

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент растениеводства, механизации,
химизации и защиты растений**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
государственный центр агрохимической службы «Чувашский»**

АГРОХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ



пос. Опытный, 2019

Издание предназначено для руководителей и специалистов сельского хозяйства, студентов, тружеников коллективных, индивидуальных и личных подсобных хозяйств, огородников, садоводов

Составители: Коршунов А.П.

Лисицын С.В.

Потапов М.А.

Казанцев В.П.

Содержание

Агрохимические показатели плодородия почв Чувашской Республики	2
Известкование почв	5
Транспортировка и способы внесения известковых удобрений	11
Агротехнические требования к известкованию кислых почв	12
Особенности известкования почвы в зимний период	13
Организация работ по известкованию кислых почв	14
Влияние известкования на самоочищающуюся способность почв к разложению пестицидов	16
Использование кальцийсодержащих материалов в борьбе с болезнями овощных культур	16
Влияние известкования на снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию	17
Экологическая и природоохранная роль известкования	17
Фосфоритная мука	18
Рекомендуемые оптимальные уровни содержания подвижных форм фосфора в почвах	18
Состав и свойства фосфоритной муки	19
Технология применения фосфоритной муки в земледелии России	20
Методы определения доз фосфоритной муки	21
Использование калийных удобрений	21
Приложение 1	24
Приложение 2	25
Литература	26

Общая земельная площадь Чувашской Республики составляет 1834 тыс.га, из которых 30,5% площади покрыты лесами и кустарниками.

По природно-климатическим показателям территория республики поделена на три зоны:

- 1.северная
- 2.центральная
- 3.южная

Общая площадь с/х угодий республики составляет 934,8 тыс.га, из них пашня - 737,5 тыс.га.

Агрохимические показатели плодородия почв Чувашской Республики

Гумус

Химический анализ почвенных образцов показал, что в республике преобладают почвы с низким и со средним содержанием гумуса, их площадь составляет 577,1 тыс. га или 79,2% от общей площади пашни. Бедны гумусом почвы Марпосадского района, его содержание в пахотном слое составляет всего 2,32%. Почвы Яльчикского района характеризуются повышенным содержанием гумуса – более 7%. Среднее содержание гумуса в почвах республики составляет 4,38%, что соответствует средней группе обеспеченности .

Подвижный фосфор

Диапазон колебания содержания подвижного фосфора в почве пахотного слоя по республике составляет от 107 до 184 мг/кг, низким содержанием (менее 50 мг/кг почвы подвижного фосфора) характеризуется 35,5 тыс. га или 4,7% пашни. Особенно бедны фосфором почвы Шемуршинского района. Во многих районах обеспеченность почв фосфором близка к оптимальным параметрам (150 – 200 мг/кг). Среднее содержание подвижного фосфора в почвах республики составляет 151,8 мг/кг.

Обменный калий

425,3 тыс. га или 59,6% пашни республики содержат менее 120 мг/кг почвы обменного калия и нуждаются в повышенных дозах калийных удобрений. Ближе к оптимальным параметрам (более 160мг/кг) по содержанию обменного калия почвы Алатырского, Урмарского районов. Средневзвешенное значение обменного калия по республике составляет 121,2 мг/кг почвы.

Кислотность (рН)

189,1 тыс. га пашни республики по кислотности близки к нейтральным , 215,9 тыс. га - кислые и нуждаются в известковании, в том числе первоочередного известкования требуют 3 тыс. га сильнокислые и 28,4 тыс. га среднекислые почвы.

Средневзвешенное значение рН по республике существенно не изменилось и составляет 5,7 единиц.

Кислотность является важнейшим свойством почв, определяющим условия их плодородия.

Группировка почв в зависимости от рН солевой вытяжки

Номера групп	Степень кислотности	Величина рН в солевой (KCl) вытяжке
I	Очень сильнокислая	4,0 и ниже
II	Сильнокислая	4,1-4,5
III	Среднекислая	4,6-5,0
IV	Слабокислая	5,1-5,5
V	Близкая к нейтральной	5,6-6,0
VI	Нейтральная	6,1-7,0

Растения по-разному реагируют на кислотность почв. Нормальный рост развитие каждого вида растений происходит при определенных, наиболее благоприятных интервалах реакции среды.

По отношению к кислотности почв с/х культуры подразделяются на следующие группы.

1. Растения, наиболее чувствительные к кислотности и сильно отзываются на известкование: сахарная свекла, клевер красный, люцерна, лук, капуста белокочанная, чеснок, пшеница, ячмень; оптимальный рост и развитие – рН 6,2-7,0.

2. Растения, которые нуждаются в слабокислой и близкой к нейтральной реакции и хорошо отзываются на известкование: горох, кукуруза, огурцы, костер, вика, подсолнечник; оптимальный рост и развитие – рН 5,1-6,0.

3. Растения, переносящие умеренную кислотность и положительно отзываются на известкование высокими дозами извести: рожь, овес, гречиха, картофель, тимофеевка; оптимальный рост и развитие – рН 4,6-5,5.

4. Растения, которые легко переносят умеренную кислотность: лен, морковь, репа, редька, помидоры, петрушка.

5. Растения, малочувствительны к степени кислотности почв: люпин, щавель, сераделла.

Большинство растений развивается, как правило, в нейтральной или близкой к нейтральной реакции среды в почве. В таких условиях лучше развиваются многие полезные микроорганизмы. Реакция среды оказывает влияние на условия питания растений, подвижность макро- и микроэлементов, активность микрофлоры, физико-механические свойства почвы.

Известкование кислых почв повышает эффективность системы удобрения и продуктивность севооборота, снижает кислотность почвы, вредное действие подвижного алюминия и повышенной концентрации марганца.

Известь, уменьшая кислотность почвы, переводит в доступные для растений соединения азота, фосфора и калия. Кроме того, с нею вносится в почву питательные элементы – кальций и магний, которых может быть недостаточно для нормального развития растений.

Кислая реакция среды, повышенное содержание подвижных форм алюминия нередко наряду с низкими температурами становятся причиной гибели озимых зерновых культур и многолетних трав при перезимовке под покровом снега.

Внесение даже высоких доз извести не оказывает существенного влияния на содержание гумуса в почве, но значительно улучшает его качество. В органическом

веществе при этом снижается соотношение углерода и азота, увеличивается содержание наиболее ценных гуминовых кислот. При этом органические материалы быстро разлагаются, усиленно размножаются клубеньковые бактерии, и растения лучше снабжаются азотом.

На сильнокислых почвах подавляется процесс нитрификации, осуществляемой микроорганизмами. Клубеньковые бактерии, усваивающие атмосферный азот, живущие на корнях люцерны, козлятника, сои, гороха, вики, погибают при pH ниже 4, при pH 4,5 - 5 – проявляют слабую активность. Клубеньковые бактерии клевера способны выдерживать pH - 4,5, люпина – 4. Свободноживущие азотофиксаторы азотобактер и клостридиум активны и при pH – 5,0, но сине - зеленые бактерии (цианобактерии), являющиеся мощными азотофиксаторами на влажных перегнойных землях, предпочитают реакцию среды, близкую к нейтральной.

В кислых почвах ионы алюминия, находящиеся в их поглощающем комплексе, поступают в почвенный раствор, и их избыточное количество приводит к угнетению корней. К содержанию подвижного алюминия весьма чувствительны клевер луговой и гибридный, столовая, кормовая, сахарная свекла, рожь, озимая и яровая пшеница, тритикале, люцерна синяя, пестрогибридная и желтая, козлятник восточный, эспарцет песчаный. Наиболее устойчивы к нему овес, тимофеевка луговая, овсяница луговая, люпин многолетний и однолетний, кукуруза, конопля.

В кислых почвах наблюдается избыточное содержание растворимых солей марганца, они находятся в 7- валентной форме, которая при избыточной концентрации угнетает корневую систему озимых культур и многолетних трав, особенно люцерны. При этом в кормовых культурах может наблюдаться концентрация марганца более 30 - 50 мг на 1 кг сухой массы, что токсично для животных. Токсическое действие избыточного содержания марганца усиливается при высоком количестве почвенного алюминия. Особенно угнетаются от повышенного содержания марганца рожь, озимая пшеница, люцерна, клевер луговой.

В кислых почвах проявляется также токсичность железа, усиливается недостаток кальция и магния. В них содержится мало микроэлемента молибдена в формах, доступных растениям.

