

УДК 631.24:631.42

ХИМИЧЕСКАЯ АВТОГРАФИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

В. И. САВИЧ, ФАНЬ ЕКУАНЬ, Е. В. ТРУБИЦИНА, М. Г. РОЩУПКИНА
(Кафедра почвоведения)

В работе приведены данные химической автографии (на основе электролиза и ионитовых мембран) дерново-подзолистых слабоокультуренных и окультуренных почв. Показано, что в визуально гомогенных горизонтах имеются мезозоны, значительно различающиеся между собой по ряду свойств. При окультуривании почв сужается отношение подвижных Fe: Ca, Fe : Mn, увеличивается доля отрицательно заряженных соединений Fe, Mg, Ca, возрастает содержание Ca в горизонтах A₁ и A₂B. В свежих образцах ненарушенного сложения отмечена отрицательная корреляция Fe — pH, Fe — Eh и положительная — Ca, Mg — pH, Fe — Mn. При увеличении степени окультуренности отрицательная корреляционная зависимость F, Mn — f(Ca, Mg, K) меняется на положительную. Ставится вопрос о целесообразности создания в период интенсивной химизации не гомогенного, а в определенной степени гетерогенного гумусового горизонта с разными по своим свойствам мезозонами.

Формирование почвенного профиля является результатом совокупности множества процессов сорбции — десорбции, осаждения — растворения, конкурирующего комплексообразования, окисления — восстановления, протекающих, как можно предположить в первом приближении, в соответствии с принципами тарелочной хроматографии. Оцен-

ка указанных процессов особенно перспективна при исследовании «живых» почв ненарушенного сложения. Однако до настоящего времени почвоведы мало уделяли внимания такой оценке, а дерново-подзолистые почвы разной степени окультуренности вообще не исследовались в этом плане.

Нами изучались состояние и взаимосвязь соединений марганца, железа, калия, кальция, магния, значений рН и Eh в различных микрозонах дерново-подзолистых почв ненарушенного сложения.

Методика

Объект исследования — дерново-подзолистые почвы, развитые на покровных отложениях (Московская область). Анализировалась слабоокультуренная и окультуренные почвы (условно в дальнейшем ОК₁ и ОК₃) [3], монолиты которых были взяты в полевых условиях.

В лаборатории каждый монолит разделяли на 2 монолита размером 12×45×3 см. Один из них доводили водой до состояния сырой почвы и через 2 сут с него снимали химические автограммы на основе электролиза [2]. Другой монолит увлажняли водой до состояния мокрой почвы и выдерживали 7 сут в закрытом полиэтиленовом пакете, а затем тоже снимали химические автограммы. При съемке использовали по 5 слоев фильтровальной бумаги у катода и анода, при этом 1-й и 5-й слои являлись защитными, 2, 3, 4-й — рабочими. Применялись латунные металлические электроды, на которые в процессе работы последовательно подавался постоянный ток напряжением 5 В — 1 мин, 75 В — 1 и

30 мин. По истечении каждого заданного режима листы хроматографической бумаги заменяли.

При использовании метода химической автографии на основе ионитовых мембран [2] применяли мембраны МА-40-ЭДТА и МК-40-Н.

Из снятых с монолитов автограмм проводили десорбцию катионов 0,1 н. HCl при времени взаимодействия 1 сут из расчета 1 мл на 1 см² мембраны. Калий определяли на пламенном фотометре, кальций, магний, железо, марганец — на атомном абсорбционном спектрофотометре. В этих же монолитах определяли рН и Eh с применением соответственно стеклянных и платиновых измерительных электродов и хлор-серебряного электрода сравнения. Вычисляли средние арифметические значения показателей в отдельных горизонтах, коэффициент варьирования показателей в пределах почвенного профиля, коэффициенты корреляции показателей.

Результаты

Из анализа табл. 1 и рисунка следует, что мембраной МА-ЭДТА вытесняется из почвы значительно больше подвижных соединений ионов железа, марганца, кальция, магния и меньше калия, чем мембраной МК-Н.

