

ISSN 0558-1125

УДК 634.11:631.41:631.811

**О.Е. КЛИМЕНКО**, кандидат сельскохозяйственных наук

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр (НБС-ННЦ), Ялта, Крым

**МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ (*MALUS DOMESTICA* BORKH.) НА РАЗЛИЧНЫХ ПОДВОЯХ В УСЛОВИЯХ ОЩЕЛАЧИВАНИЯ ПОЧВЫ****О.У.КЛИМЬЕНКО**, PhD

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre, Yalta, Crimea

**APPLE (*MALUS DOMESTICA* BORKH.) TREES MINERAL NUTRITION ON DIFFERENT ROOTSTOCKS UNDER THE CONDITIONS OF THE SOIL ALKALIZATION**

*Вивчали вплив підлуження темно-каштанового слабосолонцюватого ґрунту на мінеральне живлення дерев яблуні на різних підщепах. Встановлено, що зміни в даному процесі в цих несприятливих екологічних умовах залежали як від сорту, так і від підшепи. При підлуженні в багатьох сорто- підщепних комбінаціях відбувалося накопичення азоту, зниження вмісту зольних елементів та сирової золи, а також деяке нагромадження натрію в листі. Найстійкішими до підлуження визнано сорт Мелба на ММ. 106, який виділявся стабільним складом елементів живлення, найменш стійким – Голден Делішес на Сарі Синапі, котрий відчував дефіцит калію, фосфору, кальцію та магнію.*

*Изучено влияние ощелачивания темно-каштановой слабосолонцеватой почвы на минеральное питание деревьев яблони на различных подвоях. Установлено, что изменения в данном процессе в этих неблагоприятных экологических условиях зависели как от сорта, так и от подвоя. При ощелачивании у большинства сорто-подвойных комбинаций накапливался азот, а также некоторое количество натрия в листьях и снижалось содержание зольных элементов и сырой зола. Наиболее устойчивым к ощелачиванию признан сорт Мелба на ММ. 106, который выделялся стабильным составом элементов питания, наименее стойким – Голден Делишес на Сары Синапе, испытывавший недостаток калия, фосфора, кальция и магния.*

*The author has studied the influence of the dark chestnut weakly alkaline soil alkalization on the apple trees mineral nutrition on different rootstocks. The changes of the mineral nutrition in those unfavourable ecological conditions have proved to depend both on a cultivar and on a rootstock. Under the alkalization many rootstock – cultivar combinations accumulate nitrogen as well as a certain amount of sodium in leaves and decrease the content of ash elements and crude ash. The cultivar ‘Melba’ on ММ. 106 which has stable content of nutritive elements has turned out to be the most resistant to alkalization. The least resistant one is ‘Golden Delicious’ on Sary Sinap that lacks potassium, phosphorus, calcium and magnesium*

Длительное орошение земель южной и сухой степи Крыма водами Северо-Крымского канала, а также применение плантажной вспашки [4] привели к ощелачиванию, то есть увеличению содержания соды и щелочных солей в почве, в том числе и в садах. Из садопригодных этот процесс наиболее интенсивно проявляется в темно-каштановых и лугово-каштановых почвах разной степени солонцеватости и черноземах южных [1]. Плодовые культуры в большинстве являются слабосолеустойчивы, поэтому повышение содержания щелочных солей в почве может негативно отразиться на росте и состоянии их деревьев.

Изменение состава солей в почве при ощелачивании, увеличение концентрации токсичных щелочных солей до критического уровня, выщелачивание необходимых ионов и снижение их подвижности могут привести к нарушениям в минеральном питании растений [5]. Последнее проявляется в снижении поглощения некоторых элементов (калия, кальция, магния и др.), в относительном накоплении токсичного натрия, а также в нарушении соотношения ионов в самом растении. Все это вызывает угнетение деревьев и потерю урожая.