При повышенной кислотности почвы снижается прочность ее структуры, особенно к действию воды. Это приводит к ее слеживанию, формированию корки, снижению поступления кислорода к корневой системе. Во многом это зависит от недостаточного содержания в почве кальция и магния. На таких участках наблюдается кальциевое и магниевое голодание растений, так как на них снижается содержание обменных форм солей этих элементов питания.

Известкование почв, улучшая условия жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, способствует мобилизации труднодоступных форм азота, фосфора, многих микроэлементов, находящихся в почвенном поглощающем комплексе, гумификации растительных остатков и органических удобрений, активизирует деятельность азотофиксирующих микроорганизмов, ослабляет эрозионные процессы на склонах. В конечном итоге повышается накопление более мощной вегетативной массы растений и почвенного перегноя, что более характерно при применении повышенных норм удобрений.

Известкование почв

При выборе известкового удобрения следует учитывать, что используемый продукт должен иметь Свидетельство о Государственной регистрации и регистрационный номер в Государственном Каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению в сельском хозяйстве на территории Российской Федерации.

Таблица 1. Выписка из каталога

№	Наименование	Характеристика	Регистрант и изготовитель
9	Мука известняковая <i>№ гос. регистрации</i> 1957-10-212-404-0-0-0 <i>Дата окончания</i> <i>регистрации</i> - 27.06.2020	Известковый мелиорант, производимый путем измельчения карбонатных пород Яманчуринского участка Карлинского месторождения Чувашской Республики	Заявитель/Изготовитель - Канашское территориальное производственное управление ОАО «Чувашавтодор», 429330, Россия, Чувашская Республика, Канашский район, д. Хунавы, ул. Янтиковское шоссе, 4а, тел./факс (883533) 4-77-01
10	Мука известняковая <i>№ гос. регистрации</i> 1962-10-212-406-0-0-0 <i>Дата окончания</i> <i>регистрации</i> - 27.06.2020	Известковый мелиорант, производимый путем измельчения карбонатных пород Лысогорского месторождения Чувашской Республики	Заявитель/Изготовитель - Государственное унитарное предприятие Чувашской Республики «Яманчуринская сельхозхимия», 429393, Чувашская Республика, Яльчикский р-н, д. Яманчурино, тел. 37-2-35

Известкование почв проводится как пылевидными известковыми удобрениями промышленного производства, соответствующими ГОСТу 14050-93, марки А, выпускаемыми на предприятиях строительной индустрии, так и сыромолотой известняковой и доломитовой мукой.

Известно более 25 известковых удобрений, но наиболее применяемыми являются мука известняковая, мука доломитовая, гашеная известь, мергель.

Известняковая мука – продукт размола известняков, доломитов, мела и других пород, состоящих в основном из карбоната кальция и карбоната магния. Цвет – светло-серый или светло-желтый. Представляет собой пылящий порошок, не растворимый в воде, не гигроскопичный, но обладающий слеживаемостью. Транспортируется в мешках, навалом всеми видами транспорта или в специальном автотранспорте, снабженным закрытой емкостью.

Доломитовая мука – продукт рассева мучнистых доломитов, состоящий в основном из тех же веществ, что и известняковая мука. Это порошковидная масса, не растворимая в воде, негигроскопичная, однако при длительном хранении слеживается. Может транспортироваться открытым автотранспортом.

Гашеная известь, или пушенка, получается путем гашения жженой извести водой. Этот рассыпчатый порошок, содержащий до 75% окиси кальция, применяют в личных подсобных хозяйствах, в садах и огородах.

Пылевидные известковые удобрения обладают более высокой эффективностью по сравнению с мукой грубого помола.

Имеются различные классификации карбонатных пород (табл. 2,3).

Таблица 2. Классификация известково-доломитовых пород (по Т.И. Теодоровичу)

Породы	Содержание CaCO ₃ , %	Содержание CaMg(CO ₃) ₂ , %
Известняк	100-95	0-5
Известняк малодоломитовый	95-80	5-20
Известняк среднедоломитовый	80-65	20-35
Известняк сильнодоломитовый	65-50	35-50
Известняк сильноизвестковый	50-35	50-65
Известняк среднеизвестковый	35-20	65-80
Известняк малоизвестковый	20-5	80-95
Доломит	5	95-100

Таблица 3. Классификация мело-мергельных пород (по Бушинскому)

Породы	Содержание кальцита CaCO ₃ , %	Содержание глинистых минералов (кремний, алюминий, железо)
Мел чистый	95	5
Мел глинистый	90-95	5-10
Мергель мелоподобный	80-90	10-20
Мергель известковый	75-80	20-25
Мергель сильноглинистый	65-30	35-70
Глина известковая	5-3	70-95

По физико-химическим показателям известковые удобрения должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.

Таблица 4. Нормативные показатели известняковой и доломитовой муки.

Показатели	Нормы из пород прочностью		
	До 20.0 МПа	20.1-40.0 МПа	40.1-60.0 МПа
Суммарная массовая доля углекислого кальция и углекислого магния в пересчете на CaCO ₃ , %	не менее 80	не менее 80	не менее 80
Массовая доля влаги, %	не более 20	не более 15	не более 15
Гранулометрический состав, %, остаток на сите с размером ячеек:			
10 мм	5	отсутствует	отсутствует
5 мм	не более 20	не более 10	не более 10
3 мм	не более 25	не более 20	не более 15
Содержание АДВ (активнодействующего вещества), %	не менее 50	не менее 50	не менее 50
Массовая доля микроэлементов (цинк, медь, кобальт, марганец), мг/кг, не более	Zn – 55, Cu – 33, Co – 5, Mg – 1500		
Массовая доля примесей токсичных элементов, мг/кг, не более	Pb – 32, As – 2.0, Cd – 0.5, Hg – 2.1		
Совместное присутствие свинца+ртути, мг/кг, не более	20 + 1		
Удельная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	не более 370		
Удельная активность техногенных радионуклидов, относительных единиц, Cs – 137, Sr – 90	менее 1		

Необходимость известкования почв определяют значения кислотности почвенного раствора, биологические особенности возделываемых культур. При емкости поглощения 20-30 мг – экв на 100г почвы, наблюдающейся у глинистых и суглинистых почв республики, известкование становится необходимым для полевых севооборотов при pH ниже 5,5, для супесчаных, имеющих емкость поглощения менее 20 мг – экв, - при pH 5,2 и ниже. При этом учитывают и гидролитическую кислотность, которая не должна быть выше 6 мг – экв на 100г для тяжелых почв и 4 мг – экв – для легких, и степень насыщенности основания, которая свидетельствует о целесообразности известкования при значении ниже 75 % для черноземов и серых лесных почв и ниже 70% - для дерново-подзолистых.

С учетом возделываемых в республике сельскохозяйственных культур, оптимальные значения степени насыщенности основаниями для почв песчаных и супесчаных составляют 80%, легко и среднесуглинистых – 85%; тяжелосуглинистых и глинистых – 90%. (А.А. Андрианов, 1979).

Дозы действующего вещества извести устанавливают по формуле CaCO_3 , т/га = $N_r \times B$, где N_r – гидролитическая кислотность, мг – экв на 100г почвы, B – поправочный коэффициент на массу пахотного слоя, который для супесчаных почв при его глубине 20 см оставляет 1,0, 30 см – 1,5, среднесуглинистых соответственно 1,25 и 1,9, тяжелосуглинистых – 1,5 и 2,3, глинистых – 1,75 и 2,6.

Периодичность известкования в севооборотах определяется насыщенностью его минеральными удобрениями, главным образом, азотными, так как они обладают способностью подкислять почву, зависящей от норм их применения. На тяжелых почвах при внесении в среднем на 1 год до 100 кг/ д.в. на га азотных удобрений повторное известкование требуется через 8 - 10 лет, при 200 кг/га – через 6-8 лет, на легких почвах эти сроки сокращаются примерно вдвое.

После известкования черноземов должна достигнуть рН не менее 6,0, темно-серых лесных почв – 5,8, типично-серых лесных – 5,7, светло-серых лесных – 5,5, дерново-слабоподзолистых суглинистых – 5,5, супесчаных – 5,3, гидролитическая кислотность соответственно не более 3,0 , 2,8 , 2,7 , 2,5 , 2,0 и 1,8 мг - экв на 100 г.

На известкование очень хорошо отзываются сахарная, кормовая и столовая свекла, люцерна, вязель пестрый, козлятник, конопля, хорошо – клевер красный, горох, бобы, капуста, рапс, эспарцет, томаты, кабачки, кукуруза, пшеница, ячмень, кострец безостый, просо, вика, слабо – рожь, овес, гречиха, картофель, морковь, огурец, овсяница луговая, люцерна рогатый, тимофеевка луговая, редька, смородина красная, малина.