В окультуренной почве ниже содержание подвижных соединений железа и марганца, но выше — соединений кальция, магния и калия. Почвы разной степени окультуренности различаются по содержанию рыхло- и прочносвязанных с ППК соединений, о чем можно судить по соотношению катионов, переходящих из почвы в мембраны МК-Н и МА-ЭДТА. В окультуренной почве по сравнению со слабоокультуренной относительно выше доля прочносвязанных и комплексных форм соединений железа, магния, калия, но меньше доля более прочносвязанных соединений марганца. Для кальция определенной зависимости не наблюдается.

Как видно из табл. 2, в окультуренной почве уже отношение Fe: Mn, что свидетельствует о меньшей степени их гидроморфизма. В этих почвах более узкое соотношение Fe : Ca, Ca : K (исключение — горизонт A_n).

Данные химической автографии позволили оценить степень проявления в почвах дернового и подзолистого процессов (табл. 3). Так, в окультуренной почве отмечается значительно большее накопление кальция в горизонте A_n и меньшее подвижных соединений железа. В профиле наблюдается нисходящая миграция соединений калия под влиянием тока воды и органических соединений. Это подтверждается более низким содержанием калия в A_n, чем в ВС. В то же время в связи с внесением калийных удобрений при окультуривании в верхних горизонтах содержится больше калия, чем в породе.

**Содержание подвижных элементов (мкг/см²) в дерново-подзолистых почвах
разной степени окультуренности, по данным химической автографии,
на основе ионитовых мембран ($x \pm \sigma_{n-1}$)**

| Горизонт (число образцов) | Mn | Mg | Fe | K | Ca |
|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Окультуренная почва: | | | | | |
| мембрана МА-ЭДТА | | | | | |
| A _n (n=21) | 4,30±5,00 | 2,71 ±1,52 | 0,88±0,82 | 0,97±0,26 | 23,00±15,81 |
| A ₂ B (n=12) | 2,02±2,51 | 2,87 ±0,96 | 0,88 ±0,95 | 1,19±0,20 | 12,36±8,86 |
| B (n=14) | 0,66±0,75 | 1,70±0,55 | 0,27±0,23 | 1,02±0,26 | 7,76±2,37 |
| BC (n=19) | 2,13±1,51 | 2,13±0,52 | 1,10±0,55 | 1,31 ±0,20 | 11,27±2,47 |
| мембрана МК-Н | | | | | |
| A _n | 0,03±0,02 | 0,21 ±0,12 | 0,08±0,06 | 6,29±1,22 | 0,45±0,48 |
| A ₂ B | 0,05±0,03 | 0,42±0,16 | 0,06 ±0,05 | 13,19±15,17 | 0,35±0,14 |
| B | 0,06±0,03 | 0,43 ±0,16 | 0,06±0,05 | 10,86±4,09 | 0,42±0,38 |
| BC | 0,1 ±0,02 | 0,90±0,49 | 0,17±0,1 | 9,37 ±4,13 | 0,64 ±0,33 |
| Слабоокультуренная почва: | | | | | |
| мембрана МА-ЭДТА | | | | | |
| A _n (n= 15) | 9,09±2,56 | 0,76±0,88 | 3,83±0,61 | 0,33 ±0,2 | 12,98±0,81 |
| A _a B (n= 12n) | 1,80±0,50 | 0,41 ±0,14 | 2,54 ±0,92 | 0,92 ±0,87 | 11,74±1,58 |
| B (n=15) | 1,50±0,70 | 0,62 ±0,24 | 2,31 ±0,75 | 0,56 ±0,69 | 12,71 ± 1,32 |
| BC (n=24) | 2,90±1,63 | 0,69±0,69 | 2,92±0,90 | 0,40±0,37 | 12,12±1,45 |
| мембрана МК-Н | | | | | |
| A _n | 0,05 ±0,07 | 0,07 ±0,04 | 0,60±1 18 | 4,53±1,53 | 0,15±0,13 |
| A ₂ B | 0,02 ±0,02 | 0,35±0,24 | 1,70± 1,65 | 7,54±2,03 | 0,54 ±0,32 |
| B | 0,04 ±0,02 | 0,61 ±0,24 | 1,27± 1,65 | 7,40±2,03 | 0,74±0,32 |
| BC | 0,06±0,03 | 0,65±0,33 | 0,78±1,32 | 8,13±2,31 | 0,40±0,21 |

