транспортировка автотранспортом до объекта и выгрузка на поле или в разбрасыватель, рассев по полю. Равномерное распределение Серпомага по поверхности поля достигается при механическом расसेве его МШХ-9, МХС-10, РУ-7000, РУП-10, РУП-14, РУМ-8, МХА-7, КСА-3, РМГ-4. Для ЛПХ ручной инвентарь. Выбор технологической схемы по применению Серпомага зависит индивидуально от времени года, набора машин и агрегатов, культуры.

Минеральное удобрение Серпомаг производит ЗАО «Литосфера». Юридический адрес: 462356, Россия, Оренбургская область, г. Новотроицк, ул. Орская, д. б, телефон/факс +7 (3537) 67-93-49, e-mail: litos1992@yandex.ru.

### Список используемой литературы

1. *Аканова Н. И.* Агроэкологическая и энергетическая эффективность сочетания известкования с минеральными удобрениями. Автореф. доктор. дисс.. М.-2001.- 42 с.
2. *Альшевский Н.Г.* Магний и бор, как факторы повышения эффективности известкования дерново-подзолистых почв Полесья. Киев, 1976.-39 с.
3. *Альшевский Н.Г.* Влияние известкования, магния и бора на урожай и качество клевера красного // Агрехимия. 1986. №б. С. 84-91.
4. *Аристархов А.Н.* Эколого-агрехимическое обоснование оптимизации питания растений и комплексного применения макро- и микроудобрений в агроэкосистемах. Автореф. дисс...докт. биол. наук. М. 2000.- 41 с.
5. *Архипов Н. А, Ельчанинов Е.А., Горбачев Д.Т.* Добыча и рациональное природопользование. М.: Недра, 1987. - 285 с.
6. *Бардышев М.А.* Минеральное питание картофеля. Минск: Наука и техника, 1984. - 192 с.

7. *Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С.* Практикум по растениеводству. М.: Колос, 1983. -352 с.
8. *Бзиава М.Л., Годзиашвили Г.С., Датуадзе О.В., Беридзе А.Е.* Методические указания по применению магнийсодержащих удобрений под чайные, цитрусовые и лавровые насаждения. М.: Колос,1973. 7 с.
9. *Годзиашвили Б.А.* Влияние магниевых удобрений на урожайность чайных и цитрусовых плантаций в условиях красноземных почв. Сб. статей к международному конгрессу по минеральным удобрениям. Тбилиси, 1976, с.159-167.
10. *Голованов А.И., Айдаров И.П., Григоров М.С. и др.* Мелиорация земель -М.: КолосС, 2011.- 824 с.
11. *Голованов А.И., Зимин Ф.М., Сметанин В.И.*- Рекультивация нарушенных земель, М.; КолосС, 2009.- 325 с.
12. *Галлиндашвили В.Н.* Комплексная переработка серпентинитов. Тбилиси: «Мецниереба», 1970. - с. 210.
13. *Датуадзе О.В.* Потребность в магии красноземных и субтропических подзолистых почв влажных субтропиков Грузинской ССР. В сб.: Магниевое питание растений в условиях влажных тропиков и субтропиков. М.: УДН, 1971, с.35-46.
14. *Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н.* Питание и удобрение овощных и плодовых культур. М.: Изд-во МСХА, 1998. -326 с.
15. *Дружилин Д.В.* Значение магния в удобрении и в почве для урожая растений // Новое в удобрении почвы Тр. НИУ. М, 1993. С. 14-17.
16. *Какабадзе В.М., Николайшвили З.Г., Мивениерадзе Н.Г.* Магний содержащие удобрения. // Докл. АН СССР. 1964. - 155, № 1. - с. 183-186.
17. *Каменева Е.Е., Лебедева Г.А., Соколов В.И., Фролов П.В.* Исследование вещественного состава и технологических свойств серпентинитов Карелии // Мат. годичного собрания Российского минералогического общ-ва «Современные методы минералого-геохимических исследований как основа выявления новых типов руд и технологии их комплексного освоения». СПб., 2006. С. 22-24.
18. *Коротков А.А., Ипполитова Л.Ф.* О выносе кальция и магния из дерново-подзолистых пахотных песчаных почв.// Труды Великолукского сельскохозяйственного института, 1972, вып. 22, с. 60-64.
19. *Кулаковская Т.Н., Детковская Л.П.* Баланс кальция и магния в пахотных землях Белоруссии.// Химия в сельском хозяйстве, – М., 1972, №12, с. 16-20.
20. *Кузьмич М.А.* Агроэкологическое обоснование применения нетрадиционных химических мелиорантов в земледелии России. Автореф. докт. дисс. – М., 2004, 46 с.
21. *Лабынцев А.В., Пасько С.В., Медведева В.И.* Влияние магниевое удобрения Агромаг на урожайность озимой пшеницы, кукурузы и подсолнечника Агронмия и сельское хозяйство. – 2013.- № 5.- С. 46-50.

