

На правах рукописи

НАГОРНЫЙ ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ

A-24199

**МАГНИЙ В ТРОПИЧЕСКИХ ПОЧВАХ КУБЫ.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ МАГНИЯ ПОЧВАМИ
В СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ**

(06.01.04 — агрохимия)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва — 1972

Торва — Бюхнинг

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУМЫ

Кафедра агрохимии

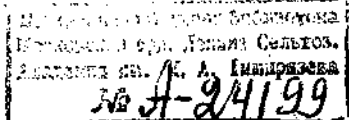
На правах рукописи

Нагорный Виктор Дмитриевич

МАГНИЙ В ТРОПИЧЕСКИХ ПОЧВАХ КУБЫ.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ МАГНИЯ ПОЧВАМИ
В СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ

/06.01.04 - агрохимия/

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук



Москва - 1972

Работа выполнена на кафедре агрохимии Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

Научный руководитель

кандидат химических наук А.Г.Трещов

Официальные оппоненты:

профессор С.Н.Аленин,

старший научный сотрудник И.С.Степанов.

Ведущее предприятие. - Всесоюзный институт удобрений и агропочвоведения (ВИУА).

Автореферат разослан "28 ноября" 1972 г.

Защита диссертации состоится "29" декабря 1972 года в 16.00 на заседании Ученого Совета сельскохозяйственного факультета УДН. Адрес: г.Москва, М-26, ул.Павловская, д.8, корпус 5, ауд. 340.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Ученый секретарь доцент А.С.Конторчиков

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы отмечается значительное увеличение количества применяемых удобрений в странах тропического и субтропического поясов. С интенсификацией сельского хозяйства удобрения в тропиках могут превратиться в важный фактор сельскохозяйственного производства. По различным причинам применение удобрений в тропиках осложнено многими факторами, недооценивать или пренебрегать которыми совершенно недопустимо. Тропические почвы претерпевают очень значительную трансформацию в результате сильной эрозии, выщелачивания, большого изменения минералогического и органического составов. Монокультурная система возделывания приводит к быстрому и часто одностороннему истощению почв, к частичной или полной потере плодородия. Неправильное применение удобрений увеличивает развитие этих процессов. Все это привлекает большое внимание исследователей в области почвоведения и агрохимии.

В настоящее время, наряду с изучением агрохимии основных элементов питания НРК, все чаще встает вопрос изучения потенциала почв в других элементах питания растений, в частности, магниевого потенциала.

Широкое применение минеральных удобрений, значительная часть которых является физиологически кислыми, обусловило обеднение ряда почв в магнии за счет выноса его с урожаем и существенного вымывания при подкислении почв. Теперь в различных климатических зонах к большим площадям почв с малым содержанием доступного для растений магния /в силу развития определенных почвообразовательных

процессов и условий формирования этих почв/ прибавилась площадь почв, содержание магния в которых снизилось в результате интенсивного ведения сельского хозяйства. Естественно, возникла насущная потребность в применении магниевых удобрений, а это в свою очередь, требует расширения исследований по магниевой тематике.

Знание как абсолютного содержания магния, так и его форм в почвах, распределение их по профилю почв значительно дополняют агрохимическую характеристику почв и вместе с другими показателями дают полное представление о плодородии почв и могут служить основой для размещения сельскохозяйственных культур. Представляет большой интерес изучение факторов, определяющих характер взаимодействия почв и магниевых удобрений, способствующих закреплению магния в почвах, увеличивающих или уменьшающих доступность его для растений.

Экспериментальные исследования, выполненные автором, входят в программу комплексного изучения почв Кубы, над которой работает группа советских и кубинских специалистов под руководством Л. Л. Шишова в плане научного сотрудничества ВАСХНИЛ и АН Кубы. Основной задачей программы является определение агропроизводственной характеристики почв страны, установление их потенциального и эффективного плодородия и выработка рекомендаций по рациональному размещению культур и их удобрению.

В работе рассмотрены следующие вопросы:

1. Содержание валового, обменного и водорастворимого магния по профилю валейских типов почв Кубы, как показателей, характеризующих потенциальную и актуальную обеспеченность почв магнием.
2. Зависимость содержания различных форм магния от минералогического состава почв.
3. Изучение сезонной динамики в содержании обменных форм магния и кальция в почвах.
4. Изучение влияния влажности и реакции среды на подвижность магния удобрений в почвах.

5. Изучение факторов, способствующих необменному закреплению магния почвами /влажность, реакция среды, сопутствующие ионы, органическое вещество, минералогический состав/

6. Изучение механизма необменного закрепления магния.

7. Изучение сорбции магния истыми фракциями почв и минералов.

Работа не претендует на осведение всех особенностей магниевого режима тропических почв.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы почвы различного генетического типа: красные, желтые и черные тропические почвы, коричнево выщелоченные, гумусово-карбонатные и аллювиальные почвы Кубы. Образцы этих почв отобраны в 1967-1968 гг. Л.Д.Шлизовым на сахарно-тростниковых плантациях Кубы с целью их комплексного изучения и определения агропроизводственных характеристик. Исследуемые почвы составляют основную часть почвенного покрова страны и находятся под основными сельскохозяйственными культурами.

При изучении особенностей поглощения магния почвами, влияния влажности и реакции среды на подвижность и необменное закрепление магния в почвах и минералах объектами исследований служили красная ферралитная кислая, желтая кварцево-аллитная почвы Кубы, краснозем /Зап.Грузия/, чернозем /Тамбовская обл./, дерново-подзолистая почва /Люберецкое опытное поле/ и образцы минералов, полученных в Геологическом Музее АН СССР; Краснозем, чернозем и дерново-подзолистая почва использовались в опытах преднамеренно с целью выявления особенностей необменного закрепления магния почвами, резко отличающимися по генезису и составу глинистых минералов в них.

Все почвы анализировались в воздушно-сухом состоянии. В опыте по изучению влияния смачивания и высушивания и других факторов на необменное закрепление магния анализ

почвенных образцов проводился после последнего высушивания при температуре 40°.

Для агрохимической характеристики изучаемых образцов использовали методы, хорошо известные в агрохимической практике. Содержание обменного магния и кальция определяли в вытяжке I и раствора ацетата аммония /метод Шолленбергера/. Концентрации магния и кальция в растворах определяли методом комплексометрического титрования на фототитриметре. Для устранения мешающего влияния алюминия и железа применяли 0,55 М раствор триэтанолamina.

Для определения минералогического состава почв и выявления качественных изменений в илестых фракциях почв после компостирования их с ацетатом магния в нашей работе применялись методы:

1. Дифференциально-термический и термовесовой анализы на термической установке АВТУ-9 с платино-родиевыми термопарами. При проведении этих анализов и расшифровке полученных данных руководствовались работами Н.И. Горбунова /1948, 1952, 1963, 1967, 1971/, Л.Г. Берга /1961/, Н.И. Горбунова, Б.П. Градусова /1966/, Е.А. Шургиной /1958, 1963/, Н.Д. Топора /1964/, Р.Грима /1965/ и др.