Из табл. 4, где представлены коэффициенты корреляции между содержанием соединений изучаемых элементов в «живых» почвах, видно, что их значения для отдельных мезозон неодинаковы, т. е. различны состояния соединений ионов в этих мезозонах. Выявлены значительная корреляция между содержанием соединений железа и марганца, вытесняемых МА-ЭДТА, и незначительная — между содержанием наиболее подвижных соединений этих ионов, вытесняемых МК-Н (для слабоокультуренной почвы такая корреляция практически отсутствует). Это обус-

Таблица 2

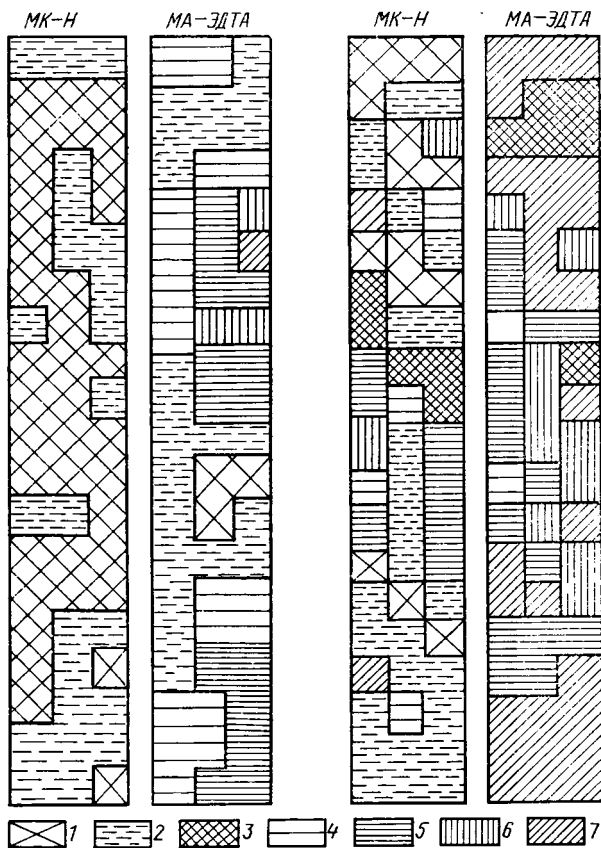
**Соотношение подвижных соединений, вытесняемых совместно МК-Н и МА-ЭДТА,
в окультуренной и слабоокультуренной почвах**

| Горизонт | Fe Mn | | Fe Ca | | Ca K | |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | OK ₂ | OK ₁ | OK ₂ | OK ₁ | OK ₂ | OK ₁ |
| A _n | 0,22 | 0,49 | 0,04 | 0,34 | 3,25 | 2,70 |
| A ₂ B | 0,45 | 2,37 | 0,07 | 0,34 | 0,88 | 1,45 |
| B | 0,49 | 2,39 | 0,04 | 0,27 | 0,69 | 1,67 |
| BC | 0,57 | 1,23 | 0,11 | 0,30 | 1,11 | 1,47 |

Таблица 3

**Оценка степени проявления дернового процесса и процесса элюирования
в дерново-подзолистых почвах различной степени окультуренности
по содержанию подвижных форм соединений железа, кальция и калия (мгк/см²)**

| Сравниваемые горизонты | Fe | | Cat | | K | |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | OK ₂ | OK ₁ | OK ₂ | OK ₁ | OK ₂ | OK ₁ |
| A _n —BC | —0,31 | +0,73 | + 11,75 | +0,61 | —3,42 | —3,67 |
| A ₂ B—B | +0,61 | +0,66 | +4,53 | —1,17 | +2,50 | +0,40 |



Содержание железа ($\text{мг}/\text{см}^2$) в слабокультуренной (слева) и окультуренной дерново-подзолистой почвах, по данным химической автографии на основе ионитовых мембран.