Известкование лугов на кислых почвах не только повышает их продуктивность, но и улучшает качество кормов. При этом возрастает количество белка и сырого протеина в траве и сене, увеличивается содержание кальция, магния и фосфора в продукции. Дозы извести на сенокосах и пастбищах устанавливают в зависимости от состава культур в севооборотах. На культурных пастбищах ее вносят при их закладке. Если луга распахивают, то дозы извести увеличивают.

Вынос кальция и магния с урожаем различных культур сильно отличается по растениям и их группам (табл. 5). Наибольшее значение выноса из почвы этих щелочноземельных металлов характерны для бобовых, гречихи, наименьшее – для клубнеплодов и корнеплодов, овощей.

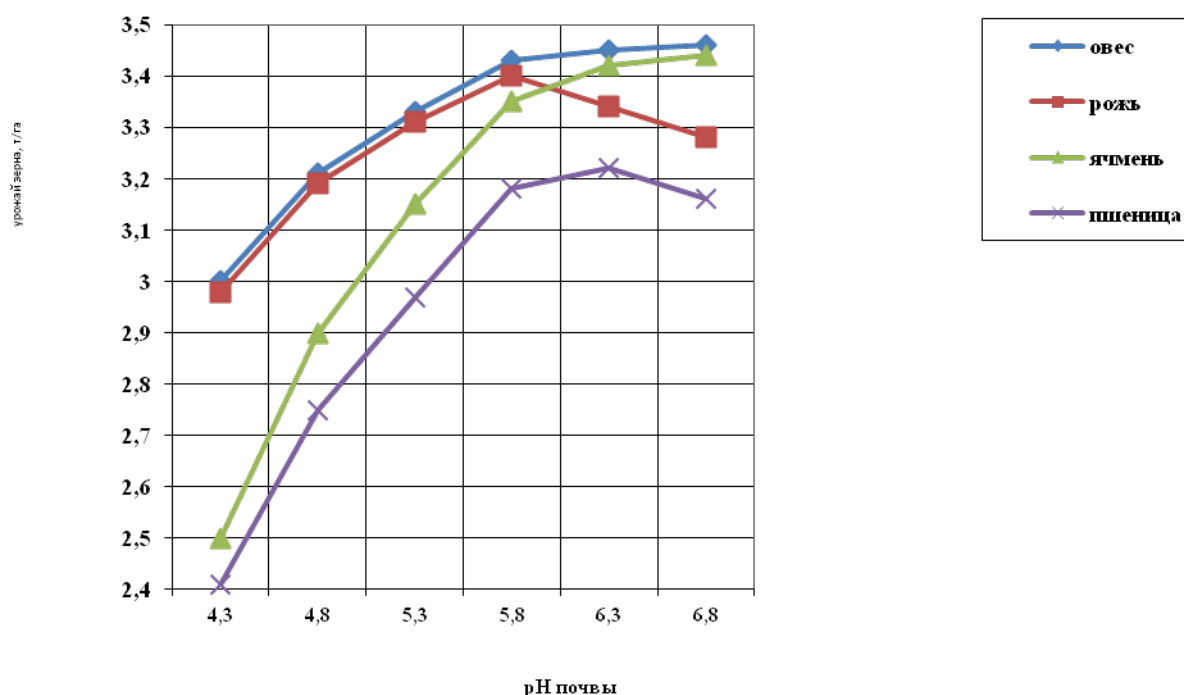
Известь улучшает агрохимические и агрофизические свойства почвы. Это выражается в снижении степени актуальной и потенциальной кислотности, увеличении емкости поглощательного комплекса, буферности почвенного раствора, общей и водопроходной структурности, доли коллоидных и пылевых фракций, степени насыщенности основаниями, содержания кальция и магния и др. Известь нейтрализует в почвенном растворе угольную, азотную и органические кислоты, в почвенном поглощающем комплексе снижает концентрацию ионов водорода. **Известкование улучшает условия жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в поддержании и повышении плодородия:** нитрификаторов,

азотофиксаторов, целлюлозоразлагающих бактерий и грибов, а также растворяющих органические фосфаты, калийсодержащие минералы.

Таблица 5. Средний вынос кальция и магния с урожаем в пересчете на CaCO_3 и MgCO_3 , кг на 1 т продукции

Культура	Продукция	CaCO_3	MgCO_3	Сумма карбонатов
Озимая рожь	зерно+солома	8,8	6,0	14,8
Озимая пшеница	–	6,3	6,5	12,8
Яровая пшеница	–	5,6	7,8	13,4
Ячмень	–	7,7	6,3	14,0
Овес	–	9,7	7,2	16,5
Гречиха	–	18,0	8,5	26,5
Горох	–	31,5	10,0	41,5
Сахарная свекла	корни	2,9	1,3	4,3
Картофель	клубни	0,5	1,5	2,0
Кормовая свекла	корни	0,5	1,0	1,5
Клевер луговой	сено	42,2	19,0	61,2
Люцерна	–	45,5	7,8	53,3
Кострец безостый	–	27,0	12,5	39,5
Однолетние травы	–	30,0	10,6	40,6
Капуста	кочаны+листья	1,3	0,8	2,1
Луговые бобово-злаковые травы	сено	17,1	10,2	27,3
Луговое разнотравье	сено	7,2	5,0	12,2

Зависимость урожайности зерновых культур от кислотности почв



Нормативные расходы CaCO_3 для сдвига pH приведены в таблице 6

Таблица 6. Нормативные расходы CaCO₃ для сдвига pH некоторых подтипов почв пашни Чувашии тяжелого механического состава

Дозы CaCO ₃ в долях Нг	Изменение pH от 1 т/га CaCO ₃ в почвах			Нормативы расхода CaCO ₃ для сдвига pH на 0.1 в почвах, т/га.		
	светло-серых лесных	типично-серых лесных	черноземах	светло-серых лесных	типично-серых лесных	черноземах
0,5	0,29	0,12	0,08	0,34	0,83	1,3
1,0	0,18	0,08	0,05	0,56	1,25	2,0
1,5	0,13	0,06	0,04	0,77	1,67	2,5
2,0	0,12	0,05	0,03	0,83	2,0	2,9
2,5	0,10	0,04	0,02	1,0	2,5	3,3

Известкование может повысить эффективность одних удобрений и снизить благоприятное влияние других. Это зависит от форм применяемых минеральных удобрений, кислотности почвы, ее гранулометрического состава, возделываемой культуры и микроландшафтных условий.

Систематическое применение большинства видов минеральных удобрений без известкования или внесения органических удобрений приводит к подкислению почвы. В связи с этим роль известкования повышается при применении повышенных норм минеральных удобрений. Среднегодовое поступление извести в почвы с оптимальной реакцией среды должно быть не менее среднегодового внесения азотных и калийных удобрений (в расчете на действующие вещества CaCO₃, N, K₂O).

Известковые материалы можно вносить на одно и то же поле одновременно с навозом, торфом или компостом, но до внесения минеральных удобрений. Не рекомендуется смешивать или компостировать известь с органическими удобрениями.

Большие нормы навоза, низинного торфа, компостов (80-150 т/га) в значительной мере ослабляют кислотность почвы, меньшие нормы (менее 50 т/га) не могут ни в коей мере подменять собой известкование.

Аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевины, хлористый аммоний подкисляют почву. Для нейтрализации подкисляющего действия 1 т таких удобрений необходимо применять от 0,4 до 1,4 т извести (табл.7). Известкование усиливает положительное действие аммиачной селитры и сульфата аммония, особенно на кислых почвах.

Таблица 7. Дозы CaCO₃ для нейтрализации азотных удобрений

Туки	Потребность химически чистой извести на 1 т туков, т
Хлористый аммоний	1,4
Сульфат аммония	1,2
Аммиачная селитра (нитрат аммония)	0,75
Аммиак водный	0,4
Аммиак безводный	1,5
Мочевина (карбамид)	0,8

Не допускается смешивание фосмуки с известью или проведение известкования одновременно с внесением этого тука. Эти удобрения вносят в различные сроки: сначала фосфоритную муку, затем известь. Таким образом достигается послынное их внесение. Лучше, если промежуток времени между внесением фосмуки (фосфоритованием) и известкованием будет значительным. Это

способствует лучшему поглощению фосфора почвенным поглощающим комплексом, предотвращению перехода этого элемента в менее доступные растениям формы, особенно при реакции среды, близкой к нейтральной или слабокислой. **При внесении фосмуки осенью, известкование допустимо весной или летом следующего года. При послойном внесении фосмуку заделывают под вспашку, проводимую на нормальную глубину (20 см), известь – под предпосевное рыхление.**

Известкование почв оказывает воздействие не только на доступность макроэлементов растениям, но и на поступление микроэлементов в их корни. Повышенные дозы извести понижают доступность бора, марганца, кобальта, а доступность молибдена возрастет. В связи с этим учитывают необходимость отдельных микроудобрений на произвесткованных участках.