Большую роль в устойчивости плодового растения к неблагоприятным экологическим факторам, в том числе и к отрицательным процессам, происходящим в почве, в частности к засолению, играют подвои [2, 3]. Однако минеральное питание деревьев яблони на почвах, подверженных ощелачиванию, практически не изучено. В связи с этим нашей целью было исследовать влияние повышенного содержания вредных щелочных солей в почве на питание различных сорто-подвойных комбинаций яблони.

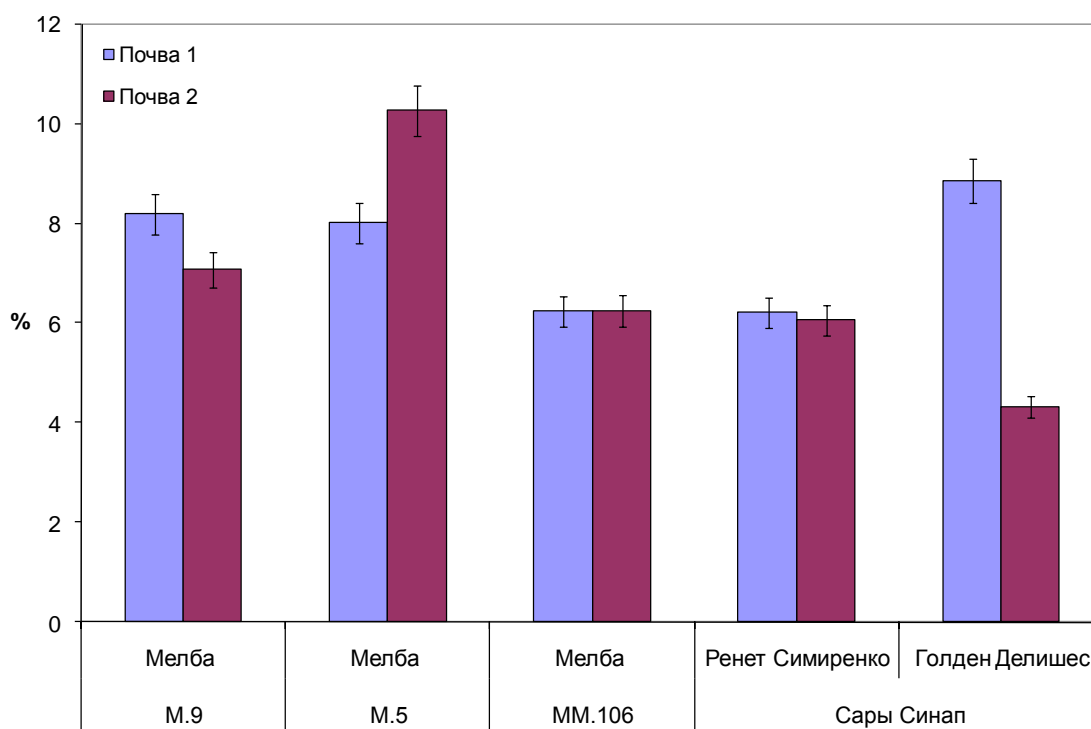
**Объекты и методы.** Опыты проводили на плодоносящих деревьях трех сортов: Мелба на подвоях М. 5, М. 9 и ММ. 106, а также Ренет Симиренко и Голден Делишес на Сары Синапе. Для оценки устойчивости этих сорто-подвойных комбинаций к щелочным солям подобрали ряд деревьев в хорошем и удовлетворительном (или плохом) состоянии и оценивали его по 4-балльной шкале: 4 балла – хорошее, без видимых признаков угнетения; 3 – удовлетворительное с замедлением роста, проявлением суховершинности, хлороза, мелколистности и др.; 2 – плохое, при котором погибали скелетные ветви, рост практически прекращался, отмечались хлороз и опадение листьев, на последних проявлялись симптомы недостаточности питательных элементов и т.д.

Листья для анализа отбирали методом Чепмана [10] в конце периода интенсивного роста побегов и определяли содержание в них «сырой» золы путем озоления растительного материала в муфельной печи. Количество N и зольных элементов ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ) устанавливали после мокрого озоления ускоренным методом Гинзбург и Щегловой [8].

