

ЛЕНИНГРАДСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

МАКАРОВ В. А.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

(на примере Бабаевского, Кадуйского
и Череповецкого районов)

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 532 — ПОЧВОВЕДЕНИЕ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

ЛЕНИНГРАД — ПУШКИН
1969

Ленинградский сельскохозяйственный институт

На правах рукописи

МАКАРОВ В.А.

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДЕРНОВО-
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ
/ на примере Бабиевского, Кадудского и
Чероовецкого районов/

Специальность 532 - почвоведение

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

705028

Ленинград-Пушкин

1969

Работа выполнена на кафедре неорганической химии Ленинградского сельскохозяйственного института в течение 1965-1968 г.г.

Научный руководитель - доктор сельскохозяйственных наук, профессор Б.Р.Гладилович.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н.А.Сапожников и кандидат сельскохозяйственных наук, доцент О.В.Юрлова.

Ведущее предприятие - Северо-Западный научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Автореферат разослан "23" *января* 1969 г.

Защита диссертации состоится "25" *февраля* 1969 года на заседании Совета агрономического факультета Ленинградского сельскохозяйственного института по адресу: г.Пушкин, Комсомольская ул. дом 14, ауд.225.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета Л.А.Синякова.

Введение

За последние 25-30 лет установлена весьма важная физиологическая роль микроэлементов в живых организмах. Многочисленными исследованиями показано, что микроэлементы являются не случайными компонентами, а совершенно необходимыми для нормального существования организмов.

Важную физиологическую функцию микроэлементов связывают в свете современной науки с положением этих элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Многие микроэлементы / марганец, кобальт, медь, цинк, молибден, хром, ванадий и др. / относятся к электронному семейству d - элементов с их недостаточно устойчивой электронной оболочкой атомов и склонностью к комплексообразованию. Подтверждением правильности такой точки зрения является наличие в живых клетках большого числа разнообразных комплексных соединений органических веществ с микроэлементами - так называемых металлоферментов / например, фермент нитроредуктаза, содержащая молибден, карбоангидраза, имеющая в составе цинк, и мн. др. /.

В связи с этим актуальным является широкое изучение микрохимического состава различных природных объектов и в первую очередь почв, как источника микроэлементов для растений. Отсюда несомненно тесная связь между содержанием микроэлементов в почве и уровнем ее плодородия.

За последние годы накоплен значительный материал по содержанию микроэлементов в различных типах почв СССР. Однако, по многим районам Советского Союза таких данных еще недостаточно, а по некоторым, как например, по Вологодской

области эти данные отсутствуют.

Исходя из этого, нами проводились исследования, имеющие следующие цели:

1. Изучение валового количества и содержания подвижных форм меди, цинка, бора, молибдена, марганца и кобальта в дерново-подзолистых почвах Вологодской области.

2. Выявление некоторых зависимостей между количеством микроэлементов, механическим составом и агрохимическими показателями изучаемых почв.

3. Наблюдения за динамикой содержания микроэлементов в дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почвах.

4. Изучение выноса микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур.

5. Исследование поступления микроэлементов в почву при внесении минеральных и органических удобрений.

6. Характеристика накопления и вымывания микроэлементов в условиях изучаемых почв.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования нами в Бабьевском, Кадуйском и Череповецком районах Вологодской области были заложены 48 разрезов наиболее типичных дерново-подзолистых почв, из которых за период 1965-1968 г.г. мы отбирали почвенные образцы для химических анализов.

Для изучения динамики содержания микроэлементов были выбраны площадки под различными угодьями на дерново-подзолистых почвах указанных районов. Для сопоставления аналогичные площадки были намечены на дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почвах Ленинградской области.

Наблюдения за динамикой микроэлементов мы проводили

только в гумусовом горизонте почв. Для этой цели ежемесячно в период с мая по октябрь 1965-1966 г.г. в 10-15 местах каждой площадки на глубину пахотного горизонта брали пробы почв, из которых составляли смешанные образцы.

