

ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ СКЕЛЕТНЫХ ПЛАНТАЖИРОВАННЫХ ПОЧВ В САДАХ КРЫМА

Н.Е. ОПАНАСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Физиолого-биохимическое значение микроэлементов и их влияние на различные звенья метаболизма многих растений, в том числе и плодовых культур, освещены в работах [1,3,4,19,24,33,35]. Многосторонними исследованиями разрешены важнейшие вопросы обмена веществ. Восполнены пробелы, связанные со значением микроэлементов – металлов и неметаллов – в обмене нуклеиновых кислот (НК), в переносе сахаров и биосинтезе белков, в накоплении витаминов и регуляторов роста, в ассимиляции азота и во многих других процессах [15,22,23,32,34].

Так, известна роль Zn в управлении активностью ферментов, катализирующих реакции биосинтеза индольных ауксинов, в процессах дыхания и аккумуляции энергии; особая роль В в процессах формирования репродуктивных органов, в плодообразовании и зимостойкости яблони [3,19,22,24,32]. Известно стимулирующее действие Со на деятельность гидрогеназ и дегидрогеназ, на содержание РНК и рибосом [22,35]. С другой стороны, при борном голодании нарушаются структура и функции рибосомального аппарата и хроматина растений [1,3,19,32,33]. Недостаток Mn приводит к деструкции пластид, к разобщению процессов фотосинтеза и биосинтеза НК, а его избыток вызывает индуцированную недостаточность железа вследствие окислительного действия Mn^{4+} на железо [3,19,32].

Уже нескольких примеров достаточно, чтобы видеть важность изучения микроэлементного состава почв и почвообразующих пород. Тем более это необходимо в связи с оценкой как недостаточности, так и загрязненности почв плодовых садов микроэлементами. Валовое содержание нескольких микроэлементов в почвах Крыма, в том числе в скелетных плантажированных черноземах и аллювиальных почвах садов и виноградников, приведено в трудах [8-14,16,20,22,26,30].

В этих работах в большинстве случаев приводилось только содержание В, Cu, Zn, Mo, Ti, Mn, Cr, Co, V, Ni в 20- и 50-сантиметровых слоях, а иногда и без указания анализируемого слоя. Редко характеризовались почвообразующие, а тем более подстилающие горные породы. Степень скелетности и генезис почвообразующих пород не отражались. Однако эти сведения, как и фундаментальные работы о микроэлементном составе литосферы, почв и почвообразующих пород мира, бывшего СССР, Украины, Крыма [2,4,5,7,17,18,21,28,30,33] были

неоценимы при сравнительном анализе с результатами наших исследований.

Цели и задачи исследований

Цель исследований – оценить пригодность скелетных почв по валовым формам микроэлементов для выращивания плодовой продукции для диетического и детского питания.

Задача исследований – определить обеспеченность валовыми формами важнейших для плодовых деревьев микроэлементов основных типов и подтипов садовых почв Крыма в зависимости от степени их скелетности, развитости почвенного профиля, гидроморфизма, генезиса почвообразующих пород.

Объекты и методы исследований

Исследовали микроэлементный состав различной степени скелетности и развитости профиля плантажированных карбонатных черноземов южных на красно-бурых глинах плиоцена и на элювиях известняков; черноземов обыкновенных предгорных на аллювиально-пролювиальных отложениях подгорных равнин и древних речных террас; коричневых почв на красноцветном аллювии-пролювии древних речных террас; аллювиальных луговых почв на аллювиально-пролювиальных четвертичных отложениях пойменных речных террас, а также сарматского известняка, подстилающего почвообразующие породы.

Все исследованные почвы находились под семечковыми и косточковыми плодоносящими садами.

В исследованиях почв применялись профильный, генетико-морфологический и сравнительно-горизонтный методы [27,29,31].