Почва на опытных участках темно-каштановая, слабосолонцеватая, легкоглинистая на лессовидных легких глинах. Хорошее состояние деревьев отмечено там, где содержание

гидрокарбонатов Na и Mg в её полутораметровой толще составляло 0,2-0,3 мг-экв на 100 г почвы (почва 1, контроль). Если в ней присутствовала сода или количество указанных гидрокарбонатов превышало 0,3 мг-экв на 100 г почвы, деревья были в удовлетворительном и плохом состоянии с признаками хлороза (почва 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание золы в листьях на почве 1 зависело от плодовой породы, сорта и подвоя (рис.1). Так, у сорта Мелба, привитого на М. 5 и М. 9, этот показатель был примерно одинаковым, а на подвое ММ. 106 – на 2 % ниже. Высоким он оказался у Голден Делишеса на Сары Синапе, а у Ренета Симиренко на этом подвое невысоким. На почве 2 у большинства сорто-подвойных комбинаций содержание золы в листьях снижалось на 0,2 - 4,5 %, а у Мелбы на М. 5, наоборот, возрастало существенно (на 2,2 %), что, возможно, связано со значительным накоплением некоторых зольных элементов. На подвое ММ. 106 данный показатель у этого сорта оставался стабильным.



*Рис. 1. Содержание золы в листьях деревьев яблони на разных подвоях при ощелачивании почвы*

Установлено также, что чем больше золы было в листьях контрольных деревьев, тем более существенным колебаниям ее содержание подвергалось при ощелачивании почвы (см.рис. 1). Например, у Мелбы на ММ. 106 и Ренета Симиренко на Сары Синапе, оно было невысоким, почти одинаковым и практически не зависело от ощелачивания, а в других изученных сорто-подвойных комбинациях изменялось существенно.

Содержание N на почве 1 в листьях деревьев, привитых на всех изученных подвоях, находилось в пределах, оптимальных для яблони [7, 9]. У сорта Мелба на подвоях М. 5 и М. 9 и Ренет Симиренко на Сары Синапе концентрация этого элемента на указанной почве была примерно одинаковой (2,25 - 2,26 % сухой массы листьев (рис. 2). На ММ. 106 у первого из указанных сортов, а также у Голден Делишеса на Сары Синапе отмечено повышенное содержание N в листьях на почве 1 (2,66 - 2,95 %). В первом случае это определяется свойствами подвоя, во втором – сорта.

Влияние ощелачивания на количество этого элемента в листьях зависело от сорта и подвоя. У большинства сорто-подвойных комбинаций его содержание увеличивалось, особенно существенно у Мелбы на М. 5 (на 0,65 %), что и ранее отмечалось при исследованиях на засоленных почвах [2]. Это связано с более сильным подавлением ростовых процессов по сравнению с синтезом белков, при котором небелковые формы азота накапливаются в листьях. На подвое ММ. 106 на почве 2 у указанного сорта произошло достоверное уменьшение количества N в листьях.