2. Рентгенодифрактометрический анализ на дифрактометре УРС-50. При дифрактометрии использовали илестую фракцию, обработанную по Меру и Джексону. Переход к значениям межплоскостных расстояний производили по таблицам Галлера /1966/. Принадлежность найденных значений базальных отражений к тем или иным группам минералов определяли на основании современных представлений и принципов их диагностики /Браун, 1965; Горбунов, Градусов, 1966 и др./.

3. Инфракрасная спектроскопия на ИК спектрофотометре ИК-20. Для изучения ИК-спектров различных почв и выявления новых валентных колебаний и сорбционных связей с фиксированным магнием в илестых фракциях почв были получены ИК-спектры этих фракций, а также спектры чистых параллельных образцов в И-форме, спектры гидроокиси, силиката и карбоната магния. ИК-спектры препаратов получены с использова-

нием КВ-техники.

При расшифровке и сравнении ИК-спектрограмм пользовались данными Ж. Леконт /1958/, И. И. Плюсниной /1967/, А. Н. Лазарева /1968/, Д. С. Орлова /1971/, V. C. Farmer /1968, 1971/, J. L. White /1971/ и др.

Компостирование почв и минералов заключалось в выдерживании в течение 2-4 недель во влажном состоянии образцов почв и минералов, в которые были добавлены магнийсодержащие удобрения или соли магния, и высушивании образцов при температуре 40° в течение 2-х недель. Количество необменно закрепленного магния почвами и минералами определялось по разности между количеством магния, внесенного в образцы, и содержанием обменного магния, установленным после компостирования.

Содержание форм магния по профилю тропических почв

Обстоятельное изучение почв Кубы с целью выявления их потенциального и эффективного плодородия и рационального размещения сельскохозяйственных культур, лучшего использования природных богатств начато в 20-е годы Беннетом и Аллисоном /Bennett, Allisson, 1928/, выполнивших широкое исследование почв Кубы и составивших классификацию этих почв. В последние годы в печати появился ряд работ советских и кубинских исследователей по классификации и изучению почв Кубы /Зонн, 1967, 1968, 1969/, Степанов и др. 1967; Градусов, Степанов, 1969; Шишов, Трещов, 1971; Шишов, 1971/

В частности, работах А. Г. Трещова, Л. Л. Шишова, 1970, Л. Л. Шишова, А. Г. Трещова /1971/ положено начало изучению обеспеченности тропических почв доступным для растений магнием, подвижности магния в почвах Кубы, выделены объекты первоочередного исследования.

Нами выполнены анализы на содержание валовых, обменных и водорастворимых форм магния и кальция в основных тропических почвах Кубы. Эти данные вместе с другими агрохимическими показателями характеризуют содержание и распределение магния по профилю почв и взаимосвязь содержания магния

с кислотностью, органическим веществом, минералогическим составом и развивающимися в них почвообразовательными процессами.

В условиях большого разнообразия протекающих процессов почвообразования / ферралитизации, сиаалитизации, лессивирования, слитообразования и др. / на Кубе формируются почвы с различным содержанием валового, обменного и водорастворимого магния.

Так, содержание магния и кальция в ферралитно-кальциевых красных почвах сравнительно высокое, что объясняется как формированием этих почв на известняках, так и, в некоторых случаях, продолжающимся насыщением их поверхностным стоком. Содержание магния в ШПК этой почвы высокое /от 50 до 160 мг Mg на 100 г почвы/, хотя количество валового магния небольшое /0,4-0,7% MgO на прокаленное вещество/, что говорит о давнем и сильно выраженном процессе ферралитизации.

В водную вытяжку /1:10/ переходит значительное количество магния /от 7 до 21 мг Mg на 100 г почвы/. Как более подвижный катион в этих почвах, магний вымывается быстрее, чем кальций. Из почвы нижних горизонтов в водную вытяжку кальция переходит меньше, а магния - больше.

Обменный магний составляет 35-45% от суммы поглощенных оснований, а величина отношения эквивалентных количеств Ca:Mg колеблется в пределах единицы.

Отличительной особенностью красных ферралитных выщелоченных /кислых/ почв является обогащенность их кварцем, обусловленная развитием этих почв на породах с высоким содержанием кварца /гнейсы, железистые известняки/ или в результате переотложения продуктов выветривания, богатых кварцем. Кислая среда и сезонный характер промывного режима способствуют подвижности оснований и полуторных оксидов.

Содержание валового магния в почве колеблется по горизонтам, что можно объяснить содержанием железистых конкреций в отдельных горизонтах, как бы "разбавляющих" содержа-

ние других окислов в почве.

В образцах анализируемого нами разреза красной ферралитной кислотой почвы содержание обменного магния в пахотном горизонте составляет 6-8 мг Mg на 100 г почвы, а в нижних горизонтах количество обменного магния снижается до 4 мг Mg на 100 г почвы. Насыщенность поглощающего комплекса магнием находится в пределах 10%, а отношение обменных Ca:Mg в горизонте 20-30 см равно 3,5 и увеличивается глубиной.

Повышенная концентрация ионов водорода в ПНК /рН солевой вытяжки 4,5-5,6/ и преобладание каолинита среди глинистых минералов этой почвы обуславливают высокую подвижность магния, о чем говорит количество магния, переходящего в водную вытяжку. Водорастворимый магний составляет 50-75% от обменного магния в почве. Концентрация кальция в водной вытяжке несколько ниже, чем концентрация магния.

В группу желтых тропических почв входят: желтые лессивированные ферралитные, желтые глееватые глинистые и кварцево-аллитные почвы. Валовой анализ исследуемых желтых лессивированных /один разрез/ и глееватых глинистых /два разреза/ не дает оснований относить их к почвам, обедненным магнием. Эти почвы имеют высокое содержание валового и обменного магния по всему профилю. В их гумусовых горизонтах содержится от 50 до 110 мг Mg на 100 г почвы. Наиболее богат магнием глеевый подтип этих почв.

Доля магния в составе поглощенных оснований в желтых глинистых почвах сравнительно велика /15-27%. Водорастворимых солей магния в этих почвах очень мало, значительно больше содержится водорастворимого кальция.

Удельный вес кварцево-аллитных почв в почвенном покрове Кубы значителен. Почвы сформированы на песчаных или песчано-глинистых отложениях, а потому в сильной степени бедны магнием, особенно подвижными его формами. Содержание обменного магния в верхних горизонтах профиля исследуемых почв очень низкое /3-6 мг Mg на 100 г почвы/. С глубиной содержание валового и обменного магния увеличивается.

Низкая степень насыщенности ППК кварцево-аллитных почв магнием /2-9%/ и очень широкое отношение между обменными кальцием и магнием /Ca:Mg = 21-28/ в пахотном /0-38 см/ и в подпахотном /41-95 см/ слоях дает основание предполагать, что на этих почвах растения могут чаще испытывать магниевое голодание, чем на других почвах.

