

ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.4:577.14 (575.3)

О. И. АЛИХАНОВА, А. Н. ЗЫРЯНОВА, В. В. ЧЕРБАРЬ

**МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ
НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОГО ПАМИРА**

Содержание В, Мп, Си, Zn, Со, Мо в горных и высокогорных почвах указанных районов Памира соизмеримо с их содержанием в долинных почвах Таджикистана. В территориальном и генетическом отношениях в распределении микроэлементов в почвах отмечено влияние почвообразующей породы, генетических особенностей почв и биологического фактора.

Почвы Памира представляют большой интерес в связи с уникальными условиями образования и развития. Для их изучения организованы многочисленные экспедиции и проведены научные наблюдения. Однако содержание и состав микроэлементов данных почв до сих пор изучены очень слабо. В литературе встречаются лишь единичные сведения о микроэлементах в почвах, в основном относящиеся к Восточному Памиру.

В настоящей статье рассматриваются результаты определения содержания и состава микроэлементов в почвах двух крупных районов Юго-Западного Памира, расположенных на Ишкашимском и Рушанском хребтах и в долине р. Пяндж. Эти территории в основном входят в пределы двух административных районов — Шугнанского и Ишкашимского.

В Шугнанском районе в границах землепользования колхоза им. Шотмирова были обследованы: I. Высокогорные пустынно-степные почвы, легко- и среднесуглинистые на элювиально-делювиальных отложениях палеозойских сланцев (разрезы 346, 541) на высотах 3200—3300 м. IV. Староорошаемые супесчаные и легкосуглинистые почвы на пролювиально-делювиальных отложениях палеозойских сланцев (разрезы 547, 810, 818) на высотах 2000—2500 м. VII. Аллювиально-луговые орошаемые и неорошаемые, песчаные и супесчаные почвы (разрезы 813, 811) на высотах 2000—2100 м.

В Ишкашимском районе в колхозе Гарм-Чашма обследованы: II. Высокогорные пустынно-степные, легко- и среднесуглинистые почвы на элювиально-делювиальных отложениях гнейсов (разрезы 359, 347) на высотах 3200—3400 м. V. Староорошаемые супесчаные почвы на пролювиальных и делювиальных отложениях гнейсов (разрезы 550, 903, 538) на высотах 2300—2500 м. VIII. Высокогорные поверхностно-луговатые темноцветные легкосуглинистые почвы пустынно-степной зоны на элювиально-делювиальных отложениях гнейсов (разрезы 349, 361) на высотах 3000 м.

В колхозе им. В. И. Ленина Ишкашимского района: III. Высокогорные пустынные песчано-супесчаные на элювиально-делювиальных отло-

