

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА СКЕЛЕТНЫХ ПОЧВАХ КРЫМА

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

### Введение

Химический анализ растений используется во всем мире для оценки обеспеченности питанием плодовых, декоративных, сельскохозяйственных культур. Если почвенный анализ показывает наличие в почве подвижных форм питательных веществ, то растительный характеризует способность растений усваивать их. Оценка условий произрастания или степени обеспеченности растений нужными элементами питания обычно проводится на основании химического анализа как почвы, так и листьев растений. В последнем случае методика называется растительной диагностикой. В качестве индикаторного органа для анализа с диагностическими целями чаще всего используют листья.

Использование химического анализа растений в качестве диагностического признака базируется на установлении зависимости химического состава растений от запасов доступных форм питательных веществ в почве, с одной стороны, и на связи его с конечным урожаем, с другой [8,22,26,27,29]. При сильном недостатке в почве химического элемента содержание его в растении очень невелико, низок также и урожай. При увеличении количества питательного вещества на бедных почвах урожай возрастает, а химический состав растения не изменяется. В этом случае очень высок коэффициент использования единицы питательного вещества на построение единицы сухой массы. Очевидно, что при этом химических веществ достаточно лишь для некоторого прироста массы урожая, но не хватает на увеличение концентрации их в растении. При дальнейшем улучшении условий питания урожай достигает максимума. Соответствующую ему концентрацию питательных веществ в растениях принято называть нормальным, или оптимальным составом. Если урожай не изменяется, а содержание питательных веществ в растении продолжает увеличиваться, то налицо избыточное их потребление. Очень высокое содержание элементов питания действует токсично на растения, и урожай снижается. Таким образом, нормальный, или оптимальный состав растений представляет такое содержание питательных элементов в органах растения по периодам его развития, которое обеспечивает наилучшее формирование урожая.

Поскольку степень обеспеченности растения одним элементом влияет на потребность в других, при использовании данных химического анализа растений для диагностики условий питания необходимо учитывать содержание разных элементов питания и их соотношение. Одновременно с

анализом растения важен учет массы растений, почвенно-климатических и агротехнических условий.

В методике растительной диагностики нередко используется термин «критическая концентрация», или критическая область [28]. Она лежит на границе между областью скрытого недостатка, в которой при возрастании концентрации питательного элемента в листе одновременно увеличивается урожай, и областью избытка, когда с увеличением обеспеченности растения питательными веществами возрастает их концентрация в листе, а урожай больше не возрастает.

Анализ научной литературы по данному вопросу показывает, что наибольшее внимание было уделено вопросам листовой диагностики яблони и в меньшей мере груши, черешни, персика [2,4-7,18-20,22-25,30]. D.R. Walker, D. Mason [30] предложили критические значения концентрации питательных веществ в листьях яблони, отобранных в оптимальный для этих целей срок – в августе. Эти величины следующие: для азота – 1.90%, для фосфора – 0.18%, для калия – 1.20%, для кальция – 1.00%, для магния – 0,24%. В работе Лиленд М. Шеннона [7] приведены концентрации азота в листьях яблони с симптомами недостатка 1.6-1.9%, без симптомов – 1.9-2.1%, для калия они, соответственно, равны 0.56-0.58% и 1.16-2.18% (пробы взяты в конце июля). А. Кенурти [6] в своей работе приводит в качестве стандартных показателей состава листьев яблони следующие параметры: по азоту – 2.33%, по фосфору – 0.23%, по калию – 1.53% и по кальцию – 1.40%. Близкие к приведенным выше оптимальным или допустимым концентрациям важнейших химических элементов в листьях яблони, груши, персика и черешни имеются в трудах [2,4,5,20,22-25]. Они также были ориентиром для сравнения. Химический состав листьев плодовых культур на скелетных почвах не изучался.

### **Цели и задачи исследований**

Цель исследований – оценить условия питания яблони, груши, персика и черешни на различных по степени скелетности и развитости почвенного профиля черноземах южных и обыкновенных предгорных.

Задачи исследований: – изучить и определить глубину залегания плотных подстилающих пород, степень скелетности и карбонатности почв и почвообразующих пород, запасы мелкозема, гумуса, валовых и подвижных форм NPK, доступной влаги в почвах различной скелетности; – определить содержание в листьях различных по состоянию и урожайности плодовых деревьев золы, окислов кремния, серы, кальция, магния, железа, калия, фосфора и азота.

### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследований были плодоносящие сады в 20-25-летнем возрасте на глинисто-суглинистых карбонатных скелетных плантажированных черноземах Степной и Предгорной зон Крыма.

Исследовали сорт груши Кюре и сорт персика Мичуринец на черноземах южных средне- и сильноскелетных мощных, а также сорт яблони Ренет Симиренко и сорта черешни Дрогана Желтая и Наполеон Розовая на черноземах обыкновенных предгорных слабо-, средне- и сильноскелетных среднемощных и мощных.

При изучении почв и почвообразующих пород применялись генетико-морфологический, сравнительно-горизонтный и лабораторно-аналитические методы [1,16,21]. Скелетность в процентах от объема почв и почвообразующих пород, объемная масса мелкозема определялись способом вырубki монолита [9<sup>a</sup>].

Образцы листьев плодовых деревьев отбирали в июле, химический анализ листьев выполняли по методикам согласно ГОСТам [3,9,22,27].

Химический состав листьев, состояние и урожайность деревьев по сортам приведены в табл. 1, а характеристика почв плодовых садов представлена в табл. 2 и на рис.

### Результаты и обсуждение

При сопоставлении химического состава листьев яблони (табл. 1) с приведенными в литературе стандартными параметрами [2,4,6,7,20,23-25,30] выявлено, что концентрация азота в листьях нормально развитых растений находилась на уровне, который считается критическим, а в листьях слабых растений она значительно ниже. Известно, что в почвах Крыма, а особенно скелетных, для большинства растений в первом минимуме находится азот. Недостаток азота приводит к нарушениям роста, выражающимся в уменьшении общей массы, окружности ствола и высоты дерева, и как следствие, обуславливает снижение урожайности. Как видно из характеристики почвы, под слабыми растениями яблони запасы как общего азота, так и его легкогидролизуемых соединений в 1.3 и 1.7 раз ниже, чем в почвах под хорошими деревьями (табл. 2). Очевидно, что именно недостаток азота обусловил заметное отставание в росте деревьев на среднемощной сильноскелетной почве по сравнению с мощной среднескелетной.

Сравнение соотношения N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O (51: 13: 36) в листьях яблони нормально развитых деревьев в наших наблюдениях с таким же соотношением по стандартным показателям А. Кенуорти (50: 11: 39) и по критическим показателям, приведенным D.R. Walker, D. Mason (51: 9: 40), показало, что эти величины весьма близки [6,30]. Этот факт свидетельствует о том, что условия питания яблони на мощной среднескелетной почве близки к оптимальным. В почве под слабыми растениями заметно ниже запасы мелкозема, гумуса, валовых и подвижных форм основных питательных элементов (табл. 2). В связи с этим в слабых растениях на среднемощной сильноскелетной почве концентрация азота в листьях ниже, еще заметнее снижение доли азота в сумме трех основных элементов питания: соотношение N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O здесь

составило 45: 13: 42. Поскольку видимых по листьям яблони симптомов голодания растений не было, очевидно, что реакцией яблони на сильную скелетность и обусловленные ею обедненность мелкоземом и гумусом, более напряженные водный и питательный режимы было замедление роста и снижение урожайности деревьев (табл. 1, 2).

Концентрация фосфора, калия и железа в листьях яблони хороших и слабых деревьев находилась в пределах стандартных величин, а кальция и магния превышала их [4-7,20,24, 25,30].

Химический анализ листьев груши на средне- и сильноскелетных южных черноземах показал низкий уровень содержания азота и калия [6,17,20], но без проявления внешних симптомов их недостаточности. Количество фосфора в листьях груши на скелетных почвах было типичным для нормально развитых деревьев, а кальция и магния в 2 раза выше [2,6,17, 20,22]. Угнетение роста и снижение урожайности груши на сильноскелетной почве было следствием более напряженного азотно-калийного питательного и водного режимов, что обусловлено различной скелетностью почв, количеством в них мелкозема и гумуса при одинаковой мощности корнеобитаемого слоя (табл. 2).

Сравнение химического состава листьев черешни на черноземе обыкновенном предгорном различной скелетности со стандартным составом для этой культуры ( $N - 2.5-3.0\%$ ,  $P_2O_5 - 0.4-0.6\%$ ,  $K_2O - 1.5-2.1\%$  по [6,18]) показало, что для черешни недостаточно не только азота, но и калия, а концентрация фосфора находилась на нижнем пределе необходимого количества (табл. 1). Известно, что усвоение калия сильно ограничивается кальцием, поскольку эти катионы являются антагонистами [19]. Концентрация кальция в листьях черешни была значительно выше стандартного параметра. Тем не менее видимых симптомов голодания, кроме замедления роста и двоекратного снижения урожая, не было выявлено (табл. 1).