К группе почв с низким содержанием магния можно отнести и аллювиальные супесчаные почвы. Содержание обменного магния в горизонте 0-21 см составляет 4-5 мг, в горизонте 30-40 см - 18,5 мг Mg на 100 г почвы, отношение Ca:Mg очень широкое / 6-12 /, особенно в верхних горизонтах. Степень насыщенности ППК магнием составляет 4-8% от суммы оснований в верхних горизонтах почвы. Водная вытяжка содержит крайне мало магния /от 0,1 мг Mg на 100 г почвы в верхних, до следов в более глубоких горизонтах/.

Коричневые сиазитные тропические почвы, впервые выделенные на Кубе в отдельный генетический тип С.В.Зонном /1967/, формируются на склонах всхолмлений, в силу чего на этих почвах преобладает поверхностный сток, приводящий к смыву верхнего горизонта. Постоянное обновление почв в результате смыва и обнажения коры выветривания поддерживает в почвах высокое содержание валовых кальция и магния.

Содержание обменного магния в верхних горизонтах этих почв высокое /140-260 мг Mg на 100 г почвы/ и превышает в 1,5-2 раза содержание этого катиона в нижних горизонтах. Величины отношений Ca:Mg в верхних горизонтах свидетельствуют о сбалансированности по магнию. Однако, обращает на себя внимание факт чрезвычайно низкого содержания водорастворимых солей магния, в то время как содержание кальция в водной вытяжке очень высокое /от 5-8 мг Ca на 100 г почвы в верхних горизонтах 0-30 см, до 16-44 мг - в нижних 70-100 см горизонтах/.

Гумусово-карбонатные почвы Кубы характеризует высокое содержание кальция и магния в гумусовых горизонтах. С глубиной содержание кальция увеличивается, а содержание магния падает. Степень насыщенности ППК магнием небольшая /4-12%. В водную вытяжку переходит в основном только каль-

ний. Хотя в этих почвах содержится большое количество обменного магния / 40-70 мг Mg на 100 г почвы/, отношение обменных Ca: Mg широкое-от 4 до 10. Преобладание кальция в составе поглощенных оснований может быть причиной малой доступности магния для растений.

Серые и черные слитые почвы занимают значительные площади в тропическом поясе вообще и на Кубе, в частности. Эти почвы характеризуются рядом общих признаков: большая глибистость и трещиноватость в сухом и высокая вязкость и набухаемость в о влажном состоянии, высокая насыщенность кальцием, магнием и, в некоторых случаях, натрием.

Содержание обменного магния в слитых почвах колеблется от 120 до 520 и более мг Mg на 100 г в пахотном горизонте. Водорастворимых солей магния очень мало. Доля магния в составе поглощенных оснований большая /от 30 до 70%/. Отношение Ca:Mg, как правило, меньше 1.

В агрономическом отношении эти почвы являются потенциально плодородными. Однако, в настоящее время использование этих почв затруднено в силу отрицательных водно-физических свойств: плохая водопроницаемость, вязкость и глибистость. Отрицательные свойства слитых почв, как полагают В.М. Фридланд /1955, 1964/, С.В. Зони /1965, 1967/, Ф. Домофур /1970/, В.В. Роу /1962/, V. Ignatieff /1963/, R. Duddal /1963/ и др., обусловлены высокой насыщенностью почв магнием.

Чтобы проследить связь содержания различных форм магния в почвах с глинистыми минералами, содержащимися в илстых фракциях этих почв, нами выполнен дифференциально-термический и термовесовой анализы и на основе этих анализов определены основные глинистые и неглинистые минералы в илстых фракциях красной ферралитной выщелоченной, желтой кварцево-алитной, гумусово-карбонатной и желтой глееватой глинистой почв.

Так, самое низкое содержание магния отмечается в илстой фракции красной ферралитной выщелоченной почвы /от следов до 0,13% MgO на прокаленное вещество/, в которых преобладающими минералами являются каолинит и минералы по-

луторных окислов. Для этих же почв характерно низкое содержание валового и обменного магния, концентрация магния в водной вытяжке из красных ферраллитных почв по сравнению с другими почвами высокая.

В илестих фракциях других почв содержание магния увеличивается, что связано с появлением в них минералов монтмориллонитовой группы. С увеличением содержания этих минералов в почвах увеличивается количество валового и обменного магния и уменьшается количество водорастворимого магния в них.

На основе данных химического анализа почв можно выделить три группы почв с различным содержанием форм магния и доли магния в составе поглощенных оснований.

К первой группе почв относятся почвы с низким содержанием обменного магния — до 10 мг Mg на 100 г почвы /красные ферраллитные кислые, кварцево-аллитные, аллювиально-супесчаные/. В этих почвах, как правило, преобладающим минералом илестой фракции является каолинит или минералы его группы. В водную вытяжку переходит значительное количество магния /до 40-75% от всего количества его в обменной форме/. Валовое содержание MgO < 1%.

Ко второй группе относятся почвы с повышенным содержанием обменного магния, превышающим 10 мг Mg на 100 г почвы, но доля его в поглощающем комплексе не превышает 10% от суммы поглощенных катионов /гумусово-карбонатные почвы/. Для этих почв характерно широкое отношение Ca:Mg в пределах 4-7 и более.

В почвах третьей группы обменный магний составляет существенную часть от суммы поглощенных оснований — от 25 до 75%. Отношение мг-эквивалентных количеств кальция к магнию, как правило, меньше двух, а иногда < 1. В некоторых почвах этой группы /коричневые бескарбонатные, черные и серые слитые/ преобладают минералы монтмориллонитовой группы, обуславливающие высокую емкость поглощения и придающие эти почвам специфические физические свойства.

Сезонная динамика магния в почвах

На Кубе четко выделяются два сезона: влажный —/май-октябрь/ и сухой —/ноябрь-апрель/. На дождливый сезон приходится более 80% осадков. Характер выпадения осадков свойственен для тропиков: дожди идут непродолжительно, но с большой интенсивностью. При общем количестве осадков 1600-2500 мм в год, коэффициент увлажнения в дождливый период равен 1,18-1,88, в сухой период — 0,27-0,56.

Определение содержания обменных магния и кальция в различных по генезису почвах выявило различный характер динамики этих катионов в зависимости от режима увлажнения в сухой и дождливый сезоны.

В гумусово-карбонатной почве содержание обменного магния в солевой вытяжке уменьшается с глубиной и наименьшая концентрация магния отмечается в сухой период в январе /в пахотном слое — 26-37 мг Mg на 100 г почвы/. В летние месяцы содержание обменного магния в пахотном слое увеличивается почти в два раза.