Образцы почв и почвообразующих пород на различных почвенных видах в пределах изучаемых садов отбирали под деревьями одного сорта, подвоя, возраста в хорошем и плохом состоянии по слоям 0-10, 20-30, 40-50, 70-80, 100-110 см. Затем содержание микроэлементов усреднялось для плантажного слоя почв (0-50 см) и для слоя почвообразующей породы (70-110 см или до глубины залегания плиты известняка, конгломерата). Коэффициенты аккумуляции химического элемента рассчитывали по соотношению его количества в плантажном слое к таковому в почвообразующей породе.

Микроэлементы определялись на дифракционном спектрографе СТЭ-1 с приставкой УСА-6. В качестве рабочего стандарта первой категории использован «курский чернозем». Сертификат качества лаборатории спектрального анализа Крымской комплексной геологической экспедиции объединения «Крымгеология» – УГ №0004729. Приношу благодарность инженеру объединения Корженевской Л. за помощь в выполнении аналитических работ.

Результаты и обсуждение

В исследованных почвах, почвообразующих породах и известняках отсутствовали или обнаружены только следы сурьмы, ртути, серебра, олова, висмута вольфрама, галлия, германия, ниобия, скандия (табл.).

Известно, что избыток бериллия (>10 мг/кг) тормозит поглощение корнями растений Ca^{2+} и Mg^{2+} , разрушает некоторые протеины и ферменты. В скелетных почвах Крыма содержание Be в 5 раз ниже ингибирующих концентраций.

Мышьяк определен только в аллювиальных луговых почвах на аллювии-пролювии пойменных террас. Эти почвы более 50 лет находились под яблоневым садом и сильно загрязнялись инсектофунгицидами. С ними мы связываем более чем 2-кратное превышение нормы (20 мг/кг) содержания мышьяка в почвах, которое было почти таким же, как в почвах зон вулканизма [18].

Стронций связан с минералами кальция и вместе с барием он образует скелеты морских организмов. Вполне закономерно, что Sr определен в сарматских известняках, в более древних почвообразующих породах и в коричневых почвах на красно-бурых глинах плиоцена, но его количество меньше, чем в черноземах СНГ. В элювиях сарматских известняков, как и в обоих подтипах чернозема и в аллювиальных гидроморфных почвах, стронция не оказалось (табл.).

Барий – антагонист кальция, магния, серы. Накапливается на дне морей в виде карбонатных и сернокислых солей. Хорошо поглощается глиной, содержится в конгломератах, в элювиях известняка и в известняках. Скелетными почвами Ba наследовался от подстилающих и почвообразующих пород, коэффициент аккумуляции Ba в почвах колебался от 0.3 до 1.1. Зависимости количества бария от степени скелетности почв нет.

Содержание свинца в скелетных почвах, почвообразующих породах и в известняке колебалось от 11 до 30 мг/кг, что в 2-3 раза меньше, чем в почвах США и СНГ и в 3-20 раз ниже предельно допустимых для почв концентраций [4].

Известняки бедны бором, но так как мелкозем элювиев, элювиев-делювиев и аллювиев-пролювиев известняков содержал много пыли и ила, полуторных окислов, то бор накапливался. Накапливался он и в результате трансгрессии Черного моря. Карбонатность почв также повышала фиксацию бора, поступающего на поверхность почв в виде пыли и при импальверизации. Биогенное накопление бора зафиксировано только в южных черноземах на элювии известняков-ракушечников. На мощных и среднемощных видах других почв коэффициент аккумуляции бора составил 0.7-0.9. Содержание бора от степени скелетности изученных почв не зависело и было в 2-3 раза ниже ингибирующих растений концентраций (табл.).