Образцы почв в Вологодской области отбирали на пашне, многолетних травах, валежи и в лесу / колхоз "Андога" Кидуйского района/. В Ленинградской области - на пашне и валежи на дерново-карбонатных почвах / совхоз "Лаголово" Ломоносовского района/, на пашне и долголетнем культурном пастбище на дерново-подзолистых почвах / совхоз "Детскосельский" Тооненского района/.

Для характеристики выноса микроэлементов мы определяли содержание меди, цинка и марганца в урожае картофеля, ржи, клевера и трав.

Для изучения поступления микроэлементов с вносимыми в почву удобрениями было проведено определение меди, цинка, марганца и кобальта в минеральных и органических удобрениях, используемых в области.

Спределение количества микроэлементов проводили по методикам Пейве-Ринькис, разработанным в лаборатории биохимии почв и микроэлементов института биологии АН Латвийской ССР. Валовое содержание меди, цинка, молибдена, марганца и кобальта в почвах и удобрениях находили после разложения навески смесью азотной и серной кислот и добавления перекиси водорода. Для исследования валового количества бора навеску почв озоляли парами азотной кислоты с последующим кипячением с серной кислотой в течение пяти минут.

Содержание микроэлементов в урожае растений определяли после озоления парами азотной кислоты при температуре 800°

Определение меди и цинка велось при помощи цветных шкал минеральных солей / Г.А.Ринько, 1963/, остальных микроэлементов - посредством фотоколориметра ФЭК-М. Медь и цинк определяли в виде дитизонатов, бор - хиналивариновым, молибден - роданидным, марганец - персульфатным методами, кобальт - с нитрозо - R - солью.

Для агрохимической характеристики почв определение рН / в КС E / проводили электрометрически на потенциометре ЛПУ-0,1, гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований - по Каппену, гумуса - по Тюрину, подвижной фосфорной кислоты - по Кирсанову / в дерново-подзолистых почвах / и Мачигину / в дерново-карбонатных /, подвижного калия - по Пейве, механического состава - методом Качинского.

Полученные данные находятся в пределах достоверности методов химического анализа.

Выловое количество и содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Вологодской области

Вологодская область расположена в таяжно-лесной зоне, для которой характерны биогеохимические провинции с резко выраженным недостатком в почвах меди, бора, кобальта, иода при сравнительно высоком содержании марганца и цинка / В.В.Новальский, 1963/.

Основным источником поступления микроэлементов в почву являются почвообразующие породы / А.П.Виноградов, 1957/. От их минералогического и химического состава, а также от характера почвообразовательного процесса зависит содержание микроэлементов в почве.

По полученным нами результатам количество микроэлементов

в почвах Вологодской области различно и колеблется в пределах / мг/кг/: меди - 5-23, цинка - 19-125, бора - 11,4-21,7, молибдена 1,4 -4,0, марганца 250-1650 и кобальта 2,7-8,5.

Наименьшее количество меди, бора, марганца и кобальта содержат песчаные и супесчаные почвы, значительно большие количества микроэлементов содержатся в суглинистых почвах. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследований А.Н. Небольсина для почв Ленинградской области. Валовое содержание молибдена сравнительно одинаково во всех исследованных почвах. Содержание цинка значительно колеблется, что обусловлено различным количеством его в материнских породах.

В табл.1 приводятся выборочно данные по валовому содержанию микроэлементов для наиболее типичных почв изучаемых районов.

Рассматривая распределение микроэлементов по профилю почв, можно отметить следующее. Наибольшее количество валовой меди содержится в верхнем горизонте почвы. При переходе в подзолистый или оподзоленный горизонты содержание меди уменьшается, а в иллювиальном горизонте и материнской породе вновь увеличивается. Аналогичная закономерность наблюдается и в распределении цинка и бора. Заметное накопление этих микроэлементов в верхней части профиля объясняется, очевидно, их биологической аккумуляцией, а также способностью элементов, например цинка, давать с органическим веществом почвы стойкие металлоорганические комплексы.

