

УДК 634.1/7:631.82

**ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ  
РОССИЙСКОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ  
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ  
САДОВЫХ РАСТЕНИЙ**

Трунов Юрий Викторович  
д-р с.-х. наук, профессор

Трунова Людмила Борисовна  
канд. с.-х. наук, доцент

*Государственное научное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт садоводства  
имени И.В. Мичурина  
Россельхозакадемии, Мичуринск, Россия*

Показаны достижения ученых в области минерального питания растений за многолетний период, а также проблемы, не решенные в настоящее время, и перспективы их решения в садоводстве России.

*Ключевые слова:* САДОВОДСТВО,  
МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ,  
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ

UDC 634.1/7:631.82

**ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS  
OF RUSSIAN SCIENCE IN STUDY  
OF MINERAL NUTRITION  
OF HORTICULTURAL PLANTS**

Trunov Yuri  
Dr. Sci. Agr., Professor

Trunova Ludmila  
Cand. Agr. Sci., Docent

*Russian Research Institute for Horticulture  
named after I.V. Michurin of Russian  
Academy of Agricultural Sciences,  
Michurinsk, Russia*

The achievements of scientists in the field of plant mineral nutrition for long period, as well as the problems are not solved at present, and perspective for their solution in horticulture Russia are presented.

*Key words:* HORTICULTURE, MINERAL  
NUTRITION, ACHIEVEMENTS,  
PROBLEMS

Свежие и переработанные фрукты являются основой качественного рационального питания человека, важнейшим источником витаминов, минеральных веществ, антиоксидантов. В России в начале XXI века в расчете на одного жителя производится в хозяйствах всех категорий около 25-30 кг плодов и ягод в год, в то время как в развитых странах – более 100 кг (Трунов, 2010).

Средняя урожайность яблони в странах Западной Европы составляет 35-40 т/га, США и Китая 20-25 т/га, тогда как в России в среднем 3-5 т/га. В то же время в передовых садоводческих хозяйствах России ежегодно собирают урожаи на уровне экономически развитых стран – 20-30 т/га.

Основными агроэкологическими проблемами, сдерживающими развитие садоводства в России, являются низкая продуктивность насаждений, нерегулярность плодоношения, низкие товарные и потребительские качества плодов, недостаточная устойчивость насаждений.

Для достижения высокой и стабильной продуктивности, высокого качества плодов растения нужно обеспечить питательными веществами в доступной форме и оптимальном количестве. Как их недостаток, так и избыток снижает урожайность культур и качество продукции.

На качество минерального питания плодовых и ягодных растений влияют биологические, метеорологические и агротехнические факторы. Важнейшими из них являются: генетически обусловленные особенности питания сортов и культур, плодородие и гранулометрический состав почвы, содержание доступных элементов питания и гумуса, микробиологическая активность, кислотность и водный режим почвы, погодные условия и состояние растений, запланированный урожай и требуемое качество продукции.

Экстремальные погодные условия 2010 г. показали, что одной из главных проблем садоводства является низкая экологическая устойчивость плодовых и ягодных насаждений и неумение садоводов ею управлять.

Научно-обоснованная система подкормок макро- и микроэлементами позволила не только получить урожай плодовых и ягодных растений в условиях 2010 года, но и оптимизировать функциональное состояние растений, что снижает риск последующих повреждений.

Минеральное питание – один из важнейших приемов регулирования роста и плодоношения плодовых растений, повышения урожайности и качества плодов.

Что достигнуто в области теории минерального питания и практики применения удобрений плодовых и ягодных растений?

1. Разработаны теоретические основы минерального питания растений:

– показана роль экологических факторов в процессе минерального питания плодовых и ягодных растений (Либих, 1855; Докучаев, 1883; Митчерлих, 1909, 1931; Болотов, 1952; Брей, 1954; Сабинин, 1955, 1971; Лебедев, 1985; Кондратьев, 1991; Вахмистров, 1994; Кондаков, 2007; Трунов, 2010);

– создана концепция удобрения плодовых и ягодных растений с учетом антогонистических и синергетических взаимосвязей между ионами минеральных веществ при их поглощении корнями (Кондаков, 2001, 2007, 2009);

– установлена генотипическая специфика минерального питания плодовых и ягодных растений при различных уровнях экологических факторов (Лебедев, 1985; Климашевский, 1991).

2. В разных почвенно-климатических зонах установлена эффективность использования удобрений в садоводстве при их рациональном и правильном применении:

– для традиционных типов насаждений разработаны средние дозы, сроки и способы внесения удобрений по основным плодовым и ягодным культурам (Антошин, 1932; Рындин, 1964; Будаговский, 1963, 1976; Приймак, 1969; Спиваковский, 1970, 1984; Язвицкий, 1972; Рубин, 1983; Копытко, 1986; Ягодин, 1989; Кондратьев, 1991; Дорошенко, 2002; Кондаков, 2007, 2009; Трунов, 2010);

– показана роль отдельных элементов минерального питания в жизнедеятельности плодовых и ягодных культур (азота, фосфора, калия, кальция, некоторых микроэлементов) на различных этапах онтогенеза растений (Сабинин, 1955, 1971; Кобель, 1957; Прянишников, 1965; Колесников, 1968; Фидлер, 1970; Анспок, 1990; Кондаков, 2007; Трунов, 2010);

– разработаны конструкции машин для поверхностного и глубокого внесения удобрений в садоводстве.