Некоторые агрохимические показатели исследованных почв

| Номер площадки | Глубина, см | Фракции <0,01 мм, % | CaCO ₃ , % | $\bar{M} \pm t$ гумус, % |
|---|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| Высокогорные пустынно-степные и пустынные почвы | | | | |
| Разрезы 346, 541 | | | | |
| I | 0—30 | 25,0—39,0 | 0—1,3 | 2,06±0,64 |
| | 30—50 | | 1,0—6,5 | 1,42±0,01 |
| | 50—100 | | Не опр. | 1,16±0 |
| Разрезы 359, 347 | | | | |
| II | 0—30 | 25,2—27,0 | 1,0—9,1 | 2,93±0,95 |
| | 30—50 | | 0—13,1 | 1,51±0,26 |
| | 50—100 | | 1,1—21,8 | 1,35±0,20 |
| Разрезы 206, 3 | | | | |
| III | 0—30 | 11,9—13,5 | 1,1—4,0 | 0,43±0,13 |
| | 30—50 | | 0—2,0 | 0,33±0,03 |
| | 50—100 | | 0—6,3 | 0,26±0,07 |
| Староорошаемые почвы, развитые на ирригационных наносах и пролювиях | | | | |
| Разрезы 547, 810, 818 | | | | |
| IV | 0—30 | 12,8—27,0 | 0—1,0 | 2,55±0,11 |
| | 30—50 | | 0—2,2 | 2,07±0,19 |
| | 50—100 | | 0—0,9 | 1,39±0,24 |
| Разрезы 550, 93, 538 | | | | |
| V | 0—30 | 9,9—15,3 | 0—4,2 | 3,00±0,37 |
| | 30—50 | | 0,5—2,7 | 2,16±0,19 |
| | 50—100 | | 0,5—1,5 | 1,87±0,25 |
| Разрезы 211, 210, 22 | | | | |
| VI | 0—30 | 8,7—10,5 | 2,1—5,0 | 1,38±0,23 |
| | 30—50 | | 1,2—5,0 | 1,07±0,24 |
| | 50—100 | | 1,6—5,5 | 0,87±0,36 |
| Аллювиально-луговые и поверхностно-луговые почвы | | | | |
| Разрезы 813, 811 | | | | |
| VII | 0—30 | 2,5—13,4 | 1,0—5,2 | 1,10±0,46 |
| | 30—50 | | 0,8—10,5 | 0,80±0,50 |
| | 50—100 | | 1,6—4,8 | 0,44±0,14 |
| Разрезы 349, 361 | | | | |
| VIII | 0—30 | 22,2—30,8 | 1,3—6,7 | 7,86±2,45 |
| | 30—50 | | 3,0—3,6 | 2,98±0,50 |
| | 50—100 | | Не опр. | 1,53±0 |
| Разрезы 106, 120 | | | | |
| IX | 0—30 | 9,4—10,8 | 11,1—12,0 | 0,98±0,10 |
| | 30—50 | | 7,5—12,4 | 0,53±0,10 |
| | 50—100 | | 6,8—8,3 | 0,51±0,06 |
| Типичные солончаки и засоленные почвы высокогорной пустынной зоны, развитые на элювии и пролювиях гнейсов | | | | |
| Разрезы 103, 119 | | | | |
| X | 0—30 | 11,9—14,8 | 5,2—15,8 | 0,72±0,13 |
| | 30—50 | | 6,5—13,4 | 0,59±0,14 |
| | 50—100 | | 6,2—16,3 | 0,51±0,16 |

жениях сланцев (разрезы 206, 3) на высотах 2900—3100 м. VI. Староорошаемые песчано-супесчаные на пролювиальных и делювиальных отложениях гнейсов (разрезы 211, 210, 202) на высотах 2700—3000 м. IX. Аллювиально-луговые орошаемые и неорошаемые песчаные почвы (разрезы 6, 103, 119) на высотах 2700—2800 м.

Таблица 2

Содержание ($\bar{M} \pm t$, мг/кг) валовых форм микроэлементов в почвах и почвообразующей породе

| Номер площадки | Глубина, см | B | Cu | Zn | Co | Mo |
|--|-------------|----------|----------|----------|---------------|-----------|
| Высокогорные пустынные и пустынно-степные почвы | | | | | | |
| I | 0—30 | 130±0 | | | Не определено | |
| | 50—100 | 80±0,9 | | | » | |
| II | 0—30 | 94±30,0 | | | » | |
| | 50—100 | 94±30,0 | | | » | |
| III | 0—30 | 69±1,0 | | | » | |
| | 50—100 | 57±5,0 | | | » | |
| Староорошаемые почвы | | | | | | |
| IV | 0—30 | 100±16,8 | 22,1±3,0 | 161±6,0 | 18,9±1,4 | 1,29±0,37 |
| | 50—100 | 76±7,2 | 19,3±1,9 | 162±1,0 | 19,6±1,1 | 1,35±0,39 |
| V | 0—30 | 22±6,7 | 22,2±2,9 | 101±6,0 | 22,3±0,2 | 1,96±0,31 |
| | 50—100 | 26±6,6 | 17,6±1,4 | 92±8,0 | 19,1±3,3 | 2,28±0,70 |
| VI | 0—30 | 36±11,9 | 19,0±0,9 | 152±2,0 | 12,2±1,4 | 1,44±0,67 |
| | 50—100 | 49±25,2 | 19,3±3,3 | 160±3,0 | 12,5±0,9 | 1,39±0,22 |
| Аллювиально-луговые и поверхностно-луговые почвы ²⁰ | | | | | | |
| VII | 0—30 | 50±5,3 | 17,0±2,0 | 138±36,0 | 14,5±3,0 | 1,22±0,55 |
| | 50—100 | 47±11,0 | 15,9±0,6 | 108±3,0 | 9,8±0,1 | 0,85±0,18 |
| IX | 0—30 | 27±3,0 | 13,0±3,3 | 164±2,0 | 11,7±2,2 | 2,10±0,61 |
| | 50—100 | 19±4,0 | 15,9±0,1 | 156±6,0 | 11,1±1,1 | 1,23±0,28 |
| Типичные солончаки и засоленные почвы ²⁰ | | | | | | |
| X | 0—30 | 105±21 | 15,1±0,4 | 155±1,0 | 9,8±1,2 | 0,92±0,06 |
| | 50—100 | 108±14 | 15,3±0,6 | 160±4,0 | 11,4±0,2 | 1,35±0,35 |