Минимальное количество валового молибдена содержит подзолистый горизонт почв. В иллювиальном горизонте наблюдается относительное обогащение молибденом, особенно если в нем

накапливаются большие количества железа и алюминия, с которыми молибден образует малоподвижные соединения.

Содержание валового марганца по профилю почвы неодинаково. Наименьшее его количество содержится в подзолистом горизонте почв. Затем в иллювиальном горизонте наблюдается увеличение количества марганца, достигающего максимума в материнской породе.

Валовое содержание кобальта в верхнем горизонте почвы ниже, чем в материнской породе. Однако наименьшее количество кобальта отмечается в подзолистом горизонте.

Для эффективного плодородия почв существенное значение имеет и содержание подвижных форм микроэлементов. Проведенные нами исследования показали, что по отношению к валовому количеству подвижные формы составляют: медь - 15-30%, бор - 1-5%, молибден - 6,5-23%, марганец - 5-40%, кобальт - 5-30%, цинк - 1-5%. (Табл. 2)

Можно полагать, что содержание подвижных форм микроэлементов зависит не только от их валового количества, но и от условий, определяющих подвижность микроэлементов, от их способности образовывать с органическим веществом почвы прочные металлоорганические комплексы, от содержания гумуса, реакции среды и т.д. Так, например, нами обнаружена зависимость между содержанием подвижной меди и количеством гумуса: почвы, более богатые перегноем, содержат больше подвижной меди / коэффициент корреляции 0,645; вероятность достоверности 0,995/.

Невысокая подвижность цинка в исследованных почвах наблюдается при pH 5,5-6,9 и возрастает в более кислой среде. В таких условиях степень подвижности цинка хорошо согласуется с кислотностью почв / коэффициент корреляции между

Таблица 1

Валовое содержание микроэлементов в дерново-
подзолистых почвах / в мг на кг почвы/

П о ч в а	Гори- зонт	Глу- бина /см/	Медь	Цинк	Бор	Молиб- ден	Марга- нец	Ко- бальт
Дерново-слабоподзолистая, легко- суглинистая, на валунном суглин- ке. Колхоз "Рассвет", Бабяевский район / пашня/	A ₁ зх	0-22	9,7	29,8	16,79	1,90	830,0	-
	A ₂ зх	22-29	7,6	19,3	12,44	1,45	525,0	-
	B ₁ зх	29-41	8,1	21,7	14,68	1,80	610,0	-
	B ₂ зх	41-79	8,5	31,1	11,53	1,80	759,0	-
	C	79-110	8,9	36,4	19,32	2,80	917,0	-
Дерново-слабоподзолистая, сред- несуглинистая на моренном суг- линке. Колхоз "Андога", Кадуийский район / пашня/	A ₁ зх	0-18	18,3	76,5	10,98	-	890,0	4,50
	A ₂ зх	18-38	11,6	61,4	8,76	-	800,0	4,50
	B ₁ зх	38-69	15,4	67,2	9,87	-	900,0	6,00
	C	69-110	18,00	66,9	9,64	-	1350,0	9,20
Дерново-сильноподзолистая, среднесуглинистая на тяжелом валунном суглинке. Совхоз "Космодемьянец", Черепов- ецкий район / залежь/	A ₁	0-16	23,1	69,4	13,4	1,14	1650,0	8,32
	A ₂	16-45	14,0	50,3	6,71	0,79	1250,0	6,74
	B	65-110	19,5	59,3	10,13	0,94	1570,0	9,15
	C	110-140	21,5	59,8	9,73	0,94	1720,0	11,72

содержанием обменного цинка и гидролитической кислотностью составляет 0,475; вероятность достоверности 0,995/.

Содержание подвижных форм молибдена в почвах низкое и зависит от кислотности почвы. Кислые почвы содержат незначительное количество молибдена, что можно объяснить более прочным закреплением молибдена в кислой среде.

Содержание подвижного марганца в почвах относительно высокое. Подвижность марганца зависит от кислотности почвы. Подвижность марганца увеличивается и при избыточном увлажнении почвы, в результате чего создаются анаэробные условия, благодаря которым соединения марганца более высокой валентности восстанавливаются до растворимой двухвалентной формы.