Рекомендуемые дозы известковых удобрений можно вносить одноразово или в два приёма. При внесении полной дозы за один приём достигается более быстрая и полная нейтрализация кислотности пахотного слоя почвы и обеспечивается получение более высоких прибавок урожаев большинства сельскохозяйственных культур. Внесение полных доз известковых удобрений особенно важно на сильно кислых почвах, а также при углублении пахотного слоя слабо окультуренных дерново-подзолистых почв.

Если отсутствует возможность внести на поле сразу полную дозу извести, то известкование этого поля рекомендуется провести в два приёма. Вместо полной дозы рекомендуется применять половинную, с тем, чтобы внести известь на вдвое большую площадь. В этом случае прибавка урожая с гектара получится на 20- 30% меньше, однако общая прибавка со всей удобренной площади в первые годы будет выше, чем от применения полной дозы. При этом надо помнить, что во второй ротации севооборота необходимо внести оставшуюся часть известковых удобрений, поскольку эффективность от известкования половинными дозами в этом случае резко снизится.

Известковую муку можно вносить как осенью, так и весной, а также в чистом пару. Ее немедленно заделывают так, чтобы достигнуть равномерного перемешивания с пахотным слоем.

Под наиболее отзывчивые на известкование культуры – свекла, горох, кормовые бобы, яровая и озимая пшеница, тритикале, люцерна, козлятник, эспарцет, вязель, чеснок, фасоль – известь вносят непосредственно под них осенью или весной с заделкой в почву равномерно во всем пахотном слое. Под кукурузу также желательно вносить известковые удобрения под основную или предпосевную обработку почвы, но более желательны магниевые удобрения: доломитовая мука, доломитизированный известняк, размолотый мергель.

Картофель при непосредственном соприкосновении клубней с нерастворенной известью может заболеть паршой обыкновенной, поэтому известкование проводят за 2 - 3 года вперед до того, как займут участок или поле этой культурой. За это время известь растворится в почве, ее частицы войдут в поглощающий комплекс, и непосредственного соприкосновения частиц нерастворенной извести с клубнями не происходит. Такого же эффекта можно добиться, если известковое удобрение вносить под зяблевую вспашку, проводимую отвальными плугами с предплужниками или угольниками, обеспечивающими заделку стерни и извести под определенную глубину (не менее 15 см). Тогда весной

при подготовке поля под посадку картофеля не происходит выворачивание известкового слоя в верхнюю часть пахотного слоя, где формируются клубни. **На приусадебных участках внесённую осенью или весной известь аккуратно заделывают на глубину 15-20 см в ходе перекопки лопатами.** При применении магнийсодержащих материалов опасность заражения клубней паршой снижается.

При возделывании многолетних бобовых трав, известь лучше вносить под покровную или предшествующую культуры. Клевер хорошо отзывается на удобрения, содержащие магний.

Действие полных доз извести проявляется на средне – и тяжёлосуглинистых почвах в течение 10-15 лет, на почвах лёгкого механического состава - до 8-10 лет. Действие половинных доз известковых удобрений составляет до 5-7 лет. При систематическом внесении физиологически кислых минеральных удобрений (аммиачная селитра, сульфат аммония и др.) и возрастающих, при этом, потерь кальция (и магния) из почвы, требуется проведение поддерживающего известкования в дозах не менее 600 -1000 кг/га CaCO₃ в год.

Известковые удобрения, как полные дозы, так и половинные, заделывают в почву с осени под вспашку или весной под перепахку. На очень кислых почвах при внесении высоких доз извести перед вспашкой необходима поверхностная обработка почвы.

Существует опасность снижения эффективности известкования, если при вспашке поля известь будет запахана на большую глубину. А при поверхностной обработке почвы в последующем необходима перепахка с целью более равномерного перемешивания извести с почвой пахотного слоя.

Дозы в 1/4 - 1/5 от полной дозы, т.е. по 500 - 1000 кг/га CaCO₃ недостаточны для эффективного снижения кислотности в пахотном слое почвы. Однако, они создают благоприятные условия для роста растений, повышают урожай только той культуры под которую вносят известь. Этот приём пригоден для внесения в рядки при посеве и в лунки при высадке рассады. Поэтому внесение извести малыми дозами следует рассматривать в качестве дополнительной меры для повышения урожаев, когда нет возможности применить полную дозу.

Для внесения в почву известковых удобрений рекомендуется использовать машины, как с центробежными, так и с пневматическими разбрасывателями. Основное требование, чтобы распределение известковых удобрений по поверхности почвы было равномерным. Избежать неравномерность распределения извести по поверхности почвы можно при использовании навигаторов, тщательно размечая прогоны, чтобы добиться должного перекрытия полос.

Транспортировка и способы внесения известковых удобрений

Транспортировку пылевидных известковых удобрений и на расстояние до 90 км рекомендуется проводить в машинах МТП-Ю, МТП-ІЗ, промышленных автоцементовозах и большегрузном автомобильном транспорте, оборудованном полами.

Пылевидные известковые удобрения рекомендуется вносить на поверхность почвы машинами типа РУМ-Іб, МЭС-200, МХА-7, ЭСВМ-7 и т.д.

Для внесения слабо пылящих известковых удобрений и гипсосодержащих

материалов рекомендуется применять разбрасыватели центробежного типа: тракторные IPMG-4, MBY-5, MBY-6, MBY-8, MBY-12 и автомобильные КСА-3, МХА-7. Внесение слабо пылящих удобрений проводят по прямоточной и перевалочной технологиям.

Прямоточная технология применяется при известковании полей, расположенных вблизи склада или местного карьера. По этой технологии удобрения загружают в разбрасыватели, которые их и вносят в почву. Для этого целесообразно использовать автомобильные (КСА-3, МХА-7) и тракторные разбрасыватели высокой грузоподъемности (МВУ-8 МВУ-12), которыми можно обрабатывать поля удаленные от складов (карьеров) до 25 км.

Перевалочная технология внесения удобрений осуществляется по схеме: склад (карьер) - транспортное средство - поле - разбрасыватель. Известковые материалы перевозят самосвальными транспортными средствами и выгружают в бурты у мест внесения, грузят в разбрасыватели и вносят в почву.

Для доставки извести от складов (карьеров) до мест внесения на расстоянии 70-100 км рекомендуется использовать самосвальные автопоезда: ЗИЛ-ММЗ-554М+ГКБ-819, КАМАЗ-55102+ГКБ-8527 и МАЗ-5549+ГКБ- 8527.

Тракторно-транспортные агрегаты на перевозке извести рекомендуется использовать на грунтовых дорогах, а также если их грузоподъемность выше самосвалов. Доставка удобрений трактором К- 701 с двумя прицепами ОЗТП-8573 (14,5 т) + ОЗТП-8572 (13 т) и трактором К-700 с двумя прицепами ОЗТП-8573 (14,5 т) + ММЗ-7686 (12 т) на расстояние до 25 км экономичнее, чем автомобилями.

Агротехнические требования к известкованию кислых почв

Известкование рекомендуется осуществлять в строгом соответствии с проектно-сметной документацией.

Работы по внесению мелиорантов при соблюдении регламента работ рекомендуется проводить круглый год.

Известковые удобрения рекомендуется вносить исправными агрегатами, отрегулированными на внесение заданной дозы и допустимой равномерности их рассева, с работоспособными механизмами и устройствами для выполнения и контроля технологических регулировок, распределяющих рабочих органов и дозирующих устройств.

Движение разбрасывателей осуществляется преимущественно вдоль длинной стороны участка. При внесении пылевидных материалов в ветреную погоду направление движения разбрасывателей должно быть перпендикулярно направлению ветра.