Таблица

Валовое содержание микроэлементов в известняке, в различных по генезису, степени развитости и скелетности (1 – средне-; 2 – сильно-; 3 – очень сильноскелетных) плантажированных почвах (в числителе) и почвообразующих породах (в знаменателе) Крыма

Объекты изучения	Степень скелетности	Химические элементы, мг/кг											
		B	Mn	Zn	Cu	Mo	Co	Cr	Ti	Li	Ni	V	Zr
Известняк сарматский	-	4	320	0	5	0	0	8	250	0	8	2	32
Чернозем южный карбонатный мощный на красно-бурых плиоценовых глинах	1	<u>44</u> 38	<u>867</u> 715	<u>17</u> 17	<u>14</u> 7	<u>0.8</u> 0.8	<u>15</u> 11	<u>63</u> 41	<u>4000</u> 3200	<u>20</u> 16	<u>30</u> 22	<u>74</u> 41	<u>167</u> 150
	2	<u>44</u> 38	<u>800</u> 565	<u>15</u> 12	<u>17</u> 5	<u>0.7</u> 0.5	<u>12</u> 8	<u>63</u> 22	<u>3733</u> 2250	<u>12</u> 0.5	<u>32</u> 15	<u>47</u> 20	<u>200</u> 91
Чернозем южный карбонатный маломощный на элювии известняка	1	<u>34</u> 20	<u>1275</u> 1200	<u>36</u> 20	<u>20</u> 20	<u>1.0</u> 0.9	<u>18</u> 15	<u>80</u> 63	<u>4750</u> 4000	<u>13</u> 12	<u>40</u> 40	<u>71</u> 63	<u>225</u> 200
	2	<u>32</u> 20	<u>1350</u> 1200	<u>32</u> 20	<u>19</u> 20	<u>1.0</u> 0.9	<u>20</u> 15	<u>76</u> 63	<u>5000</u> 4000	<u>12</u> 12	<u>38</u> 40	<u>80</u> 63	<u>212</u> 200
Чернозем обыкновенный предгорный карбонатный на аллювиально-пролювиальных отложениях	1	<u>36</u> 37	<u>1067</u> 900	<u>55</u> 26	<u>16</u> 10	<u>0.9</u> 0.6	<u>12</u> 9	<u>80</u> 50	<u>4667</u> 3600	<u>15</u> 13	<u>37</u> 25	<u>93</u> 50	<u>217</u> 150
	2	<u>35</u> 36	<u>867</u> 5650	<u>54</u> 17	<u>18</u> 12	<u>1.1</u> 2.6	<u>15</u> 10	<u>80</u> 50	<u>4000</u> 2250	<u>17</u> 12	<u>40</u> 36	<u>93</u> 36	<u>200</u> 100
Коричневая карбонатная мощная на аллювиально-пролювиальных красно-бурых плиоценовых отложениях	1	<u>52</u> 68	<u>743</u> 630	<u>20</u> 15	<u>15</u> 6	<u>0.7</u> 0.5	<u>14</u> 10	<u>64</u> 40	<u>4667</u> 3200	<u>18</u> 12	<u>30</u> 25	<u>64</u> 32	<u>273</u> 100
	2	<u>50</u> 66	<u>800</u> 630	<u>74</u> 15	<u>13</u> 5	<u>1.0</u> 0.5	<u>15</u> 8	<u>69</u> 25	<u>4667</u> 2500	<u>18</u> 6	<u>35</u> 20	<u>80</u> 25	<u>217</u> 100
Аллювиальная луговая карбонатная на аллювиально-пролювиальных отложениях	2	<u>62</u> 67	<u>743</u> 800	<u>107</u> 100	<u>28</u> 20	<u>1.1</u> 1.2	<u>17</u> 15	<u>93</u> 100	<u>5000</u> 5650	<u>25</u> 32	<u>50</u> 50	<u>120</u> 150	<u>200</u> 135
	3	<u>61</u> 67	<u>743</u> 800	<u>93</u> 100	<u>27</u> 20	<u>1.2</u> 1.3	<u>16</u> 17	<u>87</u> 80	<u>5000</u> 5000	<u>23</u> 28	<u>47</u> 50	<u>107</u> 120	<u>157</u> 135