22. *Магницкий К.П.* Магниеиые удобрения. М.: Колос, 1967. -200 с.
23. *Мазур Г.А., Симачинский В.Н.* Миграция кальция и магния в почвах Полесья УССР.// В кн. “Вопросы известкования кислых почв”. – Пермь, 1976, вып. 3, с. 119-127.
24. *Мазаева М.М.* Магниеиые и магниисодержащие удобрения сельскому хозяйству. М.: Знание, 1962.- 36 с.
25. *Мазаева М.М.* Известкование почв и потребность в магниевых удобрениях. Агрохимия, 1964, 5, с.64-72.
26. *Мазаева М.М.* О производстве магниевых и магниисодержащих удобрений // Журн. Всес. хим. общ-ва им. Д.И.Менделеева. -1974. Т.7, N5. - С.546-548.
27. *Майстер А. А.* Формирование баланса элементов питания в звене севооборота с сахарной свеклой на дерново-подзолистой почве. Автореф. дисс....канд. с.-х.н., Киев.-1984.- 23 с.
28. *Мустафа Маихур Исра* Изменение состава минеральной части выщелоченного чернозема при длительном применении удобрений в условиях Центрального Черноземного р-на РФ. Автореф. канд. дисс, С-Пб.-Пушкин- 2009.-22 с.
29. *Пинский Д. Л.* Ионообменное поглощение магния почвами /7 Агрохимия. 1990. №2. С.81-91.
30. *Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф.* Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. Рига, 1982. 202 с
31. *Симачинский В.Н.* Исследование миграции кальция и магния в дерново-подзолистой почве в зависимости от известкования и удобрения.//Автореф. канд. дисс., – Киев, 1976, 26 с.
32. *Смирнов В.Г.* Агротехнические аспекты технологии производства плодов яблони в связи с их лежкоспособностью. Автореферат канд. дисс, Воронеж.- 2002.- 23 с.
33. *Соколов В.И.* Физико–механические свойства серпентинитов и продуктов их обжига. // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2000, Карельский научный Центр РАН. С. 94 – 96.
34. *Ушачев И., Югай А.* Сельскохозяйственные угодья России: состояние, проблемы, пути решения. – “АПК: экономика, управление”, 2008, №10, с.12-18.
35. *Федотова Л.С.* Эффективность удобрений в интенсивном севообороте с картофелем.// Автореф. докт. дисс. – М., 2003, 51 с.
36. *Федотова Л.С., Зеленов Н.А.* Удобрение как фактор высокой продуктивности и качества картофеля. – М., 2007, 170 с.
37. *Филиппова Т.Е.* Агрохимические аспекты комплексной мелиорации агроландшафтов Нечерноземной зоны России. – Тверь, 2006, 281 с.
38. *Шильников И.А, Мельникова М.Н, Штиканс Ю.А, Богомолов В.А.* Потери кальция и магния из пахотных почв.// Химия в сельском хозяйстве, – М., 1977, № 6, с. 23-29.

39. Шильников И.А., Аканова Н.И., Баринов В.Н. Методика прогнозирования изменения кислотности почв и расчет баланса кальция и магния в земледелии Нечерноземной зоны. – М., 1998, 22 с.
40. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленев Н.А., Аканова Н.И., и др. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М., 2008, 338 с.
41. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. и др. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации. Монография. Изд-во ВНИИА, 2012, 351 с.
42. Шильников И.А., Гришин Г.Е., Аканова Н.И. и др. «Повышение конкурентной способности производства продукции растениеводства на основе химической мелиорации почв»//«Нива Поволжья», 2013.- №2 (27).-С. 72-78.
43. Allan E., Hepler P.K. Calmodulin and calcium - binding proteins//Biochem. Plants: Comprehensive treatise. San Diego etc. 1989. V. 15. P. 455-484.
44. Grrnnie H Importance of magnesium in apiculture // BASF agr. News. 1987. №3. S.7-8.
45. Goodman J.F. Decomposition of Magnesium Hydroxide in an Electron Microscope // Proc. Roy. Soc. 1958. - A.247. -P.346.
46. Edmeades D.C., Wheeler D.M., Crouchley G. Effects of lirarring on soil magnesium on some in New Zealand//Communie in Soil Sc. Plant Analysis. 1985. V.16. №7. P.727-739,
47. Einer Y., Schwartz S., Bar-AkivaA, Kplan Y. Soil and foliar application of magnesium confounds for the canted of magnesium deficiency in "Shamouti" orange trees // Hart Science. 1984. V.19. №5. P.651--653.
48. Khafagi W., Hady O., Maatouk M Hie effect of magnesium on the stability of soil structure /7 Ann. agr. Sc. 1984. V.29.M2. P. 1137-1148.
49. Mazur K, Mazur T., Mangaj M Calcium and sulphur requirements of greengzam cowpea and mustard grown in equence it Indian J. agr. 1984. V.54. №7. P.569-572.
50. Pfaff C. Ubder die Auswaschung von Calcium. Magnesium, Chorid und Sulfat aus dem Boden (Lysimeterveersuche). III. Mitt. Z. Acker- und Pflanzenbau. Bd. 117. Ht. 2. 1963, P. 117-128.
51. Schumaker K., Sre H. Calcium exposure required for full expression of injury in the calcium paradox//Biochem. and Biophys. Res. Communs.1986.V.126. № 2. P. 901.



**Научное издание**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**по применению минерального удобрения Серпомаг производства ЗАО «Литосфера» в качестве химического мелиоранта и магниевого удобрения в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации**

**Роман Федорович Байбеков**

**Игорь Александрович Шильников**

**Наталья Ивановна Аканова**

**Олег Николаевич Скубаков**