В карбонатных почвах, очевидно, главную роль в определении подвижности оснований играют колебания давления CO_2 . В периоды активной биологической деятельности микрофлоры /в летние месяцы/, когда освобождается много CO_2 , формируются бикарбонаты оснований. В сухой период биологическая активность уменьшается, в результате уменьшается концентрация CO_2 , и бикарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты.

Изменение содержания обменного кальция в гумусово-карбонатной почве является полной противоположностью изменению содержания обменного магния: наибольшее количество обменного кальция отмечается в сухой сезон, наименьшее — в конце первого месяца дождливого сезона.

В коричневой бескарбонатной почве, отличающейся высоким содержанием обменных оснований, отмечается та же закономерность, что и в гумусово-карбонатной почве, только эти изменения в содержании Mg и Ca менее выражены.

В серой слитой почве отмечается уменьшение обменных магния и кальция в конце дождливого сезона /сентябрь/, в то время как содержание их в почве в другие сроки практически не меняется. В течение сухого сезона количество обменного магния восстанавливается до того же уровня, который наблюдался в начале дождливого периода.

В серой карбонатной почве не наблюдается заметного изменения концентрации магния в солевой вытяжке из пяти горизонтов в различные сроки. Для этой почвы характерно почти одинаковое содержание обменного магния по всему профилю. Отмечается уменьшение концентрации кальция в вытяжке в конце первого месяца дождливого сезона, характеризующегося максимумом осадков за весь сезон, и увеличение содержания магния в нижних горизонтах /30-40 и 65-75 см/ в конце дождливого сезона.

В желтой и красной ферралитных почвах отмечаются существенные изменения в содержании обменного магния в почвах, особенно в верхних горизонтах. Так, к концу дождливого периода концентрация магния в красной ферралитной почве уменьшается почти в два раза /в феврале - 45 мг, в сентябре 20 мг Mg на 100 г почвы/, в желтой ферралитной почве - примерно на одну треть /в феврале - 39 мг, в сентябре - 26 мг Mg на 100 г почвы/. Вниз по профилю этих почв отмечается значительное уменьшение обменного магния.

В сухие месяцы содержание обменного магния в этих почвах увеличивается и, очевидно, к началу дождливого сезона достигает максимальной величины, т.к. в первый месяц дождливого сезона концентрация магния остается еще высокой.

В желтой ферралитной почве содержание кальция в сухие месяцы несколько больше, чем в дождливые. В красной ферралитной почве отмечается увеличение концентрации кальция к концу дождливого сезона и в начале сухого периода.

По-видимому, на динамику магния и кальция в данных почвах оказывают влияние как характер увлажнения и биологическая активность, складывающаяся по-разному в сухой и дождливый периоды, так и, несомненно, различное поведение

полудторных окислов и кремнезема в эти периоды.

В красных ферралитных кислых почвах, а также в желтых кварцево-аллитных и аллювиальных почвах содержится много водорастворимого магния, который составляет от 20 до 40%, а иногда до 70% от обменного его количества. Очевидно, насыщенность этих почв влагой увеличивает физико-химическое выветривание почвенных минералов, в результате чего образуются подвижные соединения щелочноземельных катионов. Естественно, что большие количества воды, фильтруясь сквозь толщу, уносит растворимые соединения магния и кальция. А это, в свою очередь, способствует дальнейшему развитию процесса разрушения минералов в почве.

Влияние влажности и реакции среды почв на подвижность магния удобрений

Определение условий и факторов, определяющих скорость разрушения кристаллических структур в почве представляет не только теоретический интерес, но и непосредственно связано с практикой применения магниесодержащих агротруд и промышленных отходов. Характер взаимодействия почв и магниесодержащих удобрений /доломита, серпентинита, некондиционного талька, мартеновского шлака, аммошениита и др./ в зависимости от влажности и реакции среды дает объяснение различной эффективности как в первый, так и в последующие годы их действия на чайных и цитрусовых плантациях Западной Грузии.

Механизм разложения алюмосиликатов /серпентинита, талька/ заключается во взаимодействии их с ионом водорода. Скорость разложения этих минералов зависят от концентрации водорода в почвенном растворе /актуальная кислотность/. Переход трудно растворимых солей и окислов / CaCO_3 , MgCO_3 , CaO , MgO / в легко растворимые подвижные соединения зависят от концентрации органических и минеральных кислот в почвенном растворе.

Как показал наш опыт, при увеличении влажности почвы переход магния всех испытанных удобрений в подвижную форму возрастал в результате увеличения площади контакта

удобрений с почвой и увеличения подвижности ионов в почвенном растворе.

В условиях влажности, равной полной полевой влагоемкости, наблюдается почти полный переход всего магния доломита и мартеновского шлака в подвижную форму. Серпентинит и тальк при этой влажности высвобождают в подвижную форму до 65-80% от валового содержания, т.е. на 15-20% больше, чем при влажности 80%.

При невысоком содержании влаги в почве /30%/ магний удобрений практически не переходит в подвижную форму /за исключением аммошениита/.

Характер влияния среды /концентрации водорода/ проявлялся в повышении содержания подвижного магния при низком уровне pH и резком снижении перехода магния удобрений в подвижную форму при pH 6-7. При дальнейшем повышении pH наблюдался переход подвижной формы магния в неподвижную. При компостировании силикатных магнийсодержащих удобрений /серпентинит, тальк/ отмечалось уменьшение подвижного магния в почвах уже при pH 6.

Возможность необменного закрепления магния в почвах признается Н.И.Горбуновым /1948, 1967/, К.П.Магницким /1967/. Факт необменной фиксации магния в почвах отмечается А.Г.Трещовым /1971/, А.Е.Беридзе /1971/ и обнаруживается нами при изучении сезонной динамики магния в тропических почвах и при компостировании магнийсодержащих удобрений в почвах с различной величиной pH.

Необменное поглощение магния в почвах

Изучение влияния смачивания и высушивания, как одного из факторов, способного изменять подвижность магния в почвах, показало, что содержание обменного магния и размер необменного закрепления магния /фиксации/ изменяются в широких пределах в зависимости от кратности действия этого фактора и от концентрации элемента в почвенном растворе. Данный опыт проведен на пяти различных почвах и с их, илистыми фракциями.

Одноразовое и четырехразовое смачивание и высушивание почв без внесения в них солей магния по-разному сказалось на содержании обменного магния в исследуемых почвах.

После одноразового действия смачивания и высушивания в красной ферралитной кислой почве отмечено закрепление магния /28% от первоначально определенного обменного Mg/. В остальных почвах, очевидно, в силу разрушения почвенных гранул в процессе мокрого растирания, отмечено увеличение содержания обменного магния на 3% в желтой кварцево-аллитной почве и на 18% - в черноземе /табл. I/.

Четырехкратное действие смачивания и высушивания при температуре 40° значительно сократило содержание обменного магния во всех почвах: в красной ферралитной на 60%, в желтой кварцево-аллитной - 26%, в красноземе - 42%, в дерново-подзолистой почве - 63% и черноземе - 20%.