Метеорологические условия, регламентирующие сроки проведения работ:

- скорость ветра при внесении пылевидных материалов меньше **5 м/сек**, слабо пылящих материалов - меньше **7 м/сек**;

- температура воздуха при внесении несмерзающихся (пылевидных) мелиорантов пневморазбрасывателями не ниже **-28⁰С**, при внесении сыромолотых мелиорантов - не ниже **0⁰С**;

- отсутствие обильных атмосферных осадков;

- отсутствие ледяной корки, снежного наста.

При нарушении регламента, хотя бы одного из перечисленных факторов, работы по известкованию почв прекращают, так как при этом качество внесения известковых удобрений оказывается ниже допустимого.

При рассеве пылевидных известковых удобрений допускается отклонение в рабочей полосе с неравномерностью до $\pm 25\%$, слабо пылящих материалов - до $\pm 20\%$. Отклонение фактически вносимой дозы мелиоранта от заданной не должно превышать $\pm 100/0$.

Произвесткованное поле (участок) не должно содержать огрехов, остатков известковых удобрений на местах перегрузки и перевалки.

Оптимальным способом заделки известковых удобрений на пахотных угодьях является фрезерование, дискование или культивация с последующей перепашкой.

Особенности известкования почвы в зимний период

Зимнее внесение извести по влиянию на урожай не уступает весеннему, летнему и осеннему.

Известковые материалы (известняковая, доломитовая мука и т.д.) практически нерастворимы в воде, что исключает их потери с талыми водами, а удельный вес, равный приблизительно $1,7 \text{ г/см}^3$, способствует постепенному их проникновению в толщу снежного покрова и верхний почвенный слой.

При соблюдении рекомендаций, технологии применения и правильной организации зимнего известкования, отпадает необходимость в продолжительном хранении извести на складе или в буртах на полях. Что обеспечивает снижение потерь и стоимость работ.

Зимой не следует вносить известь при влажности материала более 7% и скорости ветра более 5 м/сек. На склонах крутизной более 3 градусов, а также при высоте снежного покрова, достигающей на момент внесения 30 см, возможен частичный смыв извести весенним поверхностным стоком. Во время оттепели и распутицы работа не допускается. Известь, внесенная на поле зимой или рано весной, дает эффект уже с года ее применения, а использованная летом и осенью - только в последующие годы. На участках, затапливаемых весной, – заливных поймах – зимнее внесение извести нецелесообразно. Зимой удобно работать на участках осенней зяби, на посевах многолетних трав, по стерне. Нельзя вносить известь по снежному покрову на посевах озимых зерновых, так как образование твердой снежной или ледяной корки может стать причиной гибели растений вследствие удушения или вымерзания.

В зимних условиях целесообразно вносить известь на отдаленных полях с уклоном $<5^\circ$, к которым подъезд в другое время года затруднен: на переувлажненных весной и осенью участках, занятых в летнее время полевыми культурами, на естественных угодьях. При весеннем бороновании на этих полях проводится первичная заделка извести в почву. Высевающий аппарат центробежных разбрасывателей должен находиться не менее 30 см над поверхностью снежного покрова, чтобы обеспечить необходимую ширину полосы разбрасывания извести.

- Категорически запрещается проводить известкование при скорости

ветра более 5 м/сек.

- При необходимости внесения дозы извести большей, чем позволяет техническая характеристика машин, работы следует проводить в два следа.

Организация работ по известкованию кислых почв

Для проведения ежегодного известкования кислых почв Федеральные государственные бюджетные учреждения государственной агрохимической службы Минсельхоза России направляют в органы управления АПК субъектов РФ информацию о наличии площадей на которых рекомендуется в последующие 3-5 лет проведение работ по раскислению почв, для планирования финансирования работ.

Поля и площади на которых планируется проводить известкование, указываются в заявке, которая утверждается руководителем хозяйства и является основанием для выполнения работ по разработке проектно-сметной документации.

Федеральные государственные бюджетные учреждения государственной агрохимической службы Минсельхоза России осуществляют: сбор исходной информации и планирование работ по типу сельскохозяйственных земель, на которых рекомендовано проведение известкования; проведение почвенно-агрохимических изысканий с использованием космоснимков (агрохимический мониторинг за состоянием кислотности и другими показателями плодородия почв); составление проектно-сметной документации и подготовку электронных карт полей; проведение авторского надзора за исполнением проектно-сметной документации с аналитическим контролем изменения показателей плодородия почв.

Сельскохозяйственные товаропроизводители, имеющие специальную технику и транспортные средства для доставки и внесения известковых материалов, иные специализированные подразделения АПК, основным видом деятельности которых, является проведение агрохимических работ осуществляют: приобретение известковых удобрений, доставку от карьера до склада, от склада до поля и их внесение.

В сумму затрат на проведение работ по известкованию рекомендуется вводить стоимость извести, стоимость услуг по доставке известковых материалов до поля и их внесение в почву, а также стоимость работ по подготовке проектно сметной документации и проведению авторского надзора.

Проектно-сметная документация включает в себя:

- сметно-финансовый расчет на весь объем работ по известкованию в целом по хозяйству и на отдельные поля и участки, схематические планы полей, участков, электронные оцифрованные границы полей по космическим снимкам и пояснительную записку;

- сметно-финансовый расчет также отражает потребность в известковых материалах, денежных средствах на каждое поле, в целом по хозяйству и затратах на 1 гектар;

- смета является основным документом при выполнении работ по известкованию кислых почв. Дозы известняковой (доломитовой) муки для каждого поля (участка) определяются по имеющимся расчетным нормативам. Проектно-сметная документация составляется в 4-х экземплярах.

Проектная документация согласуется с сельскохозяйственной организацией и исполнителем работ, а утверждается органом управления АПК. Утвержденная проектно-сметная документация передается: исполнителю оригинал, заказчику (сельхозпредприятию) и органу управления АПК муниципального района - копия. Авторский экземпляр хранится у разработчика ПСД. **Срок действия проектно-сметной документации на работы по известкованию - один год.** По истечении этого срока нереализованная проектно-сметная документация может быть пересчитана с учетом изменения цен и переутверждена в установленном порядке.

Работы по доставке и внесению химических удобрений в почву выполняются сельскохозяйственными товаропроизводителями, имеющих специальную технику и транспортные средства для доставки и внесения известковых удобрений, или иными специализированными подразделениями АПК, основным видом деятельности которых является проведение агрохимических работ.

Учреждение (организация), разрабатывающее проектно-сметную документацию осуществляет авторский надзор за ее исполнением: проводит контроль за соблюдением технологии известкования, качеством вносимых удобрений, хранением и внесением их в почву. Завершающим этапом надзора является приемка работ по известкованию почв.

Приемка произвесткованных полей осуществляется только после полного и завершенного технологического цикла работ комиссией в составе представителей: разработчика ПСД, хозяйства подрядной организации исполнителя и органа управления АПК муниципального района.

Приемка-сдача выполненной работы оформляется актом. Акт приемки работ по известкованию утверждается органом управления АПК муниципального района и является основанием для предъявления требования к оплате выполненных работ подрядными организациями-исполнителями.

Акт на выполненные работы по известкованию кислых почв оформляется в 4-х экземплярах. По одному экземпляру акта передается исполнителям и сельхозпредприятию и два экземпляра - органу управления АПК муниципального района, который направляет их в орган управления АПК субъекта Российской Федерации для рассмотрения и принятия к оплате.

Площади, на которых не соблюдены планируемые дозы внесения известковых удобрений, где допущены отклонения в технологии работ (неудобренные полосы или участки, превышающие 10% общей удобряемой площади), при приемке работ не учитываются в общую площадь выполненных работ и оплате не подлежат.

При несоответствии выполненных работ требованиям проекта (занижение дозы известковых материалов; низкое качество посева ее по площади и др.), комиссия составляет дефектоционный акт, в котором выражаются претензии к исполнителю и определяются сроки исправления недостатков.

При превышении затрат в фактически выполненном объеме работ по известкованию над затратами предусмотренными проектно -сметными расчетами комиссия вносит предложения о принятии или отклонении к оплате превышающих расходов.

Влияние известкования на самоочищающуюся способность почв к разложению пестицидов

При исследовании самоочищающей способности почв от остатков пестицидов в дерново-подзолистой, серой лесной, пойменной, черноземной почвах установлено, что кислотность почв опосредованно влияет на скорость разложения гербицидов через воздействие на биомассу почвенной микрофлоры (как суммарную, так и специфическую).