Большинство исследованных нами почв бедно воднорастворимым бором. Однако более окультуренные почвы, где вносятся много органических удобрений средне обеспечены этим элементом.

Динамика содержания меди, цинка и марганца в дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почвах

Поступление в растения микроэлементов зависит от содержания их подвижных форм, которое может изменяться в течение вегетационного периода. Мы провели изучение динамики содержания меди, цинка и марганца в дерново-подзолистых почвах Вологодской области и в дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почвах Ленинградской области. В табл. 3 приводятся частично полученные результаты.

Из таблицы видно, что содержание подвижных форм микроэлементов в исследованных почвах не остается постоянным за вегетационный период. Наибольшее количество меди, цинка

Таблица 2

Содержание подвижных форм микроэлементов в дерново-
подзолистых почвах / в мг на кг почвы/

П о ч в а	Гори- зонт	Глу- бина /см/	Медь	Цинк	Бор	Молиб- ден	Марга- нец	Ко- бальт
Дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая на валунном суглинке. Колхоз "Рассвет", Бабаев- ский район / пашня/	A _{пвх}	0-22	2,7	1,10	0,27	0,16	94,2	-
	A _{2B} ¹	22-29	1,0	0,90	0,17	0,10	41,3	-
	B ₁	29-41	1,4	1,00	0,23	0,12	56,4	-
	B ₂	41-79	1,9	1,00	0,21	0,14	72,5	-
	C	79-110	1,9	1,20	0,18	0,19	69,3	-
Дерново-слабоподзолистая, среднесуглинистая на морен- ном суглинке. Колхоз "Андога", Кадушский район / пашня/	A _{пвх}	0-18	4,2	1,50	0,13	-	62,6	0,50
	A _{2B}	18-38	3,8	0,95	0,05	-	41,2	0,29
	B	38-69	5,9	0,90	0,08	-	43,8	0,59
	C	69-110	6,5	0,80	0,10	-	124,8	0,76
Дерново-сильноподзолистая среднесуглинистая на тяжелом валунном суглинке. Совхоз "Комсомолец", Чере- повецкий район / залежь/	A ₁	0-16	5,5	0,95	0,39	0,13	274,3	1,13
	A ₂	16-45	3,2	0,70	0,26	0,03	195,6	1,10
	A _{2B}	45-65	2,1	1,15	0,34	0,09	226,4	1,23
	B	65-110	4,7	0,87	0,62	0,09	225,3	1,47
	C	110-140	4,9	0,86	0,37	0,11	203,4	2,18

Таблица 3

Динамика подвижных форм микроэлементов в гумусовом горизонте некоторых почв Вологодской области и Ленинградской области / мг/кг /
1965-1966 г.г.

П о ч в а	Сроки взятия проб	Медь	Цинк	Марганец
Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке. Вологодская область / лес /	28.1X-1965 г	5,8	0,91	121,0
	26.У-1966 г.	6,2	1,32	137,0
	26.У1 "	4,2	0,89	90,0
	27.УП "	3,9	1,06	70,0
	28.УШ "	2,9	1,00	87,0
27.1X "	4,9	1,28	138,0	
Дерново-сильноподзолистая, среднесуглинистая на моренном валунном суглинке. Вологодская область / лес /	28.1X-1965 г	4,0	4,06	78,4
	26.У-1966 г.	3,9	4,62	92,6
	26.У1 "	3,8	3,14	92,9
	27.УП "	4,1	3,20	81,4
	28.УШ "	4,3	3,83	97,5
27.1X "	4,8	4,64	109,6	
Дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая на ленточной глине. Ленинградская область / пашня /	24.1X-1965 г	9,2	1,70	124,0
	23.У-1966 г.	10,5	1,79	147,0
	24.У1 "	7,5	1,37	106,0
	23.УП "	7,1	1,49	93,0
	25.УШ "	8,3	1,57	112,2
23.1X "	11,4	1,65	132,6	
Дерново-карбонатная, выделоченная, легкосуглинистая, на карбонатном легком суглинке. Ленинградская область / пашня /	24.1X-1965 г	6,2	0,84	70,0
	23.У-1966 г	6,3	0,93	82,8
	24.У1 "	5,0	0,75	74,1
	23.УП "	5,3	0,67	70,8
	25.УШ "	5,8	0,76	78,5
23.1X "	6,2	0,80	85,3	

и марганца в пахотном слое наблюдается весной и осенью, что объясняется наличием восстановительных условий с усилением процессов минерализации органических остатков и возможным подкислением почвы за счет продуктов их разложения / М.С.Джурко, 1961/.