Продолжение таблицы

Объекты изучения	Степень скелетности	Химические элементы, мг/кг														
		Be	Ba	Sn	Pb	Sb	Hg	Nb	Ga	Ag	W	Bi	Ge	Sc	Sr	As
Известняк сарматский	-	0	320	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	630	0
Чернозем южный карбонатный мощный на красно-бурых плиоценовых глинах	1	<u>1.5</u> 1.1	<u>433</u> 565	<u>2.7</u> 2.2	<u>15</u> 13	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 5	<u>4</u> 7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.4</u> 0.7	<u>1.0</u> 0.5	<u>9</u> 7	<u>0</u> 250	<u>0</u> 0
	2	<u>1.1</u> 0.5	<u>347</u> 360	<u>4.6</u> 2.0	<u>18</u> 11	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>6</u> 2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0.4</u> 0	<u>0.3</u> 0	<u>6</u> 0	<u>0</u> 500	<u>0</u> 0
Чернозем южный карбонатный маломощный на элювии известняка	1	<u>1.7</u> 2.0	<u>340</u> 500	<u>2.5</u> 2.0	<u>20</u> 20	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 10	<u>8</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.3</u> 1.2	<u>1.0</u> 1.0	<u>8</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
	2	<u>1.4</u> 2.0	<u>500</u> 500	<u>2.5</u> 2.0	<u>19</u> 20	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 10	<u>6</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.3</u> 1.2	<u>1.0</u> 1.0	<u>8</u> 6	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
Чернозем обыкновенный предгорный карбонатный на аллювиально-пролювиальных отложениях	1	<u>1.6</u> 1.3	<u>273</u> 360	<u>3.2</u> 1.5	<u>18</u> 15	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 5	<u>8</u> 5	<u>0.02</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.7</u> 1.5	<u>1.2</u> 1.0	<u>9</u> 9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
	2	<u>1.4</u> 1.2	<u>297</u> 750	<u>3.2</u> 1.2	<u>18</u> 12	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>12</u> 0	<u>9</u> 5	<u>0.02</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.3</u> 0	<u>1.1</u> 0.5	<u>10</u> 7	<u>0</u> 500	<u>0</u> 0
Коричневая карбонатная мощная на аллювиально-пролювиальных красно-бурых плиоценовых отложениях	1	<u>1.4</u> 1.2	<u>800</u> 1000	<u>3.8</u> 2.5	<u>14</u> 12	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 0	<u>7</u> 4	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0.8</u> 0	<u>1.0</u> 0	<u>7</u> 0	<u>170</u> 500	<u>0</u> 0
	2	<u>1.4</u> 1.0	<u>323</u> 320	<u>5.3</u> 1.5	<u>20</u> 12	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 0	<u>8</u> 4	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1.4</u> 0	<u>1.0</u> 0	<u>6</u> 6	<u>0</u> 400	<u>0</u> 0
Аллювиальная луговая карбонатная на аллювиально-пролювиальных отложениях	2	<u>2.0</u> 2.5	<u>233</u> 250	<u>4.7</u> 5.6	<u>32</u> 32	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>15</u> 15	<u>11</u> 11	<u>0.03</u> 0.03	<u>2.1</u> 3.2	<u>2.0</u> 2.5	<u>1.5</u> 1.5	<u>11</u> 11	<u>0</u> 0	<u>40</u> 41
	3	<u>2.0</u> 2.2	<u>233</u> 250	<u>5.0</u> 6.3	<u>32</u> 32	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>15</u> 15	<u>9</u> 10	<u>0.03</u> 0.08	<u>1.1</u> 1.6	<u>2.0</u> 2.2	<u>1.4</u> 1.5	<u>11</u> 11	<u>0</u> 0	<u>45</u> 50

Известняки содержали 320 мг/кг марганца. Накоплению Mn в скелетных почвообразующих породах и почвах Крыма способствовали и теплые палеоклиматические условия, пережитый ими гидроморфизм в субаквальных условиях, щелочная среда. Влияние увлажненности почв на концентрацию марганца наглядно проявилось в слое 70-110 см разреза 2 чернозема обыкновенного, где и в наши дни над конгломератом накапливалась верховодка. Здесь яблоня была в угнетенном состоянии, а ее листья периодически хлорозили от избытка Mn (>5000 мг/кг), вызывавшего недостаток железа.