1 — $0,0\text{т}-0,1 \times 10^{-3}$; 2 — $0,11 \sim 0,5 \times 10^{-3}$; 3 — $>4 \times 10^{-3}$ — $0,51 \sim 1,0 \times 10^{-3}$; 5 — $1,1 \sim 2 \times 10^{-3}$; 6 — $2,1 \sim 3 \times 10^{-3}$; 7 — $3,1 \sim 4 \times 10^{-3}$.

ловлено, видимо, тем, что при малой гумусированности с увеличением содержания подвижного марганца при прочих равных условиях повышается значение Eh и, следовательно, уменьшается подвижность соединений железа.

Окультуренные почвы отличаются от слабокультуренных по значениям коэффициентов корреляции. В последних связь содержания железа и марганца с содержанием калия, кальция и магния, как правило, слабее, чем в первых. В ряде случаев для слабокультуренной почвы установлены отрицательные значения r . Аналогичная картина наблюда-

Таблица 4
Корреляция содержания соединений отдельных катионов (r^*) в дерново-подзолистых почвах

| Зависимость | ОК. | | | | ОК. | | | | | | | |
|-------------|---------|--------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| | МА-ЭДТА | | МК-Н | | МА-ЭДТА | | МК-Н | | | | | |
| Fe = f (Mn) | 0,66; | 0,82; | 0,78 | 0,56; | 0,48; | 0,19 | 0,74; | 0,78; | 0,66 | -0,31; | 0,07; | -0,09 |
| Fe = f (Ca) | 0,39; | 0,77; | 0,54 | 0,63; | 0,39; | 0,09 | 0,47; | -0,05; | 0,27 | 0,16; | 0,11; | 0,33 |
| Fe = f (Mg) | 0,04; | 0,59; | 0,66 | 0,76; | 0,63; | 0,36 | -0,26; | -0,14; | 0,28 | -0,12; | 0,09; | 0,28 |
| Fe = f (K) | -0,39; | 0,15; | 0,27 | -0,29; | -0,24; | -0,21 | -0,3; | -0,06; | 0 | 0,07; | -0,08; | -0,08 |
| Mn = f (Ca) | 0,72; | 0,93; | 0,87 | 0,41; | 0,19; | 0,23 | 0,53; | 0,1; | 0,01 | -0,32; | 0,13; | 0,11 |
| Mn = f (M) | -0,24; | 0,53; | 0,71 | 0,64; | 0,65; | 0,76 | 0,06; | 0,24; | 0,30 | -0,33; | 0,38; | 0,16 |
| Mn = f (K) | -0,51; | -0,16; | -0,02 | 0 | | | -0,16; | -0,19; | -0,20 | -0,25; | 0,15; | 0,17 |
| Ca = f (Mg) | -0,07; | 0,68; | 0,65 | -0,07; | 0,68; | 0,65 | 0,12; | 0,27; | 0,16 | 0,69; | 0,75; | 0,64 |
| Ca = f (K) | -0,42; | -0,15; | -0,15 | -0,22; | 0,15; | -0,15 | -0,05; | 0,25; | 0,44 | 0,68; | 0,72; | 0,61 |
| Mg = f (K) | 0,35; | 0,24; | 0,28 | 0 | | | 0,05; | -0,1; | 0,09 | 0,85; | 0,73; | 0,63 |

В таблице указаны 3 значения r соответственно трем мезозонам, выделенным в монолите по горизонтали.