Наименьшее содержание подвижных форм меди, цинка и марганца в почвах приходилось на летний период, что можно объяснить более энергичным поступлением микроэлементов в растения.

Для дерново-карбонатных почв Ленинградской области также характерно накопление подвижных форм микроэлементов в весенне-осенний период. Однако, подвижность их в этом случае выражена слабее по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, что очевидно связано с уменьшением кислотности / рН = 7/.

Некоторые вопросы баланса микроэлементов в почвах Вологодской области

Несмотря на очевидную актуальность, вопросы баланса микроэлементов в почвах исследованы очень мало. Нам известны две работы, посвященные изучению баланса цинка в окультуренных почвах Дании / *F. Steenbeed & E. Boker*, 1950, *H. E. Jensen, C. U. Lamm*, 1963/. Авторы рассматривают такие источники цинка в почве, как органическое вещество, поступление цинка с удобрениями. Кроме того, в данных работах большое внимание уделяется процессам вымывания цинка из почвы и выносу его с урожаем сельскохозяйственных культур.

В связи с малой исследованностью рассматриваемых вопросов мы изучали: вынос микроэлементов с урожаем ряда

сельскохозяйственных культур; поступление микроэлементов в почву с минеральными и органическими удобрениями; накопление и вымывание микроэлементов в условиях дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почв.

Вынос микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур.

Вынос микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур изучался М.В.Катальмовым /1946, 1956, 1965/, К.К.Бамбергем /1962/, И.С.Лупиновичем и Л.Н.Гавриловой /1965/. В результате исследований авторы пришли к выводу, что отчуждение микроэлементов с урожаем растений зависит как от их видовых особенностей, так и от свойств почвы.

Для характеристики выноса микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур необходимо знать: а/ величину запаса подвижных форм микроэлементов в пахотном слое почв; б/ содержание микроэлементов в урожае изучаемых культур; в/ высоту их урожайности.

В табл.4 приводятся данные, показывающие запасы подвижных форм микроэлементов в пахотном слое почв.

Таблица 4
Запасы подвижных форм микроэлементов в пахотном горизонте некоторых почв Вологодской области

П о ч в а	Содержание / в кг/га/					
	меди	цинка	марганца	кобальта	молибдена	бора
Дерново-слабоподзолистая на водно-ледниковых отложениях	1,80	0,26	57,0	0,21	0,12	0,40
Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на моренном суглинке	2,10	0,36	69,0	0,39	0,17	0,50
Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на карбонатном суглинке	2,35	0,41	58,0	0,44	0,23	0,58

В табл.5 приводятся результаты определения микроэлементов в ряде растений, возделываемых в Вологодской области.

Таблица 5

Содержание меди, цинка, марганца, кобальта и молибдена в некоторых сельскохозяйственных культурах.

Культура	Количество / в мг/кг сухого вещества/				
	меди	цинка	марганца	кобальта	молибдена
Озимая рожь:					
зерно	8,3	19,0	87,0	0,12	0,09
солома	5,4	32,0	153,0	0,15	0,27
Картофель:					
клубни	4,4	14,0	13,0	0,04	0,18
ботва	14,0	172,0	194,0	0,28	0,30
Многолетние травы:					
клевер с тимофеевкой	8,7	34,0	105,0	0,18	0,73
клевер	11,6	45,0	97,0	0,23	0,30

Результаты, представленные в таблице 5 показывают, что содержание микроэлементов в различных растениях сильно варьирует в зависимости от их биологических особенностей. Разные химические элементы поглощаются растениями с неодинаковой интенсивностью, которую В.Б.Польнов /1950/ предложил характеризовать как отношение количества элемента содержащегося в золе растений, в количестве этого элемента в почве / коэффициент биологического поглощения A_x /.