Внесение ацетата аммония в почвы из расчета примерно 100 и 300 мг Mg на 100 г почвы вызвало значительное изменение величин необменного закрепления магния. Одноразовое смачивание и высушивание красной ферралитной кислой почвы Кубы вызвало увеличение необменной сорбции магния, в остальных почвах закрепление магния не происходило или наблюдалась десорбция магния. Четырехкратное смачивание и высушивание значительно снижало содержание обменного магния в почвах.

Чернозем и дерново-подзолистая почва после продолжительного компостирования необменно закрепляли примерно одинаковое количество магния при внесении в почвы по 300 мг Mg в форме ацетата на 100 г почвы. Из почвенного раствора, в который было внесено 91 мг Mg на 100 г почвы, красная ферралитная кислая и желтая кварцево-аллитная почвы фиксировали примерно в два, а краснозем и дерново-подзолистая почва в 5 раз меньше, чем в случае внесения 300 мг Mg в форме ацетата на 100 г почвы. Следовательно, увеличение концентрации магния в почвенном растворе способствовало увеличению необменного закрепления магния всеми исследуемыми почвами.

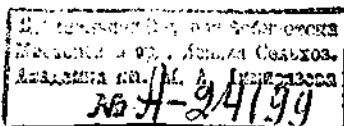


Таблица I

Название почвы	Необменная фиксация магния почвами*									
	Содержание обменного магния в мг Mg на 100 г почвы									
	до опыта	внесено в форме ацетата	общее содержание	одноразовое действие		четырёхразовое действие				
			найдено	зафиксировано	найдено	зафиксировано				
				мг	%		мг	%		
Красная ферралитная кислая	50,2	0	50,2	36,0	14,3	28,4	19,5	50,7	61,2	
	50,2	91,2	141,4	101,4	40,0	28,3	105,4	36,0	25,5	
	50,2	273,6	323,4	283,4	40,0	12,5	239,8	84,0	26,0	
Желтая кварцево-аллитная	22,3	0	22,3	25,5	+3,2	-	16,5	5,8	26,1	
	22,3	91,2	113,5	105,8	7,7	6,8	83,1	30,4	27,0	
	22,3	273,6	295,9	270,8	25,1	8,5	242,0	53,9	18,2	
Краснозем	10,9	0	10,9	23,2	+12,3	-	6,3	4,7	42,7	
	10,9	91,2	102,1	100,4	1,7	1,6	91,7	10,4	10,2	
	10,9	273,6	284,5	275,4	9,1	3,2	230,6	53,8	19,0	
Дерново-подзолистая	7,8	0	7,8	13,9	+6,1	-	2,8	5,0	63,6	
	7,8	91,2	99,0	103,5	+4,5	-	85,6	13,4	13,6	
	7,8	273,6	281,4	277,6	3,8	1,4	210,7	70,7	25,1	
Чернозем	55,8	0	55,8	74,2	+18,4	-	43,8	12,0	21,4	
	55,8	91,2	147,0	161,6	+14,6	-	115,6	31,4	21,4	
	55,8	273,6	329,4	330,0	+0,6	-	256,3	73,1	22,2	
**Красная ферралитная	81,2	91,2	172,4	152,5	19,9	11,5	131,5	40,8	23,7	
**Желтая кварцево-аллитная	58,0	91,2	149,2	122,9	25,3	16,9	103,1	46,1	30,9	
**Краснозем	104,4	91,2	195,6	117,2	78,4	40,1	75,2	120,4	61,5	
**Дерново-подзолистая	17,4	91,2	108,6	86,5	22,1	20,3	72,9	35,7	32,9	
**Чернозем	97,4	91,2	188,6	136,5	52,1	27,5	148,1	40,5	21,5	

* Фиксация магния почвами после одно- и четырёхразового действия смачивания и высушивания

** Почвы, обработанные 25% перекисью водорода.

+ Количество десорбированного магния.

Абсолютное количество необменно поглощенного магния красной ферралитной кислой почвой составляет 84 мг, желтой кварцево-аллитной почвой и красноземом 54 мг, дерново-подзолистой почвой - 70 мг и черноземом - 73 мг Mg на 100 г почвы, что говорит о большой величине необменного поглощения магния в этих почвах.

Удаление органического вещества почв путем обработки его 25% перекисью водорода значительно увеличивало содержание обменного магния во всех почвах. Особенно увеличилось содержание обменного магния в желтой кварцево-аллитной почве и красноземе, где, очевидно, значительная часть магния находится в органоминеральных комплексах.

Почвы с удаленным органическим веществом существенно увеличивали необменное поглощение магния. Уже после однократного действия смачивания и высушивания обнаруживается необменная сорбция магния всеми почвами. Четырехкратное действие этого фактора оказалось в большей степени на фиксации магния в красноземе и дерново-подзолистой почве и в меньшей степени в черноземе.

После компостирования почв и их илистых фракций с ацетатом магния в течение длительного времени с четырехкратным действием смачивания и высушивания реакция среды образцов сменялась от слабокислой до щелочной. Это изменение проявилось в большей степени при внесении больших количеств ацетата магния /табл. 2/.

Таблица 2

Величина pH_{H_2O} образцов почв до и после компостирования их с ацетатом и хлоридом магния

Название почв	$pH_{исх}$	Ацетат магния		Хлорид магния	
		100 мг Mg на 100 г pH после опыта	300 мг Mg на 100 г pH после опыта	300 мг Mg/100г $pH_{исх}$	pH после опыта
Красная ферралитная кислая	6,2	6,5	7,4	4,8	5,0
Желтая кварцево-	5,2	5,35	6,48	4,5	4,5
Краснозем	5,0	7,5	8,0	4,5	5,0
Дерново-подзолистая	5,7	7,6	8,3	5,0	6,0
Чернозем	6,7	7,1	7,5	6,0	6,0

Необменное закрепление магния илестой фракцией /0,001 мм/ почв проявляется в основном в вариантах с реакцией среды в начале компостирования близкой к нейтральной /рН 6-7/. Однако эти величины рН были неустойчивыми, т.е., очевидно, происходило разрушение ацетата с образованием карбонатов магния, что и вызвало указанное выше изменение реакции среды образцов.

Переход обменного магния в необменные его формы обнаруживается определением валового магния в илестых фракциях почв, которое проводилось после выделения обменного магния из образцов ила /табл.3/.

Значительное изменение содержания валового магния после компостирования /в пределах достоверности выполненных анализов/ произошло в образцах илестых фракций чернозема, дерново-подзолистой почвы и краснозема. В иле красной ферраллитной кислой почвы произошло достоверное увеличение валового магния только при величине рН 6-7,5, обеспеченных внесением в образцы $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Компостирование почв с хлористым магнием /по 105 мг Mg на 100 г почвы/ при различной величине рН /от 3 до 8 / с высушиванием в течение месяца при температуре 40° показало неодинаковую величину необменного поглощения магния почвами с возрастанием щелочности почвенного раствора.