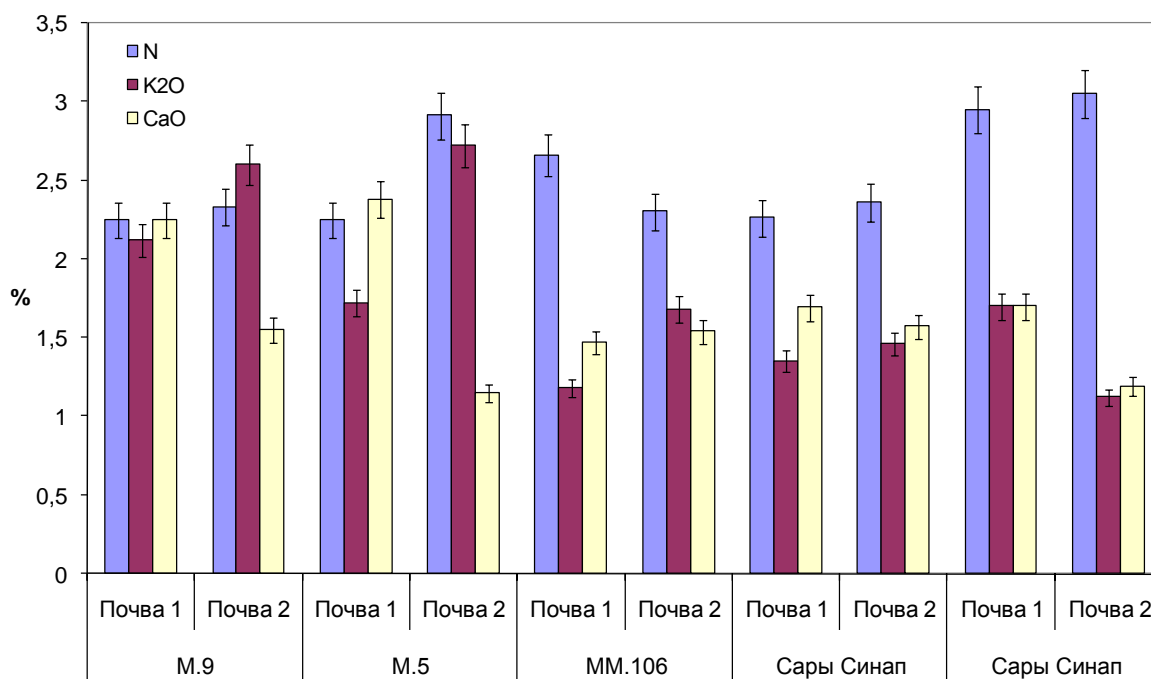


Рис. 2. Изменения содержания N, K<sub>2</sub>O и CaO в листьях деревьев яблони на разных подвоях при ощелачивании почвы

Это может быть связано со снижением содержания нитратов в почве при содовом засолении, что отмечено нами ранее [6], а также антагонизмом с калием, количество которого в листьях данной сорто-подвойной комбинации увеличивалось.

Содержание  $K_2O$  в листьях деревьев на почве 1 было низким, но у Мелбы оно зависело от подвоя: максимальное при прививке на М. 9, минимальное – на ММ. 106. Деревья на подвое М. 5 по содержанию калия в листьях занимали промежуточное положение. У сорта Ренет Симиренко на Сары Синапе концентрация  $K_2O$  у деревьев, растущих на почве 1, была довольно низкой и лишь незначительно увеличивалась под действием ощелачивания. У Голден Делишеса на этом подвое содержание  $K_2O$  в листьях деревьев на той же почве было значительно выше, чем у Ренета Симиренко, но снижалось на почве 2 в 1,4 раза и становилось ниже оптимального.

У Мелбы на всех подвоях ощелачивание вызывало увеличение количества  $K_2O$  в листьях, несмотря на снижение его подвижности в почве [6]. Это говорит о приспособляемости данного сорта к ощелачиванию и относительно большей его устойчивости к щелочным солям по сравнению с другими изученными сортами, что проявилось также в условиях проведенного нами вегетационного опыта [5].

Содержание  $CaO$  в листьях Мелбы также зависело от подвоя. У деревьев, привитых на М. 9 и М. 5, на почве 1 оно было высоким и примерно одинаковым, а на ММ. 106 самым низким из всех изученных нами сорто-подвойных комбинаций. У Ренета Симиренко и Голден Делишеса на Сары Синапе содержание  $CaO$  на почве 1 было довольно низким, что, вероятно, также определялось подвоем. Ощелачивание почвы привело к уменьшению количества  $CaO$  в листьях большинства сорто-подвойных комбинаций, и только у Мелбы на ММ. 106 оно изменялось мало и даже проявило тенденцию к увеличению.