Под слабыми растениями черешни в среднемощном сильноскелетном виде значительно меньше мощность корнеобитаемого слоя, запасы мелкозема, гумуса, валовых и подвижных форм NPK. Вследствие сильной скелетности и меньшей мощности корнеобитаемого слоя здесь, несмотря на орошение, для черешни складывался напряженный водный режим: запасы продуктивной влаги под слабыми деревьями в жаркий летний период были в 1.9 раза меньше, чем под хорошими растениями.

В листьях хороших и слабых деревьев персика содержание основных питательных элементов мало различалось. Концентрация азота в пределах стандартных показателей для персика (2.4-4.0%), калия и фосфора близка к оптимуму, составляющему, соответственно, 2.0-2.6% и 0.3-0.6%, а количество кальция и магния в листьях персика на скелетных почвах в 2 раза выше, чем известно по литературе [2,6,18,23].

Таблица 1

**Химический состав листьев и урожайность хороших и слабых деревьев плодовых культур на черноземах южных (А) и обыкновенных предгорных (Б) карбонатных плантажированных слабо- (разрезы 24, 28), средне- (разрезы 13, 19, 1) и сильноскелетных (разрезы 12, 18, 2, 25, 29) Степной и Предгорной зон Крыма**

Культура	Сорт, подвой	Разрез, состояние дерева; урожайность, кг/дер.	Зола, %	SiO <sub>2</sub> , %	SO <sub>4</sub> , %	CaO, %	MgO, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мг/%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	N, %	K <sub>2</sub> O, %
А. Совхоз-завод «Прибрежный» Черноморского района											
Груша	Кюре на лесной груше	13 Хорошее; 38	10.66	0.38	0.13	4.00	1.43	27.40	0.37	1.59	1.24
		12 Слабое; 12	12.78	0.45	0.10	6.40	1.24	38.10	0.29	1.37	1.13
Персик	Мичуринец на миндале	19 Хорошее; 27	15.90	0.39	0.18	5.40	1.32	33.32	0.41	3.07	2.28
		18 Слабое; 12	13.80	0.49	0.18	4.01	1.84	45.61	0.69	3.07	2.28
Б. Агрофирма им. Суворова Белогорского района											
Яблоня	Ренет Симиренко на лесной яблоне	1 Хорошее; 163	5.68	0.34	0.14	2.82	0.47	27.10	0.49	1.93	1.38
		2 Слабое; 53	6.23	0.35	0.16	1.70	0.51	25.03	0.53	1.77	1.64
Черешня	Дрогана Желтая на антипке	24 Хорошее; 63	8.24	0.29	0.13	2.39	1.07	21.51	0.53	1.67	1.62
		25 Слабое; 29	8.05	0.35	0.10	3.86	1.20	29.12	0.37	1.62	1.00
Черешня	Наполеон Розовая на антипке	28 Хорошее; 60	10.55	0.37	0.11	4.11	1.64	29.13	0.34	1.61	0.96
		29 Слабое; 31	6.12	0.31	0.11	3.55	1.31	28.52	0.56	1.75	0.60

Таблица 2

**Характеристика черноземов южных (А) и обыкновенных предгорных (Б) карбонатных плантажированных слабо- (разрезы 24, 28), средне- (разрезы 13, 19, 1) и сильноскелетных (разрезы 12, 18, 2, 25, 29) плодовых садов Степной и Предгорной зон Крыма**