Значительное влияние на скорость разложения гербицидов в почве должны оказывать аммонийные и фосфорные удобрения, вследствие проявления ими подщелачивающего действия на реакцию среды. Степень их воздействия зависит от доз внесенных удобрений и исходной величины кислотности почв. В слабокислых и нейтральных почвах с $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} > 6,3$ это воздействие малозаметно, в интервале $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ от 5,3 до 6,3 оно проявляется тем сильнее, чем выше доза удобрений.

Применение высоких доз азотных удобрений (аммачной селитры) без известкования может привести к снижению самоочищающей способности почвы.

Использование кальцийсодержащих материалов в борьбе с болезнями овощных культур

Инфекционные болезни (грибные и бактериальные) представляют наибольшую опасность для овощных культур, так как легко распространяются с больных растений на здоровые. Инфекция часто сохраняется в почве, накапливается на растительных остатках, в семенах.

Грибное заболевание - кила капусты репы брюквы редиса турнепса, прогрессирует на тяжелых, бедных органическим веществом почвах с кислотностью pH_{KCl} менее 5 6-6,0 при влажности 75-95%. В целях борьбы с грибными заболеваниями проводят известкование кислых почв за 3 дня до посева семян или высадки рассады (в норме 0,2-0,25 кг/м²). Если известкование проводят осенью, то количество известкового удобрения увеличивают в 2-3 раза.

При высадке рассады в грунт можно проводить локальное внесение извести из расчета 35-40 г в лунку или в виде 6% суспензии (800 г на 10 л воды при норме расхода 0,5 л на одно растение).

Аналогично используются известковые материалы при поражении капусты сухой гнилью. Опрыскивание нижней стороны листьев рассады молотой серой смесью серы с известью (в соотношении 1: 1) ИЛИ древесной золой в количестве 50 г/м² проводимое неоднократно, через 6-7 дней - эффективно против ложной мучнистой росы (пероноспороза). Хороший эффект дает опудривание мелом пораженных серой гнилью кочанов капусты, корнеплодов моркови, свеклы, петрушки дозой 2 кг/100 кг овощей и плодов огурца, пораженных белой гнилью. Осеннее известкование кислых почв свежемолотым известняковой мукой при норме 0,2-0,4 кг/м² на супесчаных почвах и 0,3-0,6 кг/м² на суглинистых целесообразно при поражении свеклы корнеедом.

Влияние известкования на снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию

При увеличении концентрации кальция в почвенном растворе снижается конкурентная способность радионуклидов в ионно-обменной адсорбции на поверхности корней.

Немаловажное значение известкование почв имеет и в системе мероприятий по снижению поступления радиоактивного стронция в растения. Известкование кислых почв приводит к нейтрализации почвенного раствора и насыщению почв кальцием. А так как стронций является аналогом кальция, то таким образом снижается содержание радионуклида ^{90}Sr в урожае растений в 2-3,5 раза. Чем выше обеспеченность почв элементами питания и чем ближе их соотношение к оптимуму, тем меньше поступает радионуклидов в растения. Кроме того, со сдвигом реакции кислых почв в сторону нейтрализации уменьшается подвижность, а, следовательно, и накопление растениями большинства тяжелых металлов и токсичных неметаллов, которые часто служат загрязнителями почвы и сельскохозяйственной продукции. Это положение подтверждается данными по ^{50}Co , ^{65}Zn , ^{90}Sr , ^{137}CS которые в наибольших количествах поступают в растения на бедных почвах. Верхним пределом оптимума $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ для суглинистых почв принято считать - 6,5, супесчаных и песчаных - 5,8. Поддерживающее известкование проводят при снижении pH ниже указанных величин на 0,3 ед. С целью снижения поступления радионуклидов в растения, известкование можно проводить кальцийсодержащими отходами промышленности, в т. ч. металлургическими шлаками, сланцевой и торфяной золой и т.д. Содержащийся в известьсодержащих отходах промышленности калий являющийся антагонистом радиоцезия, способствует снижению его накопление в растениях в 3-10 раз, особенно на бедных калием дерново подзолистых песчаных и супесчаных почвах

Экологическая и природоохранная роль известкования

Экологическая роль оптимизации среды кислых почв известкованием заключается в первую очередь в том, что снижается активность почвенных грибов и активизируется деятельность полезных микроорганизмов. Так, благодаря улучшению реакции среды и увеличению количества азотобактерий за год может накапливаться в почве усвояемого растениями азота до 15-20 кг/га. Ещё больше азота образуют клубеньковые бактерии, развивающиеся на бобовых растениях (горох, клевер вика и других). Эти микроорганизмы в симбиозе с растениями способны за год аккумулировать в корневых остатках 50-70 кг/га азота.

Таким образом, микробиологические процессы, интенсивно протекающие в произвесткованных почвах могут заменить внесение аммиачной селитры в дозе 150-200 кг/га, а, следовательно, предохранить от накопления в растениях избыточного количества нитратов, снизить миграцию их в грунтовые воды, тем самым исключить загрязнение почвы, водоемов и окружающей среды.

В индустриальных и прилегающих к ним районах в последнее время все больше выпадает атмосферных осадков с явно выраженной кислой реакцией (pH 4-5 и ниже), что отрицательно сказывается на флоре и фауне. Для нейтрализации кислой реакции осадков, создаваемой соединениями серы, сульфатов, азота нитратов и

других химических веществ рекомендуется вносить в почву 20 кг/га и более CaCO_3 в год.

Близкая к нейтральной реакции среды, которая может быть создана известкованием не только пахотных, но и подпахотных горизонтов, нужна также для жизнедеятельности дождевых червей, число которых увеличивается в 1,5-2,0 раза в нейтральных почвах, по сравнению с кислыми.

Улучшение реакции кислых почв известкованием на 10-15% повышает коэффициент использования растениями удобрений и тем самым снижает непродуктивные их потери из почвы. Кроме того, внесение кальция повышает адсорбционную способность почвенных коллоидов и ее буферность.

Известкование способствует денатурализации остатков некоторых действующих веществ гербицидов, инсектицидов и фунгицидов, повышением активности определенных групп микроорганизмов из почвы.

Известкование является одним из основных приемов снижения подвижности большинства тяжелых металлов (химических элементов с атомной массой более 40, а также неметаллов - фтора и мышьяка) в почвах с $\text{pH} > 6,0$. Исключение, по-видимому составят почвы, загрязненные такими элементами как молибден и ванадий подвижность которых минимальна именно в кислых почвах. В этом случае известкование почв может только усилить их отрицательное влияние на сельскохозяйственные культуры. Однако, как правило, известкование - это одно из основных мероприятий обеспечивающих охрану почв от загрязнения различными химикатами.

Для разработки приемов детоксикации почв загрязненных тяжелыми металлами, в том числе расчета доз известковых удобрений, необходимо предварительное проведение агрохимического обследования почв.

Фосфоритная мука - основное средство пополнения запасов подвижного фосфора в почвах

Рекомендуемые оптимальные уровни содержания подвижных форм фосфора в почвах

Данные многочисленных исследований доказывают, что по обеспеченности почв фосфором оптимумы находятся в пределах значений содержания подвижного фосфора (P_2O_5): для песчаных почв - 150-200 мг/кг, для супесчаных - 200-250 мг/кг, для глинистых и суглинистых - 250-300 мг/кг почвы (табл. 8).

Таблица 8. Рекомендуемое оптимальное содержание подвижного фосфора для севооборотов

Тип почвы	Вид севооборота	Оптимальное содержание P_2O_5 , мг/кг почвы
Дерново-подзолистые	Зернотравяной	200
	Зернокартофельный	250
	Кормовой прифермский	250
	Овощной	300
Серые лесные	Зернотравяной	200
	Зернокартофельный	250
	Кормовой прифермский	250
	Овощной	300

Состав и свойства фосфоритной муки

Фосфоритная мука представляет собой порошок из фосфоритов - серого или серо-коричневого цвета, без запаха, не гигроскопична, хорошо рассеивается, при длительном хранении без доступа атмосферных осадков не слеживается и не теряет физико-химических свойств, возможность опасных проявлений отсутствует.