Марганец – элемент биогенной аккумуляции, его количество от степени скелетности почв не зависело. Недостатка или избытка Mn во всех изученных скелетных почвах не было, кроме одного случая. В курском черноземе его содержание такое же, как и в скелетных почвах Крыма (табл.).

Цинк увеличивает устойчивость плодовых растений к сухим и жарким условиям, так как повышает стабильность ДНК к термическому воздействию. Дефицит Zn ведет к розеточной болезни, плохой закладке почек. Цинк – элемент почвенного биосинтеза. Почвы на известняках богаты цинком, так как их карбонатность уменьшает подвижность Zn. В гидроморфных условиях цинк широко мигрировал по профилю почв, его коэффициент аккумуляции уменьшался до 1.0-0.9, что показано на примере аллювиальных луговых почв. Концентрация цинка в этих почвах была больше, чем в других. Меньше всего Zn было в южных черноземах на красно-бурых глинах, что можно объяснить интенсивным его выщелачиванием в плиоценовое время. Если учесть, что типичное количество цинка в почвах должно быть 10 ... 200 мг/кг, то скелетные почвы Крыма дефицитным или губительным для растений содержанием Zn не отличались.

Недостаток меди вызывает хлороз листьев, суховершинность веток плодовых деревьев, а ее избыток (>100 мг/кг) ингибирует растения. Медь – элемент биогенеза и хозяйственной деятельности, но зависит и от горной породы. Недостатка или избытка меди в скелетных почвах не было, ее столько же, сколько и в земной коре, и в почвах СНГ. Симптомов медного голодания по листьям плодовых деревьев не отмечалось.

Молибден – компонент гидрогеназы и оксидазы, при его недостатке нарушается азотный и углеводный обмен, синтез хлорофилла и витаминов. Избыточное содержание Mo (>35 мг/кг) угнетает растения. Если ориентироваться на содержание Mo в почвах бывшего СССР (0.2-7.5 мг/кг) и его кларк в литосфере (3 мг/кг), то изученные скелетные почвы и почвообразующие породы обеднены Mo, и даже аллювиальные луговые почвы, где не зафиксировано заметного привноса Mo грунтовыми водами.

Вместе с тем, симптомов недостатка молибдена плодовые деревья не проявляли.

Велика роль кобальта в фиксации азота воздуха, в накоплении сахаров, жиров, нуклеиновых кислот, в дыхании растений. При содержании в почвах <5 мг/кг Co растения угнетаются. В скелетных почвах Крыма его было 5-28 мг/кг, он элемент почвенного биосинтеза, особенно интенсивно в ходе почвообразования кобальт накапливался в черноземах и коричневых почвах, где коэффициент его аккумуляции 1.1 ... 1.9. Содержание Co от степени скелетности почв и почвообразующих пород не зависело (табл.).

Хром – важный элемент питания растений, но при его количестве в почвах более 200 мг/кг Cr угнетает растения. В скелетных почвах и почвообразующих породах содержалось 20-100, а в известняке – 8 мг/кг Cr. В результате почвообразования хром интенсивно накапливался в черноземах и коричневых почвах, коэффициент аккумуляции составил 1.3 ... 3.1. Больше всего хрома содержалось в аллювиальных луговых почвах за счет привноса грунтовыми водами.

Известна каталитическая функция титана при фотосинтезе, он окисляет азот растений. Содержался в известняках, биологически поглощался и накапливался при почвообразовании. В почвах его было 3733-5000 мг/кг, в почвообразующих породах – 2250-5650 мг/кг. Судя по наибольшему количеству Ti в аллювиальных луговых почвах и в аллювиях-пролювиях пойменных террас, он малоподвижен даже в гидроморфных условиях (табл.). В скелетных почвах Крыма титана столько же, сколько и в черноземах СНГ.