При исследовании были выделены автоморфные почвы, к которым отнесены высокогорные пустынные, высокогорные пустынно-степные и староорошаемые почвы, а также гидроморфные почвы: высокогорные поверхностно-луговые темноцветные и аллювиально-луговые.

В таблицах приведены усредненные данные, полученные для 2—3 разрезов каждой исследованной почвы, которые характеризуются следующими агрохимическими свойствами: среднее содержание гумуса в профиле высокогорных пустынных почв (разрезы 206, 3) варьирует от 0,3 до 0,4% в гор. А, до 0,2—0,3% в гор. ВС. В высокогорных пустынно-степных почвах (разрезы 346, 541, 359, 347) его содержание увеличивается до 2—3% в гор. А и уменьшается постепенно до 0,5—1,0% в гор. ВС (табл. 1).

Высокогорные поверхностно-луговые почвы, развивающиеся на склонах в условиях поверхностного гидроморфизма (разрезы 349, 361), отличаются исключительно высоким содержанием гумуса (5—10%) в верхнем корнеобитаемом слое почв; в глубь по профилю почв оно уменьшается до 1,5%. В староорошаемых почвах на ирригационных наносах содержание гумуса варьирует от 1,3 до 3% с постепенным его уменьшением до 0,9—1,9%. Содержание подвижных форм фосфора и калия в зависимости от различных особенностей данных почв колеблется в широких пределах — от 10 до 50 мг/кг P_2O_5 и от 10 до 46 мг $K_2O/100$ г почвы.

Карбонатами эти почвы небогаты. Все автоморфные почвы можно отнести к малокарбонатным с некоторым увеличением содержания $CaCO_3$ во втором полуметровом слое. Причем в почвах, развитых на отложениях гнейсов, карбонатов несколько больше, чем на сланцах. Гидроморфные почвы более окарбоначены.

На этом фоне рассматривается содержание валовых и подвижных форм микроэлементов (B, Mn, Cu, Zn, Co, Mo). Определение содержания и состава микроэлементов проведено химическим [2] и спектральным [1] методами.

Таблица 3

Содержание ($\bar{M} \pm t$, мг/кг) подвижных форм микроэлементов в почвах и почвообразующих породах