Как ранее было установлено нами в вегетационном опыте [5], снижение содержания доступного растениям Са в почве в связи с ее ощелачиванием сопровождалось уменьшением его количества в листьях деревьев сорта Ренет Симиренко на подвое М. 9. Это же явление было отмечено при воздействии кислотных осадков, когда содержание кальция в растении снижалось пропорционально повышению кислотности за счет вымывания этого элемента из листьев [11]. В связи с этим изменение количества  $CaO$  в них может быть индикаторным показателем реакции дерева на повышение щелочности почвы и появление соды или на другой стрессовый фактор.

Снижение содержания  $CaO$  в листьях при ощелачивании зависело также от устойчивости сорто-подвойной комбинации и ее адаптивных возможностей. По степени уменьшения количества  $CaO$  изученные комбинации расположились в следующий возрастающий ряд: Мелба на ММ. 106 < Ренет Симиренко на Сары Синапе < Мелба на М. 9 < Мелба на М. 5 < Голден Делишес на Сары Синапе. Таким образом, первая из указанных комбинаций оказалась наиболее устойчивой по этому признаку к повышению щелочности, а последняя наиболее чувствительной. Следует, однако, отметить, что сорт Ренет Симиренко на Сары Синапе также был относительно устойчив к ощелачиванию.

Содержание  $P_2O_5$  в листьях деревьев на разных подвоях на почве 1 было на уровне оптимального (0,5–0,6 % на сухую массу листа [9]). Ощелачивание почвы мало влияло на количество этого элемента у Мелбы на подвое ММ. 106 и Ренета Симиренко на Сары Синапе (рис. 3). Существенное снижение содержания  $P_2O_5$  в листьях при ощелачивании отмечено у первого из этих сортов на М. 9 и Голден Делишеса на Сары Синапе, при котором в дереве может возникнуть дефицит фосфора. У Мелбы на М. 5, наоборот, отмечено увеличение количества  $P_2O_5$  на почве 2. Возможно, это связано с резким падением концентрации СаО и MgO у данного сорта при ощелачивании и антагонизмом этих ионов с фосфором.

На почве 2 оно снизилось у всех изученных сорто-подвойных комбинаций от 0,07 (Мелба на ММ. 106) до 0,30 % (Мелба на М. 5 и М. 9), а у Голден Делишеса на Сары Синапе оно опускалось за нижний предел оптимального содержания для яблони. Это вызвано уменьшением подвижности магния в почве при ощелачивании [6].

Количество  $Na_2O$  на почве 1 у большинства сорто-подвойных сочетаний было большим. Это подтверждает ранее сделанный вывод о том, что яблоня способна накапливать натрий в листьях при засолении [5].

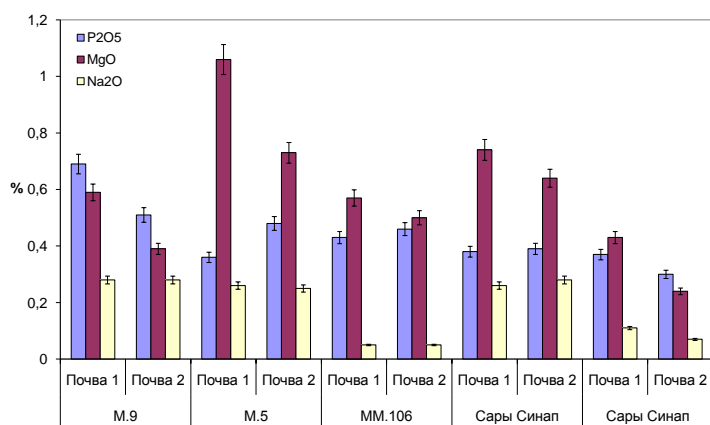


Рис. 3. Изменения в содержании  $P_2O_5$ , MgO и  $Na_2O$  в листьях деревьев яблони на разных подвоях при ощелачивании почвы

Однако у Мелбы на ММ. 106 содержание этого элемента было низким. Ощелачивание почвы в указанных пределах не привело к существенным изменениям количества  $Na_2O$  в листьях большинства изученных комбинаций. Лишь у сорта Голден Делишес на подвое Сары Синап оно

несколько увеличивалось на почве 2, что говорит о слабой устойчивости этого сорто-подвойного сочетания к повышению содержания щелочных солей и обменного натрия в почве.