Внесение раствора серной кислоты в почвы для создания нужного уровня рН значительно увеличивало во всех почвах содержание обменного магния /особенно при рН 3/. Увеличение щелочности почвенного раствора ведет к уменьшению содержания обменного магния в большинстве почв.

Наибольшая необменная фиксация магния почвами проявляется при рН раствора, равной 7-8. Чернозем, дерново-подзолистая и красная ферраллитная выщелоченная почвы уменьшают количество обменного магния на 30 и более мг на 100 г почвы. В красной ферраллитной кислой почве Кубы количество обменного магния снижается уже при рН 4,5.

Количество магния, необменно поглощенного красной ферраллитной кислой почвой после однократного действия сма-

Таблица 3

Содержание валового и фиксированного магния в илестых фракциях почв

Название почв	рН при компостировании	Навеска ила, г	Внесено Mg в форме ацетата, мг	Найдено после опыта, мг	Закреплено		Содержание валового Mg в мг/г		Доверительный интервал при	
					абсол. мг Mg	относит. мг/г	до опыта М	после опыта М	95%	99%
Красная ферраллитная кислая	4	1,89	27,3	31,5	+4,2	+0,5	6,5	6,0	0,61	2,45
	5	6,4	54,6	52,0	2,6	0,35	6,5	7,0	0,65	2,25
	⁶ Ca	3,78	27,3	24,7	2,6	0,7	6,5	7,3	0,32	1,29
	⁶ Na	3,10	27,3	27,3	-	-	6,5	6,5	0,42	1,77
	7,5	5,97	54,6	46,5	8,1	1,4	6,5	8,0	0,70	2,84
Белая кварцево-аллитная	4	2,64	27,3	30,0	+2,7	+1,0	3,6	1,87	-	-
	6,4	2,18	27,3	25,0	2,3	0,96	3,6	3,74	-	-
Краснозем	4	2,77	27,3	26,0	1,3	0,5	3,7	3,7	0,67	2,71
	5,6	2,91	27,3	17,2	10,1	3,4	3,7	7,1	0,74	2,97
	7,5	3,27	27,3	13,6	13,7	4,4	3,7	8,1	0,61	2,45
Дерново-подзолистая	4	1,52	13,6	12,5	1,1	0,8	4,6	5,4	0,32	1,29
	6,7	1,52	13,6	9,6	4,0	2,7	4,6	7,0	0,4	1,61
Чернозем	5	1,41	27,3	28,0	+0,7	+0,5	12,9	13,2	0,86	3,48
	6	2,54	27,3	18,9	8,4	3,3	12,9	16,2	0,99	4,0
	⁷ Ca	1,69	13,6	3,0	10,6	6,3	12,9	19,2	1,28	5,16
	⁷ Na	1,57	13,6	11,4	2,2	1,5	12,9	14,4	1,15	4,64

⁶Ca. ⁶Na. ⁷Ca. ⁷Na - величины рН, полученные добавлением $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и NaOH, соответственно, в образцы илестых фракций почв перед компостированием их с ацетатом магния.

чивания и высушивания как при внесении ацетата магния, так и хлористого магния превышает количество магния, зафиксированного другими почвами. При внесении хлористого магния в дозе 100 мг Mg на 100 г почвы в других почвах появляется дополнительный магний — десорбированный. При увеличении дозы до 300 мг Mg на 100 г почвы наблюдается закрепление магния внесенных солей. Однако, ацетатный магний закрепляется значительно в больших количествах, чем магний хлористый.

Четырехкратное действие смачивания и высушивания увеличивало величину необменного поглощения магния обеих солей, но в присутствии аниона уксусной кислоты магний фиксировался больше. Так, абсолютное количество необменно поглощенного магния при дозе 270 мг Mg на 100 г почвы в форме $MgCl_2$ в красной ферралитной кислой почве составило 49 мг, почти в 2 раза меньше, чем при той же дозе, но в случае внесения магния в форме ацетата. В желтой кварцево-аллитной почве — 36 мг, примерно в полтора раза меньше, чем в опыте с ацетатом, в красноземе — 18 мг, в дерново-подзолистой почве — 26 мг Mg, в обеих почвах в 3 раза меньше, чем при внесении ацетата магния.

В черноземе количество зафиксированного магния, внесенного в форме хлорида, по абсолютной и относительной величинам близко к величине необменно закрепленного магния в красной ферралитной кислой почве, но это количество магния в полтора раза меньше, чем при компостировании почвы с ацетатом магния.

Влияние сопутствующих катионов Ca^{2+} и Na на необменное поглощение магния изучалось на илстых фракциях красной ферралитной кислой почвы и чернозема. Добавление указанных катионов, естественно, приводило к увеличению щелочности почвенного раствора, поэтому количество вносимой щелочи определялось по величине pH суспензии.

Ил красной ферралитной кислой почвы, промытый дистиллированной водой, имел pH 5, такую же величину pH имел и ил чернозема. Компостирование илстой фракции красной

ферралитной кислой почвы с ацетатом магния проводилось при pH 6, обеспеченной добавлением гидроксида кальция в одном образце и NaOH - в другом. Образцы ила чернозема компостировались в тех же условиях, но при pH 7.

Повышение pH илистой фракции чернозема с 5 до 7 увеличивало необменную фиксацию магния, причем в присутствии кальция магний фиксировался в 4 раза больше, чем в присутствии натрия в почвенном растворе при той же величине pH. Илстая фракция этой почвы в H-форме /pH 5/ необменно поглощала незначительные количества магния, а в отдельных образцах обнаруживался десорбированный магний.

Ил красной ферралитной кислой почвы увеличивал фиксацию магния при повышении концентрации кальция в почвенном растворе и совершенно не фиксировал магний при pH 6 с внесением NaOH. Образец ила этой почвы в H-форме /pH 5 / после четырехкратного действия смачивания и высушивания также практически не фиксировал магний.

Определение валового содержания магния в илстых фракциях до и после опыта /после выделения из них обменного магния/ показывает, что часть внесенного в суспензию магния определяется в сумме с валовым магнием.

Полученные данные о количественной стороне обменного поглощения магния различными по генезису почвами позволяют сделать предположение, что и механизм обменного закрепления магния неодинаков. Использование в опытах почвы имеют различный минералогический состав, и это во многом может обуславливать неодинаковую величину обменного поглощения магния почвами и их илстыми фракциями. Поэтому представляло интерес сравнить величины обменной фиксации магния различными глинистыми минералами.

Методика компостирования минералов аналогична методике компостирования почв. Магний вносился в виде хлористой соли в минералы, растертые до фракции < 0,25 мм.