Основные агрохимические свойства фосфоритной муки:

эффективное минеральное удобрение, содержит фосфор ($P_2O_5 >17\%$), кальций (до 33%), кремний (16,0 -20,0%), магний (1,0-1,4%), серу и широкий спектр микроэлементов: Fe, Cu, B, Mn, Mo, Zn, Co;

при внесении в почву способствует ослаблению вредной для растений и микроорганизмов кислотности почвы;

улучшает физико-химические свойства почвы, увеличивает её биологическую активность, улучшает структуру, делает её влаго- и воздухопроницаемой, способствует повышению плодородия почвы;

стимулирует развитие корневой системы растений, что способствует улучшению снабжения растений питательными элементами и влагой;

способствует повышению урожайности всех сельскохозяйственных культур, их устойчивости к различным заболеваниям, засухе, морозу, благоприятно влияет на качество сельскохозяйственной продукции;

обладает существенным экономическим и экологическим преимуществом перед водорастворимыми фосфорными удобрениями: 1 кг P_2O_5 в фосфоритной муке значительно дешевле 1 кг P_2O_5 в аммофосе с учётом коэффициента использования водорастворимых фосфорных удобрений (не более 30%);

одна тонна внесенной фосфоритной муки может дать прибавку урожая за пятилетнюю ротацию в количестве до 2,5 тонн зерновых единиц;

внесение с физиологически кислыми азотными удобрениями увеличивает коэффициент их использования на 15-20%;

применение в высоких дозах (1-3 т/га) позволяет в достаточно короткий срок повысить в почве содержание подвижного фосфора в пахотном слое на 40-100 мг/кг и довести его до оптимального уровня;

не загрязняет токсичными компонентами почвы, почвенные воды и водоемы, не оказывает негативного влияния на почвенную среду и растения даже при использовании сверхвысоких доз;

не вымывается из почвы.

Фосфоритную муку применяют на всех видах почв, имеющих кислую реакцию среды и низкое содержание подвижного фосфора. Вносится фосфоритная мука, как основное удобрение при весенней и осенней обработках почвы по традиционной схеме - механическое рассеивание на поверхность почвы с последующей её заделкой (вспашка, культивация). Гранулометрический состав фосфоритной муки - размер частиц не более 0,18 мм составляет до 10% остатка на сите. Влажность не более 1.5%. В зону наиболее эффективного прямого действия фосфоритной муки входят дерново-подзолистые, серые лесные почвы, выщелоченные, оподзоленные и южные черноземы с рНКСl ниже 6,0.

Технология применения фосфоритной муки в земледелии России

Рекомендуются следующие технологические приемы применения фосфоритной муки.

а) Повышение уровня фосфатного режима низкоплодородных почв. Фосфоритование почв - прием улучшения фосфатного режима почв, при котором фосфоритная мука, как основное удобрение вносится при летне-осенней обработке почвы в дозе 1-3 т/га в физическом весе. Имеет периодический характер, с циклом одного раза в 5-6 лет, с корректировкой доз внесения по результатам агрохимического обследования почв.

При известковании фосфоритную муку рекомендуется вносить заблаговременно, чтобы она успела прореагировать с почвой. Основное условие эффективного действия фосфоритной муки - это кислотность почв с рН до 6,0; ненасыщенность основаниями и не высокая степень обеспеченности почв подвижными соединениями фосфора (до 150 мг/кг).

В известкованной почве длительное время сохраняется неоднородность реакции среды, которая является положительным фактором эффективности фосфоритной муки. Силикатные формы известковых удобрений, гидрофобизация и компостирование с органическими удобрениями устраняют отрицательное действие совместного внесения фосфоритной муки и извести.

Технология перевозки и внесения фосфоритной муки при фосфоритовании почв аналогична технологии перевозки и внесения пылевидных известковых материалов. Ежегодная потребность в фосфоритной муке для фосфоритования может составлять не менее 2000 тыс. тонн в физической массе.

Все технологические приемы проведения фосфоритования почв отражаются в проектно-сметной документации (рекомендациях), разрабатываемой ФГБУ ЦАС (САС) агрохимической службой МСХ РФ по заявкам сельскохозяйственных товаропроизводителей на планируемый год по предельным расчетным ценам на химические мелиоранты, их доставку и внесение, ежегодно принимаемым в установленном порядке. Наличие документации на проведение работ по химической мелиорации почв является обязательным условием для выделения сельхозтоваропроизводителям бюджетных средств на компенсацию части затрат работ по фосфоритованию.

б) Ежегодное применение фосфоритной муки в качестве основного удобрения. На кислых почвах с рН < 6,0 фосфоритная мука может использоваться в качестве минерального удобрения (независимо от содержания P₂O₅ в почве) для повышения содержания фосфора. Применяется, как основное удобрение ежегодно в рекомендуемых дозах, а в качестве припосевного удобрения - в рядки или в лунки вносятся водорастворимые удобрения: аммофос, суперфосфат и т.д. в дозах 10-15 кг/га д.в. В настоящее время эта технология актуальна, так как известкование проводится в крайне малых объемах и преобладающими являются почвы с кислой реакцией среды (рН < 5,5).

Одним из приемов эффективного использования фосфоритной муки является приготовление на ее основе навозных, торфонавозных и торфяных компостов, органоминеральных удобрений (ОМУ), поскольку повышается ее растворимость и увеличивается эффективность применения смесей. При приготовлении компостов доля фосфоритной муки составляет 2-4% от массы органических удобрений.

Фосфоритную муку рекомендуется смешивать с минеральными удобрениями: сульфатом аммония, хлористым калием. Не рекомендуется смешивать фосфоритную муку с известковыми удобрениями.

Методы определения доз фосфоритной муки

В практике земледелия регулирование содержания в почве подвижного фосфора до заданного или оптимального уровня может осуществляться несколькими путями:

- повышение содержания фосфатов в почве должно проводиться постепенно и рассчитывается на достаточно долгий промежуток времени, равный ротации всего севооборота или его основного звена, при котором удобрения вносятся в нормах, превышающих вынос питательных веществ урожаем;

- повышение содержания фосфатов в почве путем внесения высоких норм удобрений (в запас), позволяющее быстро достигнуть намеченной цели;

- повышение содержания фосфатов в почве в результате сочетания первых двух вариантов.

Выбор вариантов чаще обуславливается экономическими возможностями землепользователя, оперативностью достижения поставленной цели, объемом рынка на продукцию и т.д. При использовании того или иного способа по регулированию фосфорного питания необходимо четко иметь картину оптимизационных решений по сбалансированности питания растений другими элементами питания. Например, весьма проблематична оптимизация фосфорного питания растений при недостатке азота, калия и микроэлементов (особенно цинка) в почве.

Фосфоритная мука представляет собой комплексное удобрение. Она является хорошим мелиорантом для фосфоритования почв, а также альтернативой водорастворимым фосфорным удобрениям для применения в качестве основного удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур.

Использование калийных удобрений

В почвах Чувашской Республики калия содержится больше, чем азота, и меньше, чем фосфора. В первом минимуме этот элемент находится в песчаных и супесчаных почвах, заправленных азотными и фосфорными туками. В отличие от этих элементов, калий содержится в значительном количестве в подпахотном слое суглинистых и глинистых почв. При рациональном использовании побочной продукции на приготовление органических удобрений возврат калия в хозяйстве может достигать 60 -70 % от усвоенного растениями.

Для создания условий, способствующих увеличению в почве содержания калия и повышению продуктивности земельных угодий, с 1996 года 80 процентов затрат на применение калийных удобрений оплачивается за счет бюджетных средств Чувашской Республики. Такое использование калийных туков более высокими дозами получило название «калиевание». В 1996...2009 годах калиевание почв проведено на площади более 165 тыс. га, что позволило полностью охватить почвы с низким и средним показателями содержания обменного калия. Как показали данные последующих обследований, в итоге проведенных работ эти площади перешли в группу повышенной и высокой обеспеченности калием. Результаты производственных опытов показали, что средняя прибавка урожая

сельскохозяйственных культур в переводе на зерновые единицы составила 2,8 ц/га (9,8%).

Из калийных удобрений чаще всего применяют хлористый калий, калийную соль, сернокислый калий, калимагнезию. Ионы калия слабо передвигаются в почвенной толще, поэтому способны вымываться из пахотного слоя внутрпочвенным стоком на песчаных и супесчаных почвах. На склонах происходят значительные потери этого элемента в виде поверхностного жидкого и твердого стока.

Хлористый калий содержит 50 - 60 % окиси калия. При взаимодействии с почвой частично подкисляет ее. Его вносят под все культуры под основную обработку осенью или весной, под предпосевную подготовку полей, при посеве в рядки, но не в подкормку.

Калийная соль содержит 30 - 40 % действующего вещества, применяется аналогично предыдущему туку. Оба удобрения содержат ионы хлора, способного при малых значениях емкости поглощения (легкие почвы) в случаях частого неумеренного применения оказывать угнетающее влияние на корневую систему некоторых культур, однако при осеннем внесении хлор частично вымывается из почвы, при известковании – связывается ионами кальция и магния и переходит в более инертную форму, менее токсичную.