| Номер площадки | Глубина, см | B | Mn | Cu | Zn | Co | Mo |
|--|-------------|-----------|----------|---------|-----------|----------|-------------|
| Высокогорные пустынные и пустынно-степные почвы | | | | | | | |
| I | 0—30 | 0,98±0,18 | 12,8±3,8 | 2,2±0,7 | 0,09±0,04 | 1,3±0,2 | 0,050±0,020 |
| | 50—100 | 0,86±0 | 8,5±0 | 2,2±0 | 0,05±0 | 0,6±0 | 0,040±0,014 |
| II | 0—30 | 1,37±0,25 | 15,1±5,6 | 3,7±1,4 | 0,08±0,03 | 3,5±0,04 | 0,066±0,020 |
| | 50—100 | 0,78±0,22 | 4,6±2,5 | 4,4±0,4 | 0,08±0,03 | 2,8±0,1 | 0,133±0,093 |
| III | 0—30 | 0,76±0 | 5,7±2,1 | 3,5±0,5 | 0,07±0,01 | 1,3±0,3 | 0,140±0,070 |
| | 50—100 | 0,28±0 | 3,9±0,8 | 5,1±0,9 | 0,07±0,02 | 1,8±0,5 | 0,240±0,020 |
| Староорошаемые почвы | | | | | | | |
| IV | 0—30 | 0,46±0,09 | 14,7±1,6 | 3,4±0,3 | 0,07±0,01 | 2,5±0,4 | 0,082±0,009 |
| | 50—100 | 0,42±0,02 | 7,1±2,9 | 3,6±0,5 | 0,09±0,02 | 2,2±0,5 | 0,074±0,056 |
| V | 0—30 | 0,80±0,19 | 19,3±2,1 | 3,3±0,9 | 0,06±0,01 | 4,2±0,2 | 0,076±0,009 |
| | 50—100 | 0,58±0,16 | 9,6±2,9 | 3,7±1,3 | 0,07±0,01 | 4,8±1,6 | 0,131±0,042 |
| VI | 0—30 | 0,40±0 | 13,0±7,7 | 1,6±0,1 | 0,24±0,15 | 1,0±0,2 | 0,072±0,001 |
| | 50—100 | 0,44±0,12 | 9,1±2,4 | 3,6±1,3 | 0,11±0,02 | 1,5±0,1 | 0,087±0,002 |
| Аллювиально-луговые и поверхностно-луговатые почвы | | | | | | | |
| VII | 0—30 | 1,02±0,12 | 17,6±5,1 | 7,3±0,2 | 0,05±0 | 0,8±0,3 | 0,082±0,020 |
| | 50—100 | 0,44±0,04 | 9,4±1,8 | 3,1±0,5 | 0,06±0,01 | 1,8±0,2 | 0,095±0,046 |
| VIII | 0—30 | 0,75±0,25 | 20,2±2,5 | 6,3±3,2 | 0,09±0 | 3,1±2,6 | 0,128±0,032 |
| | 50—100 | — | 16,2±0 | 6,0±0 | 0,08±0,01 | 7,4±0 | 0,132±0,041 |
| XI | 0—30 | 0,44±0 | 15,5±3,5 | 4,7±0,9 | 0,16±0,05 | 0,9±0,1 | 0,190±0,057 |
| | 50—100 | 0,60±0 | 16,5±4,5 | 3,6±0,9 | 0,47±0,03 | 0,8±0,2 | 0,145±0,060 |
| Типичные солончаки и засоленные почвы | | | | | | | |
| X | 0—30 | 10,0±0 | 6,9±1,6 | 5,5±0,8 | 0,13±0,02 | 1,1±0,3 | 0,219±0,086 |
| | 50—100 | 6,6±2,2 | 1,3±1,9 | 2,2±0,7 | 0,08±0,01 | 1,4±0,3 | 0,276±0,005 |

Содержание бора в почвах Юго-Западного Памира в верхнем (0—30 см) слое изменяется в широких пределах от 22 до 130 мг/кг валового и от 0,40 до 1,4 мг/кг и даже более 10,0 мг/кг водно-растворимого В (табл. 2, 3).

Для высокогорных пустынных и пустынно-степных почв характерно сравнительно высокое содержание валового (70—130 мг/кг) и водно-растворимого бора (0,70—1,40 мг/кг).

В староорошаемых почвах амплитуда колебаний более значительная, особенно по содержанию валового бора — от 22 до 100 мг/кг. При этом отмечено, что в почвах, развитых на ирригационных наносах и пролювиальных отложениях палеозойских черных сланцев, валового бора значительно больше, чем в староорошаемых почвах, развитых на пролювиальных отложениях гнейсов. По содержанию водно-растворимого бора эти различия носят обратный характер. В песчаных и супесчаных разновидностях первых почв содержание валового бора составляет 82—111 мг/кг, подвижного — 0,30—0,58 мг/кг, а во вторых аналогичных почвах соответственно 15—22 и 0,60—0,88 мг/кг.

Гидроморфные высокогорные поверхностно-луговатые и аллювиально-луговые почвы по сравнению с автоморфными характеризуются сравнительно малым содержанием валового бора (от 27 до 50 мг/кг), и примерно столько же в них водно-растворимого бора (0,40—1,00 мг/кг).

В сильнозасоленных почвах и типичных солончаках высокогорной пустынной зоны отмечено много как валового (80—130 мг/кг), так и водно-растворимого бора (до 10 мг/кг).

Анализ полученных данных позволил выявить зависимость содержания валового бора в верхних слоях почвы от содержания его в почвообразующих породах с коэффициентом корреляции, равным $0,58 \pm 0,12$.

Отмечено, что в почвах, развитых на палеозойских отложениях сланцев (площадки I, III, IV), в среднем слое 0—30 см содержится 99 мг/кг бора, а в почвообразующей породе на глубине 50—100 см — 71 мг/кг, в почвах же, развитых на элювии гнейсов (площадки II, V, VIII, IX, VI), на соответствующих глубинах найдено в среднем 50 и 38 мг/кг бора.