При вычислении нами коэффициентов биологического поглощения оказалось, что во всех случаях величина A_x превышает единицу. Это указывает на интенсивное накопление микроэлементов растениями.

При определении выноса микроэлементов мы воспользовали-

Таблица 7

Содержание микроэлементов в минеральных удобрениях /кг/кг/

Название удобрения	Место, откуда получено удобрение	Медь			Марганец			Кобальт			Цинк		
		вало- вая	под- виж- ная	водно- раст- вори- мая	вало- вый	под- виж- ный	водно- раст- вори- мый	вало- вый	под- виж- ный	водно- раст- вори- мый	вало- вый	СО- мен- ный	водно- раст- вори- мый
Нитрофоска	Московский завод минеральных удобрений	1,47	1,15	0,71	15,0	12,8	9,3	0,32	0,56	0,34	0,20	0,15	0,09
Аммиачная селитра		следы						следы					
Суперфосфат простой	Чевский суперфосфатный завод	1,18	0,93	0,75	31,2	27,5	22,6	0,52	0,39	0,32	0,27	0,20	0,14
Суперфосфат гранулированный	Золковский суперфосфатный завод	1,20	1,10	0,35	55,0	44,3	37,5	0,30	0,48	0,29	0,42	0,31	0,17
Суперфосфат двойной гранулированный		2,15	1,79	1,32	127,5	115,0	100,0	0,32	0,71	0,57	0,44	0,39	0,21
Сульфатная мука	Кингисеппское месторождение	2,10	1,55	0,94	22,5	19,6	18,4	1,44	1,14	0,23	0,94	0,51	0,23
Хлористый калий	Соликамское месторождение	1,70	1,51	0,92	15,3	12,9	3,7	2,20	1,32	0,42	следы		

лись данными по урожайности, полученными в колхозе "Андога" Кадуиского района Вологодской области, где проводились исследования. В табл. 6 помещены полученные результаты.

Таблица 6

Вынос микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур

Культура	Урожай/ц/га/		В ы н о с / в г/га/				
	зерна /клуб- ней/	осо- лы /ботвы зена/	меди	цинка	мар- ганца	ко- баль- та	молиб- дена
Овiesная рожь	18,0	35,0	20,9	52,0	77,9	7,8	5,3
Картофель	150,0	100,0	92,7	120,0	264,0	11,6	7,7
Клевер и тимо- феевка	-	15,0	28,2	96,3	104,0	5,9	7,6
Клевер	-	22,0	26,3	118,0	154,0	5,3	9,5

При сопоставлении приведенных в табл. 4 и 6 данных можно видеть, что за вегетационный период растения используют лишь небольшую часть запаса подвижных форм микроэлементов. Так, овiesная рожь в условиях дерново-подзолистых почв в Вологодской области потребляет подвижной меди около 1,0%, обменного цинка 15,3%, подвижных марганца - 0,2%, молибдена - 3,3% и кобальта - до 2% общего запаса подвижных форм микроэлементов в почве.

Таким образом, ежегодно с урожаем сельскохозяйственных культур выносятся относительно небольшое количество микроэлементов. Следует заметить, что содержание микроэлементов в одной и той же культуре может сильно варьировать при воздействии человека на почву. Так, при внесении микроудоб-

Таблица 8

Содержание микроэлементов в некоторых органических удобрениях / в мг на кг сухого вещества /

Название удобрений х/	Место, откуда получено удобрение	М е д ь		Марганец		Кобальт		Ц и н к	
		валовая	подвижная	валовый	подвижный	валовый	подвижный	валовый	обменный
Н а в о з	колхоз "Андога"	6,75	1,37	137,2	31,2	3,82	0,94	5,35	0,85
Торф верховой	Цаколовское месторождение	4,75	0,59	335,0	47,5	3,60	0,69	4,62	0,64
Торф переходный	Шаковское месторождение	5,30	0,71	400,0	25,0	4,51	1,40	6,90	0,79
То же	Лариковское месторождение	3,05	0,67	200,0	65,0	3,35	1,35	7,20	0,76
Торф низинный	Терпеловское месторождение	2,18	0,74	244,0	9,46	5,83	1,37	3,85	0,56

х/ Влажность навоза в момент взятия образца - 63%, влажность торфа колебалась от 64 до 70%.