**Выводы.** 1. В результате наших исследований установлено, что минеральное питание определенной сорто-подвойной комбинации яблони специфично и зависит как от сорта, так и от подвоя. На солонцеватых почвах сухой степи, подверженных ощелачиванию, деревья изучаемой культуры снижали поглощение P, Ca, Mg, некоторые – и K в связи с уменьшением подвижности этих элементов в почве, что сопровождалось снижением содержания золы в листьях.

2. Минеральный состав листьев деревьев Мелбы оказался более стабильным в условиях ощелачивания почвы, чем у других исследуемых сортов, но устойчивость его к щелочным солям зависела от подвоя. Меньше всего изменялся состав элементов питания этого сорта при ощелачивании на ММ. 106, и это сорто-подвойное сочетание можно считать наиболее относительно устойчивым при повышенной щелочности почвы. На М. 9 сорт Мелба оказался менее устойчивым к ощелачиванию. Наиболее чувствительным к повышенному содержанию щелочных солей в почве признан Голден Делишес на подвое Сары Синап, что проявлялось в накоплении  $\text{Na}_2\text{O}$  в листьях, а также в значительном снижении поглощения  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Сорт Ренет Симиренко на этом же подвое также был относительно устойчив к щелочным солям в почве.

3. Степень уменьшения количества  $\text{CaO}$  в листьях может быть индикаторным показателем ощелачивания почвы и определять устойчивость яблони к этому неблагоприятному экологическому явлению.

### *Список использованной литературы*

1. Гаврилович Н. Ю. Иригаційне содопроявлення в ґрунтах півдня України / Н. Ю. Гаврилович // Агрорхімія і ґрунтознавство. – 2002. – С. 225-227.
2. Иванов В. Ф. Почва и плодое растение / В. Ф. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.
3. Иванов В. Ф. Экология плодовых культур / В. Ф. Иванов, А. С. Иванова, Н. Е. Опанасенко и др. – К. : Аграрна наука, 1998. – 408 с.
4. Клименко О. Є. Вплив зрошення і плантажної оранки на процес підлуження темно-каштанового слабо солонцюватого ґрунту / О. Є. Клименко // Агрорхімія і ґрунтознавство. – 1992. – Вип. 54. – С. 35-38.
5. Клименко О. Е. Минеральное питание яблони и персика в условиях ощелачивания почвы / О. Е. Клименко // Физиол. и биохим. культ. раст. Т. 25. – 1993– № 2. – С. 132-137.
6. Клименко О. Е. Влияние щелочности на подвижность элементов питания растений / О. Е. Клименко, А. С. Иванова, Н.И. Клименко // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2007. – Вып. 95. – С. 46-50.
7. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур / Составители: В.В. Церлинг, Л.А. Егорова. – М. : Колос, 1980. – 47 с.

8. Радов А.С. Практикум по агрохимии / А. С. Радов, И. В. Пустовой, А. В. Корольков; под ред. И. В. Пустового. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1985. — 312 с.
9. Семенюк Г. М. Диагностика минерального питания плодовых культур / Г.М. Семенюк. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 324 с.
10. Чепмен Х. О критерии для диагностики условий питания citrusовых / Х. Чепмен / Анализ растений и проблемы удобрений / Пер. с англ. – М.: Колос, 1964. – С. 104- 147.
11. Klymenko O. E. Nutrient concentrations in leaves of peach trees subjected to acid rain / O. E. Klymenko, M. I. Klymenko // Plant Nutrition: Food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research. – Dordrecht- Boston- London: Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 926 - 927.

*Одержано редколлегією 24.02.14*