Во всех автоморфных почвах, развитых на сланцах, величина отношения водно-растворимого бора к валовому, выраженная в процентах,

Таблица 4

Выветренность почв по отношению к микроэлементам, % отношения подвижных форм к валовому содержанию

| Номер площадки | B | Cu | Zn | Co | Mo | Номер площадки | B | Cu | Zn | Co | Mo |
|----------------|-----|---------------|-------|------|-----|----------------|-----|------|-------|------|------|
| I | 0,7 | Не определено | | | | VI | 1,1 | 8,4 | 0,150 | 8,3 | 5,0 |
| II | 1,4 | » | | | | VII | 2,0 | 42,0 | 0,030 | 5,3 | 6,7 |
| III | 1,0 | » | | | | VIII | 2,5 | — | — | — | — |
| IV | 0,4 | 15,0 | 0,043 | 13,1 | 6,3 | IX | 1,6 | 31,6 | 0,097 | 7,5 | 9,1 |
| V | 3,6 | 15,0 | 0,059 | 18,2 | 3,9 | X | 9,5 | 36,0 | 0,083 | 11,0 | 23,9 |

достигает единицы, тогда как в подобных почвах на гнейсах везде, как правило, она больше единицы (табл. 4). По-видимому, минералогический состав первых почв в меньшей степени способствует высвобождению бора в подвижную форму при выщелачивании. В гидроморфных почвах условия выщелачивания бора были более благоприятными и поэтому данный показатель составил 2—2,5%.

Характер аккумуляции подвижного бора в засоленных почвах имеет иной характер и зависит в основном от общего соленакопления. Отноше-

Таблица 5

Корреляционная зависимость распределения подвижных форм микроэлементов и гумуса ($r \pm t_r$)

| Номер площадки | B | Mn | Cu | Zn | Co | Mo |
|----------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
| I | 0,95±0,15 | 0,55±0,47 | 0,76±0,34 | Нет | 0,33±0,57 | 0,99±0,02 |
| II | 0,84±0,24 | 0,99±0,02 | 0,27±0,53 | » | 0,82±0,30 | -0,54±0,47 |
| III | 0,91±0,30 | 0,91±0,22 | 0,92±0,20 | 0,31±0,58 | 0,47±0,51 | -0,98±0,10 |
| VI | 0,98±0,10 | 0,94±0,17 | -0,24±0,61 | -0,99±0,05 | 0,48±0,50 | 0,42±0,53 |
| V | 0,99±0,10 | 0,99±0,02 | 0,80±0,31 | 0,68±0,24 | 0,37±0,55 | -0,69±0,38 |
| VI | 0,66±0,41 | 0,84±0,24 | 0,96±0,14 | 0,93±0,17 | 0,90±0,22 | -0,99±0,02 |
| VII | 0,94±0,24 | 0,95±0,14 | 0,97±0,12 | 0,92±0,20 | 0,92±0,20 | -0,96±0,26 |
| VIII | 0,60±0,20 | 0,60±0,44 | 0,78±0,33 | Нет | 0,79±0,34 | 0,42±0,53 |
| IX | 0,88±0,24 | 0,64±0,20 | 0,73±0,36 | -0,49±0,50 | 0,38±0,55 | 0,99±0,02 |
| X | 0,77±0,50 | 0,97±0,12 | 0,97±0,04 | 0,98±0,10 | 0,30±0,59 | -0,81±0,30 |

ние водно-растворимого бора к валовому в таких почвах всегда составляет заметно большую величину (в данном случае 9,5%).

В распределении подвижного бора по почвенному профилю почти во всех случаях отмечено уменьшение его содержания с глубиной, подобно распределению гумуса (табл. 5). Таким образом, для большинства исследованных почв характерна связь подвижного бора с емкостью биологического круговорота веществ, что способствует накоплению его в верхних горизонтах почв.

Содержание марганца в «обменной» форме в рассматриваемых почвах Юго-Западного Памира по показателям для слоя 0—30 см находится в пределах от 5 до 20 мг/кг (табл. 3). Наибольшее его количество обнаружено на территории колхоза Гарм-Чашма Ишкашимского района

(15—20 мг/кг), меньше всего его в почвах колхоза им. В. И. Ленина того же района (5—15 мг/кг). Независимо от этого во всех случаях наблюдается изменение содержания «обменного» марганца в различных типах почв, а именно: постепенное его увеличение от высокогорных пустынных и пустынно-степных почв (5,7—15,1 мг/кг) к староорошаемым (13,0—19,3 мг/кг), затем к гидроморфным (15,5—20,2 мг/кг). Солончаки характеризуются низким содержанием марганца (около 7 мг/кг). В нижележащих слоях, вплоть до почвообразующей породы, наблюдается уменьшение содержания подвижного марганца.