Разрез	Глубина залегания плотных подстилающих пород, см	Содержание скелета, % от объема почвы CaCO <sub>3</sub> , % в слоях:			Запасы, т/га, в корнеобитаемом слое		Запасы в слое 0-50 см валовых, т/га подвижных, кг/га форм			Запасы продуктивной влаги, мм, в корнеобитаемом слое
		0-50 см	50-100 см	100-150 см	мелкозема	гумуса	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
А. Совхоз-завод «Прибрежный» Черноморского района. Июль-август 1984 г.										
13	150	<u>17</u> 24.9	<u>34</u> 30.4	<u>31</u> 36.8	13208	152	<u>6.2</u> 259	<u>5.5</u> 73	<u>34.5</u> 858	58
12	150	<u>28</u> 24.7	<u>34</u> 36.6	<u>33</u> 37.7	11943	120	<u>5.7</u> 194	<u>4.9</u> 55	<u>26.6</u> 634	42
19	150	<u>14</u> 20.7	<u>39</u> 21.4	<u>46</u> 26.0	12250	131	<u>6.3</u> 232	<u>5.1</u> 49	<u>42.2</u> 1040	49
18	150	<u>36</u> 22.1	<u>72</u> 32.5	<u>73</u> 34.1	7810	105	<u>5.8</u> 161	<u>4.0</u> 40	<u>29.2</u> 835	37
Б. Агрофирма им. Суворова Белогорского района. Июль-август 1980 г.										
1	121	<u>11</u> 12.1	<u>27</u> 19.4	<u>56</u> 23.5	11532	240	<u>7.8</u> 241	<u>7.4</u> 66	<u>77.7</u> 1705	76
2	115	<u>42</u> 12.8	<u>58</u> 20.1	<u>85</u> 20.2	6608	148	<u>5.9</u> 144	<u>5.8</u> 45	<u>50.0</u> 1120	44
24	150	<u>8</u> 9.1	<u>31</u> 15.3	<u>37</u> 16.3	13370	181	<u>8.5</u> 253	<u>5.9</u> 64	<u>69.0</u> 1445	98
25	100	<u>36</u> 10.6	<u>51</u> 20.2	-	6250	118	<u>5.7</u> 162	<u>4.0</u> 52	<u>40.8</u> 1263	51
28	121	<u>8</u> 8.4	<u>24</u> 12.2	<u>36</u> 13.7	11044	185	<u>7.5</u> 249	<u>5.1</u> 66	<u>56.3</u> 1395	93
29	105	<u>28</u> 9.7	<u>47</u> 12.3	<u>50</u> 14.1	6530	139	<u>5.5</u> 154	<u>5.5</u> 50	<u>53.2</u> 1204	48

Замедление роста и снижение урожайности персика на сильноскелетной почве, очевидно, в наибольшей степени обусловлены меньшими запасами мелкозема, в силу чего запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое этих почв в летний период были в 1.3 раза меньше, чем в среднескелетной почве (табл. 1, рис.).

Химический состав листьев хороших деревьев изученных сортов плодовых культур на скелетных черноземах южных и обыкновенных предгорных с небольшими отклонениями совпадает с таковым здоровых (нехлорозных) деревьев одноименных сортов на мелкоземистых почвах тех же подтипов, определенным Е.Ф. Молчановым [10-15].

### **Выводы**

1. Больших различий химического состава листьев плодовых культур, как и нарушений соотношения в них основных элементов питания (NPK) на слабо- и среднескелетных южных и обыкновенных предгорных черноземах по сравнению со стандартами или с химическим составом листьев плодовых растений на бесскелетных почвах не выявлено.

2. На сильноскелетных почвах с пониженными запасами мелкозема и гумуса угнетение роста и снижение урожайности деревьев обусловлены напряженными водным и питательным режимами, и судя по результатам листовой диагностики, в первую очередь недостатком в почвах азота, а для яблони и груши также и фосфора. Повышенное количество в почвах карбоната кальция тормозит поступление в растения яблони, груши и черешни калия.