лась при оценке взаимосвязи соединений, вытесняемых МА-ЭДТА и МК-Н. Для соединений, десорбируемых из окультуренной почвы МА-ЭДТА, зависимость $Fe, Mn=f(Ca, Mg, K)$ чаще прямая, значения γ выше. Для соединений, десорбируемых из почв МК-Н, эта зависимость чаще обратная. Выявленные взаимосвязи объясняются тем, что при малой гумусированности с увеличением содержания кальция, магния, калия реакция среды все более приближается к нейтральной, а следовательно, снижается подвижность железа и марганца. При значительной степени гумусированности образуются комплексы указанных соединений и эффект изменения рН не проявляется так однозначно.

Отрицательные значения γ отмечены для зависимости $Mn = f(K)$, так как калий в большей степени повышает рН, чем магний и кальций.

Таблица 5

Содержание подвижных соединений железа, (мкг/см², М±m)
в дерново-подзолистых почвах при оптимальном (опт)
и избыточном (изб) увлажнении

| Увлажнение | U=5 В, t=1 мин | | U=75 В, t=1 мин | | U=75 В, t=30 мин | |
|--------------------------|-------------------|-----------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | — | + | + | — | — | + |
| Слабоокультуренная почва | | | | | | |
| Опт | 0,29±0,01 | 0,32±0,02 | 0,29±0,02 | 0,16±0,02 | 0,26±0,03 | 0,36±0,03 |
| Изб | 1,01±0,10 | 1,18±0,08 | 0,69±0,04 | 0,75±0,02 | 0,65±0,03 | 0,71±0,04 |
| Окультуренная почва | | | | | | |
| Опт | 1,58±0,23 | 1,08±0,04 | 1,19±0,06 | 1,05±0,07 | 2,54±0,84 | 1,07±0,06 |
| Изб | 2,06±0,09 | 2,06±0,09 | 2,17±0,08 | 2,35±0,11 | 2,21±0,08 | 2,47±0,08 |

При изучении состояния соединений железа (табл. 5) в микрозонах почв различной степени увлажнения методом химической автографии почвенных монолитов на основе электролиза установлено, что в почве имеются и положительно (+) и отрицательно (—) заряженные его соединения, представленные, очевидно, комплексами с органическими и неорганическими лигандами. Аналогичная информация получена и для кальция, магния и марганца. Последовательно увеличивая напряжение на электродах и время взаимодействия, удается вытеснить из почвы соединения железа различной прочности связи. При избыточном увлажнении почв увеличивалась подвижность соединений железа, марганца, калия и магния, расширялось отношение подвижных форм $Fe : Mn$.

Значения рН и Eh почв, содержание и состояние соединений изучаемых катионов неодинаковы в разных микрозонах почв. В монолитах 12×45 см значение γ колебалось от 3,2 до 33,1 %. Отсюда следует, что в естественных условиях отдельные участки корневой системы растений развиваются в мезозонах с различным состоянием соединений элементов и могут потреблять одни элементы питания из одной микрозоны, а другие — из другой. Видимо, можно искусственно создавать микрозоны с оптимальной подвижностью отдельных элементов. В связи с этим целесообразно поставить вопрос о создании не гомогенного, а гетерогенного окультуренного горизонта с микрозонами, различающимися по своим свойствам.

Наличие положительно и отрицательно заряженных соединений катионов свидетельствует о возможности их передвижения в почве под действием разности электрохимических потенциалов, а следовательно, о необходимости изучения влияния на рост культур соединений элементов питания с различной величиной и плотностью заряда. Очевидно, может быть поставлен вопрос о возможности получения таких удобрений, в которых содержались бы соединения элементов питания с заданной массой и знаком заряда. Это позволило бы обеспечить растения и источ-

никами энергии, и компонентами для конкурирующего комплексобразования в процессах метаболизма.