Почти для всех почв выявлена высокая степень достоверности корреляционной зависимости распределения марганца и гумуса (табл. 5), исключение составляют почвы площадок I и VIII.

Содержание валового количества меди в верхних горизонтах данных почв варьирует в пределах 13—22 мг/кг. Ограниченное количество сведений не позволило выявить каких-либо определенных особенностей в содержании меди в разных почвах и в распределении ее по почвенному профилю. В одних случаях количество валовой меди вглубь уменьшается, в других увеличивается не более чем на 3—5 мг/кг. Корреляционная зависимость содержания меди в верхних горизонтах от почвообразующей породы низкая ($0,19 \pm 0,26$).

Подвижной меди в рассматриваемых почвах содержится 2,2—7,3 мг/кг, несколько меньше ее в староорошаемых почвах Ишкашимского района в колхозе им. В. И. Ленина (в среднем 1,6 мг/кг). В высокогорных почвах пустынной и пустынно-степной зон в верхнем слое содержится 2,2—3,7 мг/кг меди, вниз по профилю без определенной закономерности количество ее изменяется до 2,2—5,1 мг/кг. В староорошаемых почвах в верхнем слое ее содержание составляет 1,6—3,4 мг/кг, в почвообразующей породе около 3,6 мг/кг. Максимальное количество подвижной меди отмечено в гидроморфных почвах. Отношение подвижной меди к валовому содержанию для гидроморфных почв составляет 31—42% и 8—15% в автоморфных почвах.

Зависимость распределения подвижной меди и гумуса выявлена, но во многих случаях с малой степенью достоверности, о чем свидетельствуют высокие величины ошибок коэффициентов корреляции (табл. 5).

Цинка в данных почвах очень много — от 100 до 164 мг/кг. Содержание в пределах 140—160 мг/кг наблюдается во всех почвах Ишкашимского района и в почвах колхоза им. Шотимилова Шугнанского района независимо от типов почв и характера подстилающих пород. Подвижного цинка в «обменной» форме в этих почвах, наоборот, мало — от 0,05 до 0,25 мг/кг.

Сравнительно много обнаружено его только в почвах Ишкашимского района (площадки VI, IX, X) — 0,13—0,25 мг/кг. В высокогорных почвах независимо от их местоположения содержится примерно одно и то же количество цинка (0,07—0,09 мг/кг).

Определенной связи в распределении «обменного» цинка вглубь по профилю почвы с гумусом не установлено. Независимо от типов почв в одних случаях эта связь наблюдалась (площадки VI, VII, X), в других она была малозначительная (площадки V, III), в третьих оказалась обратной (табл. 5). Величина отношения подвижного цинка к валовому везде очень мала — от 0,03 до 0,15% (табл. 4).

Содержание валового кобальта в исследованных почвах в 1,5—2 раза превышает кларк и изменяется в верхнем слое от 10 до 22 мг/кг. Каких-либо определенных различий между почвами разного типа по содержанию кобальта установить не удалось.

Распределяется кобальт по почвенному профилю в большинстве случаев равномерно, с изменениями на 1—3 мг/кг. Зависимость между содержанием валового кобальта в корнеобитаемом слое почв и его содержанием в почвообразующей породе высокая ($r \pm m_r = 0,96 \pm 0,07$).

Подвижным кобальтом почти все почвы обеспечены (0,8—4,2 мг/кг). Наиболее богаты им (3—4 мг/кг) почвы колхоза Гарм-Чашма Ишкашимского района, развитые на элювии гнейсов. В аналогичных почвах, развитых на элювии сланцев, содержание подвижного кобальта в 2—3 раза меньше.

Вынос кобальта из минеральной части почвы наиболее заметен в староорошаемых почвах, развитых на ирригационных наносах (площадки IV, V, табл. 4), слабее в аллювиально-луговых (площадки VII, IX).