рений увеличивается содержание микроэлементов в почве, усиливается поглощение их растениями / Л.Л.Щетинина, 1967/, в результате чего повышается урожай и улучшается его качество.

Однако, если учесть, что применение микроудобрений осуществляется еще далеко не везде, то станет ясным, что за 8-10 лет / примерно за ротацию севооборота/ отчуждается большое количество необходимых растениям микроэлементов, запасы которых в почве несомненно должны периодически пополняться.

Поступление микроэлементов при внесении минеральных и органических удобрений

Поступление микроэлементов в почву происходит не только с внесением микроудобрений. Минеральные и органические удобрения также содержат микроэлементы. Мы провели определение меди, цинка, марганца и кобальта в ряде минеральных и органических удобрений, применяемых в Вологодской области. Полученные результаты приведены в табл. 7 и 8.

Как видно из табл. 7 все изучаемые минеральные удобрения, кроме аммиачной селитры, содержат микроэлементы, количество которых сильно варьирует. Следует отметить, что 75-80% от видового содержания микроэлементов в минеральных удобрениях находится в подвижной, усвояемой для растений, форме. Около 70-75% подвижных форм представлены воднорастворимыми соединениями. Наименьшее количество последних обнаружено в калийной соли / меди и марганца/, хлористом калии / цинка/.

Проведенные нами подсчеты показывают, что если среднюю норму минеральных удобрений / $N_{100} P_{200} K_{200}$ /, применяемых на гектар пашни, принять за 500 кг, то с ними в почву будет вне-

оено до 1 г меди, 20-25 г марганца, около 0,6 г кобальта и около 0,25 г цинка.

Из табл.8 видно, что органические удобрения содержат довольно большое количество микроэлементов. Так, с внесением одной тонны навоза при обычной для него влажности / 60-65% / в почву попадает до 2 г меди, 35-40 г марганца, около 1 г кобальта и до 1,5 г цинка.

Однако, подвижность микроэлементов в навозе значительно меньше, чем в минеральных удобрениях и составляет не более 25% от валового количества. Приблизительно такая же картина наблюдается и для торфов, применяемых в виде удобрений. Таким образом, с минеральными и органическими удобрениями в почву попадают относительно небольшие количества микроэлементов, но их следует принимать во внимание при расчете норм внесения микроудобрений.

Накопление и вымывание микроэлементов в условиях дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почв

Для количественной характеристики накопления микроэлементов в почве и их вымывания мы воспользовались пересчетом по методике Коссовича, которая применяется в почвоведении при определении степени выноса и накопления макроэлементов / О.А.Грабовская, А.А.Роде, 1934/. При этом содержание тех или иных форм микроэлементов в материнской породе принимается за 100% и по отношению к этой величине рассчитывается содержание микроэлементов во всех горизонтах почвы. Указанные расчеты позволяют судить о том, какие процессы вымывания или накопления преобладают в почве.

Приводимые в табл.9 данные позволяют сделать вывод о том, что процессы накопления и вымывания различных микро-

Таблица 9

Накопление /+ / и вымывание /- / микроэлементов в условиях дерново-подзолистых и дерново-карбонатной почвы