Минералы монтмориллонитовой группы /к/л, гуморин, бентонит/ и вермикулит, содержащие много конституционного и обменного магния, фиксировали магний уже после первого смачивания и высушивания при добавлении в суспензию 290 мг

Mg на 100 г минерала. Биотит, смесь иллита с каолинитом и чистый каолинит в этом случае практически не закрепляли магний. При концентрации магния в растворе примерно 100 мг Mg на 100 г минерала большинство минералов не проявляли способности фиксировать магний. Четырехкратное действие смачивания и высушивания увеличивало необменное поглощение магния как при малой, так и при большой дозе внесенного в суспензии магния.

Вермикулит необменно поглощал до 124 мг Mg на 100 г минерала, кил и бентонит — 98-96 мг, гумбия — 46 мг Mg. Смесь иллита с каолинитом фиксировала примерно 95 мг магния на 100 г минерала. Клорит и каолинит практически не закрепляли магний из раствора, в который было добавлено 98 мг Mg, и фиксировали незначительное количество этого катиона при добавлении в суспензию в 3 раза большего количества хлористого магния.

Дифференциально-термический, термовесовой и рентгенографический анализы

ДТА, ТВ и рентгенографический анализы применены нами для изучения минералогического состава различных по генезису почв и выявления изменений в составе и свойствах минералов илистых фракций после компостирования последних с ацетатом магния.

Указанные анализы позволили выявить следующие качественные изменения.

В илистых фракциях красной ферралитной кислой почвы и краснозема увеличилось количество адсорбированной воды. Почвы, содержащие слюды, фиксировали аммоний, о чем свидетельствуют экзотермические реакции при 420-450° и уменьшение межплоскостных расстояний слоистых минералов до 10-10,2 Å.

Дифракционные рефлексы при $d = 8,34$ и $4,11$ Å от образцов илистых фракций красной ферралитной кислой, желтой кварцево-аллитной почвы, краснозема и дерново-подзолистой почвы дают основание предполагать образование двойной гид-

роокси алюминия и магния. Образцы илстых фракций всех почв имели увеличенные межплоскостные расстояния до 15-19 Å и более, что может свидетельствовать о наличии катионов или других соединений в промежутках между плоскостями кристаллических решеток.

Ряд дополнительных рефлексов на дифрактограммах компостированных с магнием образцов ила красной тропической почвы и краснозема, по-видимому, обусловлены образованием силикатов магния.

На кривых нагревания образцов илстых фракций краснозема, дерновоподзолистой почвы и чернозема обнаруживается эндотермический эффект с максимумом при 650°, что можно отнести за счет карбоната магния, образовавшегося в результате разрушения ацетата в процессе длительного термостатирования при 40°.

Инфракрасная спектроскопия исследуемых почв

Минералогический состав почв, определенный по ИК-спектрограммам илстых фракций исследуемых почв, в основном совпадает с данными ДТА и рентген-дифрактометрического анализа. Существенные изменения в ИК-спектрах илстых фракций после компостирования их с Mg произошли в интервалах 400-600, 910-930, 1050-1100, 1420, 1660-1730 см⁻¹. Это проявилось в усилении или уменьшении интенсивности поглощения в интервалах указанных частот, в появлении новых полос поглощения, в смещении максимумов и изменении конфигурации пиков на спектрограммах.

Значительное увеличение приведенной оптической плотности образцов ила краснозема, компостированных с Mg, при 1430 см⁻¹ с тенденцией к смещению в сторону больших частот позволяет предполагать появление CO₃²⁻ в образцах. Об этом же свидетельствует увеличение пика при 810 см⁻¹ и проявление асимметрии пика при 1420 см⁻¹ на спектрограмме ила дерново-подзолистой почвы Дейро, 1961; Глебовская, 1971/.

О значительном возрастании числа связей Si-O-Mg²⁺ в образцах илстых фракций почв можно судить по возрастанию зна-

чениям приведенных оптических плотностей для волн с числами 540 см^{-1} , 430 см^{-1} и по дополнительно обнаруживаемой полосе при 422 см^{-1} .

Увеличение оптической плотности образцов ила при 540 см^{-1} и уменьшение таковой при 930 см^{-1} позволяют сделать предположение о том, что имело место изоморфное замещение $\text{Al} - \text{Mg}$ в илстых фракциях краснозема и дерново-подзолистой почвы. На спектрограммах илстых фракций других почв, наоборот, отмечается увеличение приведенной оптической плотности при 930 см^{-1} .

Сорбция магния глинистыми минералами и почвами

При выявлении особенностей сорбции магния на илстых фракциях почв и глинистых минералов и определении относительной сорбируемости катионов, в частности, Ca и Mg , мы применили второй метод Никольского /1947/.

По количеству магния и кальция, поглощенных илстыми фракциями минералов и почв и содержащихся в равновесных растворах, видно, что указанные сорбенты проявляют большую селективность по отношению к кальцию, чем к магнию. Константы обмена этих катионов на илах почв и минералов практически одинаковы как при отношении $\text{Mg}:\text{Ca}$ равном 0,25, так и при $\text{Mg}:\text{Ca}=1$. Полученные величины констант обмена позволяют судить об относительно большей сорбируемости катионов Ca , чем Mg . /табл. 4/. Изобрательное поглощение магния монтмориллонитом несколько больше, чем каолинитом.

Повышение концентрации магния в растворе насыщения хотя и увеличивает количество поглощенного магния, но не настолько, чтобы константа обмена имела ту же величину. Таким образом у сорбентов проявляется разнокачественность адсорбционных мест, обусловленная различием энергия поглощения конкурирующих ионов.

Подтверждением наличия разнокачественных адсорбционных мест служат S-образные кривые сорбции Na , K , Ca , Mg на илстых фракциях монтмориллонита и каолинита /кривые получены методом элюирования иона H^+ указанными катионами/, а так-

Таблица 4

Поглощение Mg и Ca илстыми фракциями минералов и почв из растворов с различным отношением Ca:Mg					
Илстая фракция, извлеченная из минералов и почв	MgCl ₂ CaCl ₂	Поглощено сорбентом		Сумма К	G _{Mg} : G _{Ca} C _{Mg} : C _{Ca}
		Mg мг-экв	Ca на 100 г		
Каолинит	20:80	1,18	7,12	8,42	0,662
	50:50	2,77	5,55	8,32	0,501
	80:20	5,56	2,56	8,12	0,545
Гумрин	20:80	8,9	41,88	50,12	0,865
	50:50	23,68	27,52	51,20	0,861
	80:20	37,76	12,16	49,92	0,772
Красная ферраллитная кислота	20:80	1,45	6,75	8,20	0,860
	50:50	3,20	5,12	8,32	0,630
	80:20	5,12	3,20	8,32	0,400
Черная слитая тропическая	20:80	5,45	26,58	31,98	0,820
	50:50	14,08	17,28	31,36	0,810
	80:20	22,40	7,68	30,08	0,739

же данные по определению Ca и Mg в первой порции раствора насыщения после двухчасового взаимодействия. Илстые фракции минералов /каолинита и гумрина/ в первые 2 часа сорбируют из раствора с отношением Mg:Ca=1 больше катионов магния, чем кальция, а к моменту установления равновесия с новыми порциями того же раствора /через 72 часа/, большая часть сорбционных мест занимает кальций. Илстые фракции почв как в первые два часа, так и через 72 часа сорбируют больше катионов кальция, чем магния.