Связь подвижного кобальта с распределением гумуса по почвенному профилю в большинстве случаев мало доказана, что свидетельствует о его слабом биологическом накоплении в почвах. Количество валового молибдена в рассматриваемых почвах гораздо меньше кларкового значения (3 мг/кг) и изменяется в верхнем слое почв в среднем от 0,92 до 2,10 мг/кг. Причем оба эти предельные значения обнаружены на территории Ишкашимского района в колхозе им. В. И. Ленина: первое — в типичных солончаках высокогорной пустынной зоны, второе — в аллювиально-луговых почвах. Почвы других районов в этом отношении мало отличаются друг от друга. В распределении молибдена по профилю почв определенной закономерности обнаружить не удалось, независимо от местоположения разрезов, типов почв и различия материнских пород. Увеличение или уменьшение содержания молибдена не превышало 0,5—0,8 мг/кг. Общая связь молибдена в верхнем слое почв с почвообразующей породой ниже средней и слабо доказана ($r \pm m_r = 0,41 + 0,24$).

Содержание подвижного молибдена в основном также ниже кларка (0,050—0,300 мг/кг). Наибольшее количество молибдена наблюдается в почвах Ишкашимского района (колхоз им. В. И. Ленина).

Во всех районах намечается тенденция к увеличению содержания подвижного молибдена от высокогорных пустынно-степных почв к староорошаемым и затем к аллювиально-луговым. Больше всего молибдена обнаружено в солончаках (0,220 мг/кг).

В распределении подвижного молибдена по почвенному профилю определенной закономерности не обнаружено. Независимо от почв в одних случаях наблюдается увеличение его с глубиной, в других — уменьшение, либо оно остается неизменным. Об этом же свидетельствует коэффициент корреляционной зависимости распределения подвижного молибдена и гумуса (табл. 5).

Отношение подвижной формы молибдена к валовому во всех исследованных почвах составляет 4—9%, для солончаков — 23,9%.

Выводы

1. Содержание микроэлементов в обследованных почвах Ишкашимского и Шугнанского районов, расположенных в Юго-Западной части Памира, мало отличается от содержания их в долинных почвах. По валовому содержанию Mo и особенно Zn их можно считать хорошо обеспеченными, средние обеспечены они Cu и бедны Co. По содержанию бора почвы варьируют от очень бедных до очень богатых.

По содержанию подвижных форм (по Я. В. Пейве) обследованные почвы хорошо обеспечены Mn, Cu и Co, бедны Mo и особенно Zn и варьируют по содержанию B от слабообеспеченных до богатых.

2. На содержание микроэлементов в почвах влияет характер почвообразующей породы, причем наибольшая корреляционная зависимость определена по B и Co, средняя — по Zn, слабая — по Mo, а по Cu она отсутствует. Почвы, развитые на элювии сланцев, по всей толще профиля богаче общим бором и беднее подвижным кобальтом, чем соответствующие почвы на гнейсах.

Влияние генетических особенностей почв на содержание в них подвижных форм Mn и Mo возрастает от высокогорных пустынно-степных и

пустынных почв к староорошаемым и затем к аллювиально-луговым. Содержание валового бора, наоборот, уменьшается в этом направлении.

3. В засоленных почвах обнаружено очень много валового бора, а также его подвижных форм и молибдена и сравнительно мало марганца в «обменной» форме.

4. Выявлено биологическое накопление подвижных форм для микроэлементов в верхнем слое почв: для В и Мп с высокой степенью достоверности, в меньшей мере для Сu, Со и отсутствие для Zn и Мо.

Литература

1. Алиханова О. И. Спектральное определение валового и водно-растворимого бора в почвах. Почвоведение, 1964, № 1.
2. Методические указания по определению микроэлементов в почвах и растениях. Под ред. Пейве Я. В. Изд. АН ЛатвССР, 1961.

НИИ почвоведения
МСХ ТаджССР

Дата поступления
25.III.1977 г.

O. L. ALIKHANOVA, A. N. ZYRYANOVA, V. V. CHERBAR
MINOR ELEMENTS IN SOILS OF SOME REGIONS
IN THE WESTERN PAMIRS

The content of B, Mn, Cu, Zn, Co and Mo in mountain and high-mountainous soils of some regions in the Pamirs is commensurable with their content in valley soils of Tajikistan. It has been noted that the distribution of minor elements in soils depends upon parent materials, genesis and biological factors.