Литий содержится в хлоропластах растений, в избытке – токсичен. Интенсивно накапливался при почвообразовании в автоморфных условиях. Его коэффициент аккумуляции в черноземах и коричневых почвах 1.1 ... 24.0, а в гидроморфных аллювиальных почвах 0.7 ... 0.8, что свидетельствовало о привносе Li грунтовыми водами, так как в аллювиальных почвах отмечено наибольшее количество этого микроэлемента. В скелетных почвах и почвообразующих породах содержание лития было таким же, как в почвах мира и СНГ.

Известняки содержали 8 мг/кг никеля, в почвах и почвообразующих породах его количество увеличивалось до 15-50 мг/кг, что в 2-6 раз меньше предельно допустимых концентраций. В больших количествах никель наряду со ртутью, свинцом, кобальтом является агрессивным для растений элементом [4]. Ni накапливался при почвообразовании в гумусированных слоях скелетных черноземов, а особенно коричневых почв. Больше всего никеля в аллювиальных луговых почвах и почти столько же в их почвообразующих породах – 48 ... 49 мг/кг, что несколько меньше, чем в приазовских черноземах.

Ванадий катализирует процессы фиксации азота растениями и может заменять в этой функции молибден. При высоком содержании (>140 мг/кг) V угнетает растения [6]. В автоморфных скелетных почвах Крыма ванадия 47-93 мг/кг и только в аллювиальных луговых почвах его содержалось 107-120 мг/кг. Увеличение V в гидроморфных почвообразующих породах до 120-150 мг/кг свидетельствует, что в периодически возникающих восстановительных условиях ванадий накапливался, это подтверждалось коэффициентом аккумуляции 0.8-0.9 (табл.). Все скелетные почвы Крыма не содержали избытка или недостатка V и его столько же, сколько и в черноземах СНГ.

Цирконий не является основным компонентом минерального питания растений, но стимулирует рост почвенных микроорганизмов. Наследуется от известняков и почвообразующих пород, но накапливается при почвообразовании. Количество Zr в скелетных почвах Крыма колебалось от 160 до 225 мг/кг, столько же его в черноземах Воронежской области.

Таким образом, по валовому содержанию 27 микроэлементов все исследованные скелетные плантажированные почвы и почвообразующие породы Крыма не обнаружили явно недостаточных для плодовых растений или избыточных концентраций, превышающих среднее содержание этих микроэлементов в литосфере, в почвах и почвообразующих породах мира, СНГ, Украины [2,5,7,11,15-17,20,21,30]. Тяжелые и токсичные металлы, опасные загрязнители и наиболее агрессивные для высших растений микроэлементы (Be, V, Cr, Mn, Co, Ni, As, Sr, Mo, Ag, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb, Bi, Sc, Ga, Ge, W) либо не обнаружены, либо их концентрации не превышали известных по литературе ингибирующих растения количеств или предельно допустимых для плодовых растений параметров [4,11,13,14,18,19,22,34].

Микроэлементы по среднему содержанию в скелетных почвах и почвообразующих породах располагались в такой убывающий ряд: Ti > Mn > Ba > Sr > Zr > V > Cr > B > Zn > Ni > Pb > Li, Cu, Co > Nb > Sc, Ga > Sn > Be, Bi, a Mo, Ge, W, Ag было меньше 1 мг/кг. Мышьяк, как результат опрыскивания садов, обнаружен только в длительно используемой под яблоню аллювиальной луговой почве. Первые 8 микроэлементов, преобладающие в почвах, в наибольших количествах были в известняке и в почвообразующих породах, а потому можно утверждать унаследованность их почвами от почвообразующих и подстилающих пород. Эти элементы не только отражали влияние на почвы известняка и почвообразующих пород, но проявляли, кроме Ba и B, интенсивную биогенную аккумуляцию в гумусированных слоях. Однако не на всех изученных почвах они являлись биофилами, как и другие микроэлементы, о чем можно судить по коэффициентам аккумуляции. К типичным

биофилам на скелетных автоморфных почвах можно отнести Zn, Co, Cr, Ti, Li, V, Sn, а барий во всех почвах биогенно не накапливался.