В И В О Д Ы

I. В условиях большого разнообразия развивающихся процессов почвообразования /ферраллитизации, сиаалитизации, слитообразования, лессивирования и др./ на Кубе формируются почвы с различным содержанием валового, обменного и водорастворимого магния. На основе данных химического анализа выделены три группы почв: в первой группе относятся почвы с низким содержанием обменного магния - до 10 мг Mg на 100 г почвы /красные ферраллитные кислоты, кварцево-ферритные, кварцево-алитные/; во второй группе - почвы

с повышенным содержанием обменного магния, превышающим 10 мг Mg на 100 г почвы, но доля магния в составе поглощенных оснований не превышает 10%, а соотношение Ca:Mg находится в пределах 4-7 и более. В почвах третьей группы обменный магний составляет существенную часть суммы поглощенных оснований - от 25 до 70%, соотношение Ca:Mg - меньше двух, а иногда < 1/.

2. Установлена высокая подвижность магния в почвах, где преобладающим минералом является каолинит и низкое содержание магния в водных вытяжках из монтмориллонитовых почв, в частности, из черных и серых слитых почв.

3. Установлен различный характер динамики Mg и Ca в различных по генезису почвах в сухой и дождливый периоды. В желтой и красной ферраллитных тропических почвах в сухой сезон содержание обменного магния увеличивается, в дождливый период содержание его снижается на 30-100%. В гумусово-карбонатных почвах в сухой сезон содержание обменного магния в пахотном горизонте уменьшается в 1,5-2 раза по сравнению с содержанием его в дождливые месяцы, что еще больше увеличивает неблагоприятное соотношение Ca:Mg.

4. С помощью рентгеноструктурного анализа, дифференциально-термического и термогравиметрического анализов, инфракрасной спектроскопии установлено, что состав минералов в почвах представлен следующими группами:

+ в красной ферраллитной кислой почве - галлуазит, гиббсит, гетит, кварц, смешанно-слоистые минералы хлорит-монтмориллонитового типа;

- в желтой кварцево-аллитной почве - каолинит, гиббсит, кварц, смешанно-слоистые минералы слюда-монтмориллонитового типа;

- в красноземе - каолинит, гиббсит, гетит, хлорит, гидрослюда и монтмориллонит;

- в дерново-подзолистой почве - смешанно-слоистые минералы иллит-монтмориллонитового типа, каолинит, хлорит, кварц, гиббсит;

- в черноземе - монтмориллонит, гидрослюда, каолинит, хлорит, кварц. /Минералы указаны в порядке уменьшения содержания их в илтистых фракциях почв/.

5. По данным дифференциально-термического и термогравиметрического анализов определены основные минералы в красной ферралитной кислой, кварцево-аллитной, гумусово-карбонатной и желтой глееватой глинистой почвах.

6. Установлено, что повышение концентрации ионов водорода в почвенном растворе усиливает выветривание аллюмомагнетизальных силикатов и магнийсодержащих удобрений, что повышает содержание магния в почвах.

7. В полевых и лабораторных условиях установлен факт необменного закрепления магния в почвах. Основными факторами, определяющими размер необменного закрепления магния, являются влажность почвы, многократность действия смачивания и высушивания, реакция среды, сопутствующие катионы, концентрация магния в почвенном растворе и содержание органического вещества.

8. При внесении в почвы 90-270 мг Mg в форме ацетата и при многократном действии смачивания и высушивания красная тропическая почва закрепляет 34-36 мг, желтая кварцево-аллитная - 30-53 мг, краснозем - 10-53 мг, дерново-подзолистая почва - 13-70 мг, чернозем - 31-73 мг Mg на 100 г почвы. Магний, внесенный в форме хлорида фиксируется в значительно меньших количествах.

9. Слоистые расширяющиеся минералы типа 2:1 необменно закрепляют в идентичных с почвами условиях до 90-120 мг Mg на 100 г минерала. Минералы группы каолинита, хлорита и биотита закрепляют магний в незначительных количествах.

10. Основными условиями необменного закрепления магния в почвах и глинистых минералах являются щелочная среда и высокая концентрация магния в почвенном растворе. В этих условиях закрепление магния идет путем образования простых и двойных гидроксидов Mg и Al как на поверхности минералов, так и в межслоистых промежутках слоистых минералов. В почвах с малым содержанием полоторных оксидов

образуются карбонаты магния.

II. Рентгеноструктурный анализ и инфракрасная спектроскопия показали, что часть магния закрепляется в форме силиката, чему также способствуют щелочная реакция среды и высокая концентрация магния в почвенном растворе. На основании данных ИК-спектроскопии предполагается, что в красной тропической почве и красноземе шло изоморфное замещение Mg на Al.

12. Определены константы обмена Ca и Mg на илстых фракциях почв и минералов. Нелинейность изотерм обмена Ca и Mg на этих фракциях обусловлена как разнокачественность сорбционных мест, из которых незначительная часть проявляет большее "сродство" к Mg, другая часть - к Ca, так и влиянием раствора ацетата аммония, примененного для вытеснения поглощенных катионов.

Рекомендация производству

I. В агропроизводственных целях рекомендуется выделять три группы почв:

1. Почвы с низким содержанием обменного магния - < 10 мг Mg на 100 г почвы.
2. Почвы, в которых доля магния в поглощающем комплексе меньше 10% от суммы обменных оснований.
3. Почвы с высоким содержанием валового и обменного Mg и с благоприятным для растений соотношением Ca:Mg.

Низкая обеспеченность почв первой группы магнием и неблагоприятное соотношение Ca:Mg в почвах второй группы ставят практическую необходимость наряду с другими удобрениями обязательно вносить магниевые туки.

2. Внесение магниесодержащих удобрений типа серпентинита, талька, мартеновского шлака и доломита необходимо сочетать с внесением физиологически кислых удобрений. В случае известкования почв необходимо применять водорастворимые магниевые удобрения.

Материалы диссертации изложены в следующих работах:

1. Магннеевое питание некоторых тропических культур. В сб. "Магннеевое питание растений в условиях влажных тропиков и субтропиков". М., 1971.
2. Влияние влажности и реакции среды почвы на подвижность магния удобрений. Ж. "Субтропические культуры", №5, 1971 /в соавторстве/.
3. Содержание форм магния по профилю тропических почв Кубы. Доклад на IV научной конференции сотрудников сельскохозяйственного факультета УДН, 1972 г.

Д-83744 от 21.XI.1972 Объем 2 п.л. Тираж 200 экз. Зак.1479

Типография Университета дружбы народов
имени Патриса Лумумбы
Москва, ул.Орджоникидзе,3