Почва	Горизонт	Глубина заятия обрыва/ см/	М е дь		Ц и н к		Марганец	
			вало- вая	под- виж- ная	вило- вой	обмен- ный	вило- вой	под- виж- ный
Дерново-слабоподзолистая, среднесуглинистая на моренном валунном суглинке пашня	A _{пах}	6-15	+29	+39	-31	-25	-30	-
	A ₂ B	24-36	-32	-42	-48	-38	-31	-3
	B	52-60	-14	-14	-15	-31	-11	-3
	C	90-100	0	0	0	0	0	
Дерново-слабоподзолистая, среднесуглинистая на моренном суглинке/многочлетние травы /	A _{пах}	6-17	+ 2	+ 4	+120	+17	-34	-4
	A ₂ B	29-38	-35	-41	+ 24	+ 2	-41	-5
	B	52-60	-13	-10	- 10	+27	-29	-4
	C	90-100	0	0	0	0	0	
Дерново-сильноподзолистая, среднесуглинистая на моренном валунном суглинке/лес/	A ₀	0-5	-	-	-	-	-	-
	A ₁	7-14	-3	0	+19	+2	-20	-
	A ₂	24-34	-19	-11	+ 5	-9	-20	+
	A ₂ B	42-50	-53	-26	-17	-17	-40	-3
	B C	68-79 83-95	-8 0	-11 0	+4 0	0 0	-27 0	-3
Дерново-карбонатная выщелоченная, легкосуглинистая на карбонатном среднем суглинке /пашня/	A _{пах}	10-23	+10	+47	+19	+100	-15	+1
	B ₁	26-34	+21	+19	+40	+55	-14	+1
	B ₂	38-52	+9	+12	+30	+38	-10	-1
	BC C	62-80 105-115	-5 0	+5 0	+14 0	+12 0	-12 0	-

элементов выражаются по равному. Так, валовая и подвижная медь заметно накапливается в гумусовом горизонте, особенно на пашне. Только в почве под лесом количество меди в горизонте A_1 было близким к содержанию ее в материнской породе. Для марганца характерно вымывание его по профилю всех исследованных почв. Наиболее резко процесс вымывания выражен в почве под многолетними травами.

В отношении валового и обменного цинка наблюдается заметное накопление в гумусовом горизонте почвы под многолетними травами и под лесом, тогда как на пашне отмечается вымывание цинка.

Для дерново-карбонатной почвы было типично преобладание процессов накопления микроэлементов, за исключением валового марганца, заметно вымываемого по всему профилю почвы.

В ы в о д ы

1. Исследованные нами почвы Вологодской области характеризуются низким или средним содержанием подвижной меди, низким содержанием обменного цинка и бедны подвижными формами молибдена и кобальта. Для преобладающего большинства почв типично высокое содержание подвижного марганца. Количество валового бора в почвах колеблется в широких пределах, однако большая часть исследованных почв была бедна воднорастворимым бором.

2. Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах изменяется в течение вегетационного периода. Наибольшее содержание подвижных форм меди, цинка и марганца наблюдается в весенний и осенний периоды. Минимальное количество этих элементов приходится на летние месяцы. Характер динамики

микроэлементов определяется окислительно-восстановительными условиями в почве и особенностью поступления микроэлементов растения.

3. С урожаем сельскохозяйственных культур выносятся сравнительно небольшое количество микроэлементов относительно общего запаса их подвижных форм в почве. Однако, в течение 8-10 лет / примерно за ротацию севооборота/ отчуждается большое количество микроэлементов, количество которых в почве необходимо периодически пополнять.

4. С органическими и минеральными удобрениями в почву вносятся разные количества микроэлементов, которые необходимо учитывать при расчете норм применения микроудобрений. Выпускаемые заводами минеральные, торфо-аммиачные /ТАУ/ и торфо-минерально-аммиачные /ТМАУ/ удобрения должны иметь паспорта на содержание микроэлементов.

5. Для дерново-подзолистых почв характерно преобладание процессов вымывания микроэлементов в нижележащие горизонты, тогда как на дерново-карбонатных почвах наблюдается заметное накопление микроэлементов в гумусовом горизонте.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Содержание некоторых микроэлементов в почвах Кадуйского района Вологодской области. Записки ЛСХИ, том 117, в. 2.

Материалы диссертации докладывались на научной конференции преподавателей и аспирантов ЛСХИ в феврале 1968 года.