Сернокислый калий (сульфат калия) содержит 45 - 52 % окиси калия, калимагнезия – 26 - 28 %. Оба тука содержат серу, являющуюся мезоэлементом, необходимым для питания растений, потребность в котором возрастает при программировании высоких уровней урожаев. Калимагнезия в своем составе имеет и магний, в форме, доступной растениям.

Все калийные туки необходимо вносить путем заделки в увлажненный слой почвы, не менее 5 см, их эффективность возрастает при известковании и фосфоритовании, поэтому норма этого элемента питания на таких полях планируют на уровне, превышающем на 20 - 30 % его вынос с планируемым урожаем. Применение калийных удобрений без азотных и фосфорных неэффективно.

Рекомендуемые нами нормы калийных удобрений на типично-серых лесных суглинистых почвах республики, не получавших органические удобрения и разовые (периодические) дозы калия под предшествующие культуры и в планируемый год, приведены в таблице 9.

Таблица 9. Рекомендуемые нормы калийных удобрений под планируемый урожай на суглинистых равнинах, кг д. в. /га

Культуры	Уровни планируемых урожаев, т/га	Обеспеченность почвы фосфором			
		низкая	средняя	повышенная	высокая
Озимые зерновые	До 2,0	35	20	0	0
	2,1-2,5	55	40	0	0
	2,6-3,0	65	50	15	0
	3,1-4,0	80	70	35	0
Яровая пшеница	До 2,0	25	15	0	0
	2,1-2,5	40	25	0	0
	2,6-3,0	45	35	15	0
	3,1-4,0	60	50	25	0
Овес, ячмень	До 2,0	30	20	0	0
	2,1-2,5	40	30	0	0
	2,6-3,0	60	50	15	0
	3,1-4,0	80	65	350	0
Картофель	До 15	140	130	100	70
	15,1-22	220	210	180	150
	22,1-30	300	290	260	230
	Более 30	340	330	300	270
Кормовые корнеплоды	До 15	55	50	40	0
	15,1-22	90	85	70	60
	22,1-30	120	115	100	95
	Более 30	135	130	120	110
Силосные	До 15	45	40	30	20
	15,1-22	65	60	50	45
	22,1-30	90	85	75	70
	Более 30	105	100	90	80
Многолетние травы (сено)	До 3,0	60	50	40	30
	3,1-4,0	70	60	50	40
	4,1-5,0	80	70	60	50
	Более 5	100	90	70	60
Однолетние травы (зеленая масса)	До 15	60	50	40	30
	15,1-20	70	60	50	40
	20,1-25	80	70	60	50
	Более 25	90	80	70	60

**Экономическая эффективность известкования
оптимальный интервал рН_{KCl} для кислых почв
и прибавки урожая от известкования за 5-7 летний период**

Культура	рН _{сол}	Средние прибавки урожая при дозах СаСО ₃ , т/га				Оптимальный интервал рН(KCl)
		2-4	4-6	6-8	более 8	
Пшеница озимая	4,5 и ниже	3,9	4,6	5,4	6,6	6-7
	4,6-5,0	2,7	4,0	4,6	5,0	
	5,1-5,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
Рожь озимая	4,5 и ниже	2,0	3,0	3,4	3,8	5,5-6,5
	4,6-5,0	1,7	2,0	2,4	2,8	
	5,1-5,5	0,5	1,0	1,2	1,2	
Ячмень яровой	4,5 и ниже	3,6	4,0	4,5	5,1	6,3-7,0
	4,6-5,0	3,0	3,6	4,1	4,4	
	5,1-5,5	1,4	1,8	2,0	2,0	
Овес	4,5 и ниже	2,0	2,3	2,6	2,9	5,4-6,0
	4,6-5,0	1,7	2,0	2,2	2,5	
	5,1-5,5	0,5	1,0	1,2	1,2	
Пшеница яровая	4,5 и ниже	2,0	2,4	2,6	2,8	5,8-6,4
	4,6-5,0	1,0	1,5	2,0	2,0	
	5,1-5,5	0,5	0,8	0,8	1,0	
Картофель	4,5 и ниже	10	14	18	20	5,0-5,5
	4,6-5,0	13	7	17	10	
	5,1-5,5	5	5	5	-	
Кормовые корнеплоды	4,5 и ниже	80	90	120	140	6,2-7,0
	4,6-5,0	20	40	50	60	
	5,1-5,5	10	15	15	15	
Кукуруза (на силос)	4,5 и ниже	40	60	70	80	5,6-6,3
	4,6-5,0	20	30	40	40	
	5,1-5,5	10	15	20	20	
Однолетние травы (сено)	4,5 и ниже	12	14	6	16	5,4-6,0
	4,6-5,0	6	8	10	10	
	5,1-5,5	5	8	8	8	
Многолетние травы (сено)	4,5 и ниже	18	25	27	30	5,6-6,4
	4,6-5,0	12	15	18	20	
	5,1-5,5	9	12	13	15	
Свекла столовая	4,5 и ниже	30	29	32	35	6,2 -7,5
	4,6-5,0	20	22	24	28	
	5,1-5,5	15	20	22	24	
Капуста белокочанная	4,5 и ниже	40	44	41	39	6,5 -7,4
	4,6-5,0	35	41	39	37	
	5,1-5,5	20	25	30	30	
Морковь	4,5 и ниже	25	29	31	34	6,0-7,0
	4,6-5,0	19	21	23	27	
	5,1-5,5	10	12	14	17	

**Наличие почв в Чувашской Республике, подлежащих
проведению мероприятий по повышению плодородия почв
по состоянию на 01.01.2019**

Наименование районов	Год обследования	Площадь, подлежащая известкованию, га	Потребность в известняковой муке, тыс. тонн	Площадь подлежащая фосфоритованию	Потребность в фосфоритной муке, тыс. тонн	Площадь подлежащая каливанию	Потребность в калийных удобрениях, тыс. тонн
Алатырский	2017	15755	74,0	10125	12,1	4213	0,8
Аликовский	2015	11985	40,7	14128	17,0	24359	5,6
Батыревский	2016	16688	71,8	18884	22,6	27099	6,2
Вурнарский	2015	9868	35,5	11318	13,6	23388	6,1
Ибресинский	2015	7565	23,4	7686	9,2	19465	4,5
Канашский	2017	17397	45,2	11552	13,9	10410	2,6
Козловский	2017	3744	15,4	7962	9,6	8959	2,1
Комсомольский	2017	7582	32,6	10057	12,1	12763	3,2
Красноармейский	2014	1560	4,5	3685	4,4	20067	5,0
Красночетайский	2014	1031	2,9	2944	3,5	14572	2,9
Марпосадский	2018	6327	25,3	6664	8,0	11655	2,7
Моргаушский	2018	14647	64,3	6562	7,9	31937	8,5
Порецкий	2016	9335	42,0	19294	23,2	16621	3,3
Урмарский	2014	5287	20,6	7410	8,8	13838	2,8
Цивильский	2015	13825	37,3	6771	8,1	24812	5,7
Чебоксарский	2018	7660	26,8	4375	5,2	22039	5,2
Шемуршинский	2018	10570	43,3	10603	12,7	10827	2,5
Шумерлинский	2016	8485	36,5	2482	2,9	14894	3,6
Ядринский	2014	5816	23,8	9649	11,5	30543	7,6
Яльчикский	2016	20567	96,7	20787	24,9	29889	7,2
Янтиковский	2016	6642	25,7	6925	8,3	21158	4,9
По республике		202336	788,3	199863	239,5	393508	93,0

ФГБУ ГЦАС «Чувашский» оказывает консультативную и практическую помощь всем сельхозтоваропроизводителям по определению в почве тяжелых металлов, микроэлементов и качества кормов.

Литература:

1. Казанков Ю.К., Лисицын С.В., Потапов М.А. «Эффективное применение удобрений в ландшафтно-адаптивном земледелии Чувашии» – Цивильск, 148 с.
2. Коршунов А.П., Владимиров В.П., Потапов М.А., Лисицын С.В. «Плодородие и продуктивность почв Чувашской Республики» Чебоксары – 2018, 115 с.
3. Овчаренко М.М., Некрасов Р.В., Купреев Е.М., Аксенова Н.И. «Технология и организация механизированных работ при известковании, фосфоритовании и гипсовании почв» (Выписка из рекомендаций) Москва, 2019, 17с.
4. Агрохимический вестник (приложение к № 2 – 2019) с. 17-20