При определении фракционного состава соединений железа, кальция, магния и калия в монолитах почв, компостировавшихся при оптимальной и избыточной влажности, к рыхлосвязанным формам относили соединения, вытесняемые при $U = 5$ В и $t=1$ мин, а их содержание вычисляли в процентах к сумме соединений, вытесненных при $U = 5$ В в течение 1 мин и $U = 75$ В в течение 1 и 30 мин. Вычисляли также и процент отрицательно заряженных форм соединений, вытесняемых из твердой фазы суммарно при $U = 5$ В и $U = 75$ В. Через ML^- обозначали количество отрицательно заряженных соединений, вытесняемых при данных напряжениях из твердой фазы почвы в микрограммах на 1 см^2 .

Как видно из представленных в табл. 6 данных, наибольший процент рыхлосвязанных соединений получен для калия.

Таблица 6

Фракционный состав соединений железа, кальция, магния и калия в слабоокультуренной (в числителе) и окультуренной (в знаменателе) почвах по данным химической автографии

| Фракция | Fe | | Ca | | Mg | | K | |
|----------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | опт | изб | опт | изб | опт | изб | опт | изб |
| Рыхлосвязанные формы, %: | | | | | | | | |
| — | 34,5 | 42,9 | 34,3 | 48,9 | 40,1 | 27,4 | 75,8 | 41,8 |
| | 41,1 | 31,9 | 47,6 | 34,4 | 49,4 | 36,7 | 51,6 | 32,6 |
| + | 38,1 | 44,7 | 42,4 | 51,8 | 36,2 | 31,6 | 45,6 | 50,0 |
| | 33,7 | 29,9 | 33,8 | 32,8 | 35,9 | 32,1 | 37,4 | 33,0 |
| Отрицательно заряженные формы, % | 50,0 | 47,1 | 31,2 | 49,7 | 28,8 | 53,3 | 73,3 | 51,8 |
| | 54,5 | 48,3 | 44,3 | 50,0 | 45,9 | 50,0 | 51,8 | 51,7 |
| ML^- , мкг/см ² | 0,84 | 2,35 | 25,4 | 43,31 | 6,65 | 3,61 | 1,57 | 1,96 |
| | 3,84 | 5,44 | 46,27 | 80,58 | 4,41 | 3,98 | 6,10 | 3,28 |

Избыточное увлажнение почв приводит к изменению фракционного состава соединений изучаемых элементов. Так, в этих условиях увеличивалось количество отрицательно заряженных соединений железа, но уменьшалась их доля в общем количестве подвижного железа. Для кальция при избыточном увлажнении характерно увеличение как количества отрицательно заряженных соединений, так и их доли, для магния — увеличение доли отрицательно заряженных соединений, а для калия — некоторое уменьшение их доли. Интересно отметить, что в окультуренных почвах, как правило, больше и количество отрицательно заряженных соединений, и их доля (за исключением соединений калия). Это, видимо, обусловлено влиянием органического вещества, являющегося донором лигандов для образования комплексных соединений, а также и донором энергии, необходимой для образования комплексных соединений. В окультуренных почвах при избыточном увлажнении доля рыхлосвязанных форм соединений железа, магния, кальция и калия меньше, чем в слабоокультуренных.

Компостирование почв в условиях избыточного увлажнения приводит и к изменению подвижности соединений элементов. Как видно из табл. 7, при избыточной влажности увеличивается сумма положительно и отрицательно заряженных соединений железа, кальция и уменьшается количество подвижных соединений магния, а также соотношение подвижных форм соединений $Ca : Fe$. Последнее обусловлено восстановлением железа и уменьшением прочности его связи с твердой фазой. При этом увеличивается соотношение $Ca : Mg$.