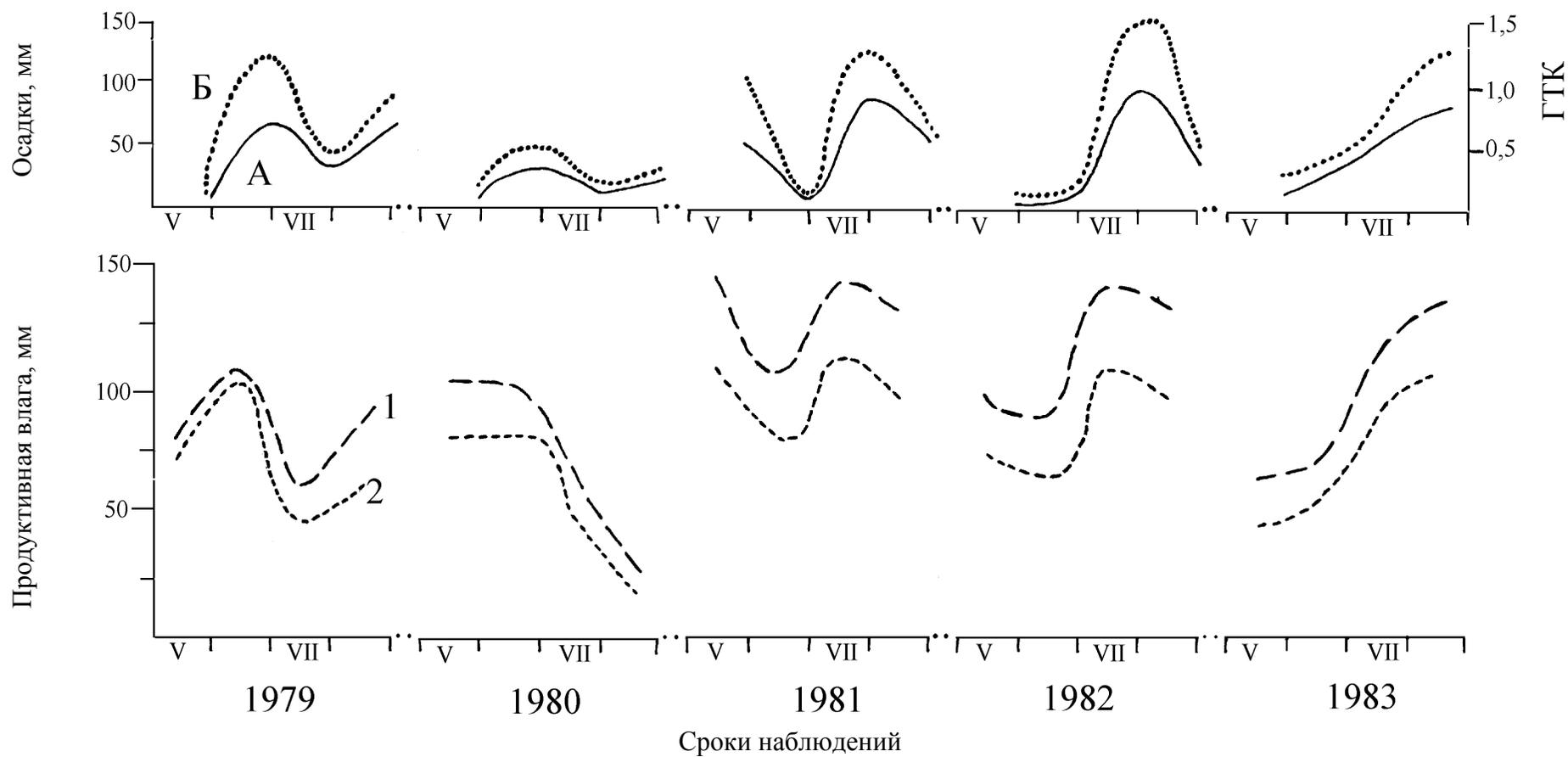


Рис. Динамика осадков (А), ГТК (Б) и влажности в корнеобитаемых слоях черноземов южных глинисто-суглинистых карбонатных средне- (1) и сильноскелетных (2) мощных в персиковом саду 1964 г. посадки. Совхоз-завод «Прибрежный» Черноморского района.

### Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд. Московск. ун-та, 1970. – 487 с.
2. Вудбридж К., Бенсон Н. и Батджер Л. Питание плодовых деревьев на полузасушливом северо-западном побережье США // Анализ растений и проблемы удобрений. – М.: Колос, 1964. – С. 91 – 103.
3. Гришина Л.А., Самойлова Е.М. Учет биомассы и химический анализ растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. – 99 с.
4. Зеленская Е.Д., Шепельская А.Г. Основы питания и удобрения плодовых деревьев. – К.: Урожай, 1973. – 283 с.
5. Иванов В.Ф. Некоторые особенности азотного и минерального состава листьев яблони на солонцовых и засоленных почвах // Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1970. – С. 126 – 129.
6. Кенурти А. Истолкование показателей состава листьев плодовых деревьев // Анализ растений и проблемы удобрений. – М.: Колос, 1964. – С. 53 – 68.
7. Лиленд М. Шеннон. Минеральный состав плодовых растений // Минеральное питание плодовых и ягодных культур. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1960. – С. 497 – 515.
8. Магницкий К.П. Химический состав листьев – показатель условий питания растений // Физиологическое обоснование системы питания растений. – М.: Наука, 1964. – С. 305 – 316.
9. Методи аналізів ґрунтів і рослин (Методичний посібник). – Харків, 1999. – Кн. I. – 160 с.
10. Методические рекомендации по оценке пригодности скелетных почв под сады (на примере Крыма) / Сост. Н.Е. Опанасенко. – Ялта, 1985. – 34 с.
11. Молчанов Е.Ф. Биолого-экологические основы пловозводства на карбонатных почвах (на примере Крыма): Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Специальность 06.01.07. – пловозводство и 06.01.03. – почвоведение. – Ереван, 1986. – 36 с.
12. Молчанов Е.Ф. Груша на высококарбонатных почвах Крыма // Тр. Никит. ботан. сада. – 1974. – Т. 65. – С. 37 – 65.
13. Молчанов Е.Ф. Зольный обмен персиковых насаждений разного возраста на дерново-карбонатных почвах // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1973. – Вып. 1 (20). – С. 66 – 70.
14. Молчанов Е.Ф. О связи между минеральным составом листьев яблони и урожаем // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1973. – Вып. 3 (22). – С. 70 – 73.
15. Молчанов Е.Ф. О химическом составе листьев растений при хлорозе на карбонатных почвах // Тр. Никит. ботан. сада. – 1977. – Т. 71. – С. 59 – 67.

16. Молчанов Е.Ф., Дымза И.Я. Влияние железа и меди на степень поражения хлорозом и содержание элементов минерального питания в листьях черешни // Тр. Никит. ботан. сада. – 1971. – Т. 53. – С. 51 – 58.

17. Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. – М.: Изд-во Московск. ун-та, 1975. – 290 с.

18. Рубин С.С., Бондаренко А.А., Карпенчук Г.К., Моисейченко В.Ф. Питание плодовых культур и прогноз эффективности удобрений // Химия в сельском хозяйстве. – 1976. – № 2. – С. 48 – 51.

19. Семенюк Г.М. Диагностика питания молодых деревьев косточковых культур // Химия в сельском хозяйстве. – 1976. – № 2. – С. 52 – 55.

20. Семенюк Г.М. О взаимосвязи и взаимодействии элементов минерального питания при удобрении в плодовых растениях // Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1970. – С. 64 – 69.

21. Слухай С.И., Зинькович А.М., Иванищева С.Ю. О диагностике недостаточности минерального питания плодовых культур // Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1970. – С. 102 – 105.

22. Теории и методы физики почв / Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.

23. Фидлер В. Листовой анализ в плодоводстве. – М.: Колос, 1970. – 95 с.

24. Филиппов Л.А., Пилипенко В.Г. О принципе отбора листьев для диагностики почвенного питания персиковых деревьев // IV Всесоюз. совещ. по диагностике потребности растений в удобрениях: Тез. докл. – М., 1971. – С. 38 – 39.

25. Хини Х. и Хилл Х. Использование анализа листьев для определения потребности яблонь и некоторых овощных культур в удобрениях // Анализ растений и проблемы удобрений. – М.: Колос, 1964. – С. 39 – 53.

26. Ценнер Г.Г., Осипенко А.С., Деев В.И. Содержание азота, фосфора и калия в листьях яблони в Алма-Атинской области // Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Колос, 1970. – С. 114 – 118.

27. Церлинг В. В. Диагностика питания растений и потребности их в удобрениях // Физиологическое обоснование системы питания растений. – М.: Наука, 1964. – С. 298 – 305.

28. Церлинг В. В. Диагностика питания растений по их химическому анализу // Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1965.

29. Masy P. The quantitative mineral nutrient requirements of plants // Plant Physiol., 1936. – N 11 – Pp. 749 – 754.

30. Prevot P., Ollagnier M. Diagnostic foliaire: Relations reciproques de certains éléments minéraux. // Advances Horticult. Sci., – 1958. – P. 217 – 228.

31. Walker D. R., Mason D. D. Nutritional status of apple orchards in North California. // Proc. Amer. Soc. Horticult. Sci., – 1960. – V. 75. – P. 22 – 31.

**The chemical composition in leaves of fruit crops on the skeleton soils  
of the Crimea  
Opanasenko N.E.**

The chemical composition of apple, pear, cherry and peach leaves on skeleton southern and ordinary foothills black soils of the Crimea has been studied. The large differences in chemical composition of trees leaves on weak- and middle skeleton soils and fruit-trees leaves on melkozem black soils haven't been established.