В аллювиальных луговых почвах независимо от степени их скелетности по сравнению с черноземами и коричневыми почвами определена наибольшая концентрация большинства микроэлементов, кроме Mn, Co, Zr, Ba, Sr. Марганца было больше в черноземах обыкновенных, кобальта и циркония – в черноземах южных на элювиях известняка, стронция – в черноземах южных на красно-бурых плиоценовых глинах, а бария – в коричневых почвах.

Скелетные почвы по содержанию микроэлементов по сравнению с почвообразующими породами характеризовались такими особенностями. Черноземы южные на плиоценовых глинах были богаче почвообразующих пород всеми важнейшими микроэлементами, кроме Ba. В черноземах южных только Cu, Ni, Zr, Be, Ba, Pb было меньше, чем в элювиях известняка-ракушечника. В черноземах обыкновенных предгорных по сравнению с аллювием-пролювием меньше было В и Ba, а в сильноскелетных видах – Mo и Ni. Коричневые почвы отличались меньшей концентрацией В и Ba по сравнению с почвообразующими породами, а всех других микроэлементов было больше. Аллювиальные луговые почвы были беднее почвообразующих пород всеми микроэлементами, кроме Cu, Co, Cr, Zr (табл.). Достоверной зависимости содержания микроэлементов от степени скелетности почв и почвообразующих пород не установлено, но разумеется, если посчитать их запасы в расчете на мелкозем, то различия в запасах большинства микроэлементов будут в пользу менее скелетных почв.

Выводы

1. По валовому содержанию 27 микроэлементов в исследованных скелетных почвах и почвообразующих породах Крыма не выявлено явно недостаточных для плодовых растений или избыточных концентраций, превышающих среднее содержание в литосфере, в почвах и почвообразующих породах мира, СНГ, Украины. Тяжелые и токсичные металлы, опасные загрязнители и наиболее агрессивные для высших растений Be, V, Cr, Mn, Co, Ni, As, Sr, Mo, Ag, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb, Bi, Sc, Ga, Ge, W либо не обнаружены, либо их концентрации не превышали ингибирующих растений количеств или предельно допустимых для плодовых культур параметров.

2. По содержанию валовых форм микроэлементов скелетные почвы по сравнению с длительно используемыми в садоводстве почвами наиболее «чистые» и пригодны для выращивания плодовой продукции для диетического и детского питания.

Список литературы

1. Васильева В.Н., Сафонова Е.Т. Формирование зимостойкости гибридов яблони при воздействии бором в эмбриональный период их развития // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 298 – 302.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – Изд-во АН СССР, 1957. – 235 с.
3. Власюк П.А., Жидков В.А., Ивченко В.И., Кибаленко А.П., Климовицкая З.М., Охрименко М.Ф., Рудакова Э.В. Микроэлементы в обмене веществ и продуктивности растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 1978. – Т. 10. – № 4. – С. 350 – 359.
4. Глухов О.З., Сафонов А.І., Хижняк Н.А. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі. – Донецьк: Норд-Прес, 2006. – 360 с
5. Дмитрук Ю. Єколого-геохімічний аналіз ґрунтового покриву агроєкосистем. – Чернівці: Рута, 2006. – 328 с.
6. Добрицкая Ю.И. Распространение ванадия в природных объектах // Агрохимия. – 1969. – № 3. – С. 143 – 152.
7. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. – М.: Мысль, 1983. – 272 с.
8. Зборищук Ю.Н., Зырин Н.Г. Медь и цинк в пахотном слое (0-20 см) почв Европейской части СССР // Почвоведение. – 1978. – № 1. – С. 31 – 37.
9. Зырин Н.Г., Большаков В.А., Пацукевич З.В., Стоилов Г.П., Скворцов А.Ф., Горбатова М.А. Микроэлементы в почвах и использование микроудобрений в виноградарстве (на примере Крымской области). – М.: Изд-во Московского ун-та, 1972. – 270 с.
10. Зырин Н.Г., Васильевская В.Д., Зборищук Ю.Н. Схематические карты содержания микроэлементов (В, Мп, Со, Сu, Zn, Мо) в почвах (в $A_{\text{пах}}$ или A_1) Европейской части СССР // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 84 – 94.
11. Зырин Н.Г., Пацукевич З.В. О варьировании содержания микроэлементов в почвах Крыма // Почвоведение. – 1964^a. – № 11. – С. 88 – 92.
12. Зырин Н.Г., Симонов В.Д. Варьирование содержания подвижных форм марганца и цинка в карбонатном черноземе Крымской области // Агрохимия. – 1967. – № 5. – С. 96 – 98.
13. Иванова А.С. Медь в почвах садовых агроценозов Крыма // Агрохимия. – 1987. – № 10. – С. 76 – 82.
14. Иванова А.С. Микроэлементы в почвах под садами Крыма. – Ялта, 2002. – 63 с.

15. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
16. Кириллук В.П. Накопление меди и серебра в черноземах виноградников // Микроэлементы в окружающей среде. – К.: Наукова Думка, 1980. – С. 76.
17. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
18. Ковда В.А., Якушевская И.В., Тюрюканов А.Н. Микроэлементы в почвах Советского Союза. – М.: Изд-во МГУ, 1959. – 66 с.
19. Микроэлементы в обмене веществ растений. – К.: Наукова Думка, 1976. – 207 с.
20. Микроэлементы в почвах и использование микроудобрений в виноградарстве. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – 270 с.
21. Микроэлементы в почвах Советского Союза / Под ред. В.А. Ковды, Н.Г. Зырина. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1973. – Вып. 1. Микроэлементы в почвах Европейской части СССР. – 281 с.
22. Микроэлементы в сельском хозяйстве / Под ред. А.И. Фатеева, С.Ю. Булыгина. – Харьков, 2001. – 64 с.
23. Островская Л.К. Роль железа в растениях, нарушения его метаболизма и применение хелатных соединений в качестве железных удобрений // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 95 – 110.
24. Парибок Т.А. О роли цинка в метаболизме // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 306 – 319.
25. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 342 с.
26. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия: Справ. изд. – Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.
27. Почвенная съемка. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 346 с.
28. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / Под ред. Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1988. – 296 с.
29. Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. – М.: Изд-во Московск. ун-та, 1975. – 290 с.
30. Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР / Под ред. П.А. Власюка. – К.: Наукова думка, 1964. – 294 с.
31. Теории и методы физики почв / Кол. монография под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
32. Физиологические основы питания растений. – К.: Наукова Думка, 1971. – 342 с.

33. Шерстнев Е.А. Особенности обмена белка и нуклеиновых кислот у растений при дефиците бора // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 263 – 272.

34. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Изд-во «Наука», 1974. – 324 с.

35. Ягодин Б.А., Троицкая Г.Н., Генерозова И.П., Савич М.С., Овчаренко Г.А. Кобальт в метаболизме растений // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М.: Наука, 1974. – С. 329 – 338.

**Gross content of microelements in skeleton trenching soils in the orchards
of the Crimea
Opanasenko N.E.**

Gross content of 27 microelements has been determined in southern and usual foothills black soils, in brown and alluvial meadow carbonat skeleton soils under the orchards of the Crimea. Inadequate or surplus concentration of microelements in soils and soil-forming rocks hasn't been revealed. Hard, toxic and the most aggressive microelements for plants haven't been discovered or haven't been exceeded the permissible concentration for fruit crops. Skeleton soils of the Crimea according to the gross quantity of microelements are suitable for growing fruits for dietetic and child's nourishment.