Подвижность ряда элементов хорошо коррелирует со значениями pH и Eh среды (табл. 8). В связи с этим, изменяя pH и Eh в микрозо-

Таблица 7

Сумма подвижных соединений катионов, вытесненных методом химической автографии на основе электролиза (n=25) из слабоокультуренной (в числителе) и окультуренной (в знаменателе) почв

| Ув-лаж-нение | Fe | Ca | Mg | K | Ca:Fe |
|--------------|---------------------|--------|-------|------|-------|
| | мкг/см ² | | | | |
| Опт | 1,71 | 79,28 | 24,65 | 2,11 | 46,40 |
| | 6,51 | 92,46 | 9,59 | 9,70 | 14,20 |
| Изб | 4,98 | 90,27 | 6,88 | 3,19 | 18,10 |
| | 14,50 | 163,22 | 8,56 | 6,43 | 11,20 |

Таблица 8

Коэффициенты корреляции между содержанием подвижных соединений элементов в почвах, pH и Eh

| Зависимость | OK ₁ | | OK ₂ | |
|-------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | опт | изб | опт | изб |
| Fe—pH | -0,80 | -0,27 | -0,65 | -0,56 |
| Fe—Eh | -0,43 | -0,54 | -0,31 | -0,47 |
| Ca, Mg—pH | +0,74 | +0,64 | +0,52 | +0,47 |
| Ca—pH | +0,27 | +0,43 | +0,70 | +0,72 |

нах, можно добиться регулирования подвижности и доступности для растений элементов питания. С увеличением значений pH и Eh содержание подвижных форм соединений железа снижается. С увеличением количества подвижного кальция значение pH, как правило, возрастает.

Выводы

1. В почвенном профиле дерново-подзолистых пахотных почв выделяются мезо- и микрозоны, значительно различающиеся по ряду свойств — pH, Eh, содержанию и состоянию соединений кальция, магния, железа, марганца, калия, соотношению катионов, содержанию положительно и отрицательно заряженных форм соединений ионов.

2. При окультуривании дерново-подзолистых почв увеличивается содержание подвижных форм соединений кальция, магния, калия, уменьшается количество подвижных соединений железа и марганца, сужается отношение Fe : Ca, снижается степень гидроморфности почвы, сужается отношение подвижных форм соединений Fe : Mn, уменьшается это отношение в верхних горизонтах. Выявлена также тенденция к увеличению доли отрицательно заряженных форм соединений железа, магния и кальция. Процесс окультуривания привел к накоплению подвижных форм кальция в горизонтах A_n и A₂B.

3. В свежих образцах ненарушенного сложения наблюдается отрицательная корреляция Fe — pH, Fe — Eh, положительная — Ca, Mg — pH, Fe—Mn. При увеличении степени окультуренности и гумусированности почв отрицательная корреляционная зависимость Fe, Mn = f(Ca, Mg, K) меняется на положительную.

4. Компостирование почв в условиях избыточного увлажнения привело к увеличению подвижности железа, марганца, кальция, магния, расширению отношения подвижных Fe:Mn, Fe — Ca.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поддубный Н. Н., Савич В. И., Заболотнов Б. В., Кравцова Г. М. Почвы опытных полей учебного хозяйства «Михайловское». — Докл. ТСХА, 1969, вып. 149. с. 101—114. — 2. Савич В. И., Трубицина Е. В., Кашенко В. С. Методики химической автографии почв. —

Деп. ВИНТИ № 2377—84, 1984. — 3. Савич В. И. Комплексная характеристика состояния ионов в почве для оценки плодородия. — Автореф. докт. дис. М., 1980.

Статья поступила 20 октября 1986 г.

SUMMARY

The mobility of ion series in microzones of the profile of soddy-podzolic soils cultivated to a different level is studied by chemical recording technique. It is shown that in visually homogenous horizons there are mesozones differing greatly in a number of characteristics. When soils are cultivated the ratio between mobile Fe: Ca, Fe: Mn is reduced, the portion of Fe, Mg, Ca compounds with negative charge increases, the amount of Ca in A₁ and A₂B horizons becomes higher. In fresh samples of non-

disturbed structure a negative correlation of Fe — pH, Fe — Eh and a positive correlation of Ca, Mg — pH, Fe — Mn have been found. With higher cultivation level the negative correlation Fe, Mn = f (Ca, Mg, K) is replaced by the positive one. Soil composting under excessive moisture conditions resulted in increased mobility of Fe, Mn, Ca, Mg, and in expanded ratio of mobile Fe: Mn, Fe: Ca.