3. Установлена эффективность некорневых подкормок плодовых и ягодных растений макро- и микроэлементами в разных почвенно-климатических зонах:

– показана роль отдельных минеральных элементов в формировании компонентов продуктивности и устойчивости растений в процессе онтогенеза (Урсуленко, 1955; Журбицкий, 1963; Пьяников, 1972; Гудковский с сотрудниками, 2001; Дорошенко с сотрудниками, 2001, 2002; Сергеева, 2005; Трунов с сотрудниками, 2008, 2009);

– предложены комплексы некорневых обработок плодовых растений по фенологическим фазам развития, определены диапазоны концентраций препаратов (Сергеева, 2005; Трунов с сотрудниками, 2008, 2009).

4. Разработаны методики установления и корректировки доз минеральных удобрений:

– разработана и широко используется методика корректировки средних зональных доз удобрений на основе результатов почвенных анализов и растительной (листовой) диагностики минерального питания (Фидлер, 1970; Спиваковский, 1970, 1984; Магницкий, 1972; Церлинг, 1978, 1990; Семенюк, 1983; Девятов, 1985; Кондаков, 2001);

– предложена методика оптимизации содержания элементов питания в почве путем доведения их концентрации до среднеобеспеченного или оптимального уровней (Потапов, 1991, 2000; Трунов, 2005, 2010);

– предложен метод определения потребности многолетних насаждений в удобрении по выносу основных элементов питания с биомассой и урожаем с учетом потерь (балансовый метод) (Фидлер, 1970; Шорохов, 1980; Девятов, 1985; Бабук, 1990; Садовский, 1990; Кашин, 1995; Трунов, 2005, 2010).

Какие проблемы остаются пока нерешенными в области минерального питания садовых растений?

1. Требуют разработки и уточнения теоретические аспекты минерального питания и удобрения многолетних плодовых и ягодных насаждений:

– для плодовых растений не изучены механизмы поглощения минеральных элементов корнями из почвенного раствора, пути перемещения ионов в пределах объема почвы, занятого корневой системой;

– не обоснован механизм транспорта и перераспределения элементов при локальном внесении удобрений под плодовые культуры, следовательно, не ясно, как и куда следует вносить удобрение;

– не выяснены пути транспорта, места локализации и создания запасных пулов минеральных элементов в многолетних плодовых растениях;

– не до конца понятна роль отдельных микроэлементов в процессе органогенеза плодовых и ягодных растений и их устойчивости к стрессовым факторам;

– не выяснены механизмы влияния отдельных минеральных элементов, общего уровня минерального питания, концентрации клеточного сока у плодовых и ягодных растений на физиологическое состояние, анатомические и морфологические параметры тканей;

– не до конца понятны механизмы взаимодействия экологических факторов и многолетних плодовых и ягодных растений в системе минерального питания и круговорота элементов в агроэкосистеме многолетних насаждений.

2. В современных системах удобрения приняты среднезональные дозы по культурам, без учета почвенных и климатических условий, а также колебаний погодных условий по годам:

– не разработана система удобрения плодовых и ягодных культур в условиях засухи и переувлажнения;

– не показана эффективность удобрения интенсивных садов при оптимизации почвенных факторов, в частности, водного режима и кислотности почвы;

– не разработаны микрозональные системы удобрений с учетом комплекса почвенно-климатических условий микрозон.

3. В современных системах удобрения не учитывается генотипическая (сортовая) специфика потребности растений в минеральных элементах. Должна быть продолжена работа по определению потребности каждого подвоя и сорта в основных элементах минерального питания, их выноса и потребления в течение онтогенеза многолетних насаждений.

Необходима разработка сортовых технологий возделывания многолетних насаждений, в т.ч. и сортовых технологий удобрения. Каждый сорт (тип сорта) должен иметь индивидуальную технологию возделывания (паспорт сорта), составной частью которой должна быть система удобрения сорта (или группы сортов).

4. Не разработана система удобрений для интенсивного типа сада в каждой зоне садоводства России: изучение садов с интенсивными технологиями в средней полосе только начинается: внимание было уделено подбору сортов и подвоев, уточнению схем размещения, формировкам, тогда как вопросы минерального питания и водного режима интенсивных яблоневых садов на карликовых подвоях остаются пока открытыми. Автоматический же перенос европейских технологий удобрения в другие климатические условия и на другие сорта себя не оправдывает.

Желательно провести сравнительную оценку интенсивных и других типов многолетних насаждений в вопросах системы минерального питания.

Не установлены экспериментальным путем зональные сроки, способы и дозы внесения минеральных органических удобрений в интенсивных садах в течение всего периода их эксплуатации. В условиях зоны не опре-

делены технологические регламенты применения удобрений при капельном орошении интенсивных садов.

5. В условиях средней полосы РФ не разработана пофазовая система некорневых подкормок плодовых и ягодных растений макро- и микроэлементами. Комплексные исследования в этом направлении проведены только по яблоне.

Требуют уточнения фенологические фазы и периоды наибольшей потребности плодовых и ягодных растений в отдельных макро- и микроэлементах с целью определения оптимальных сроков некорневых обработок.

Недостаточно изучена проблема некорневых подкормок на фоне применения современных средств защиты растений, иммунокорректоров, регуляторов роста растений в садах интенсивного типа и с применением экологически безопасных технологий.

6. Требуется отдельного изучения и корректировки система минерального питания садов с экологически безопасными технологиями:

- проблема снижения доз вносимых удобрений;
- проблема замены в системе удобрения минеральных удобрений органическими, применения мульчирования органическими материалами, сидератов, задернения и других натуральных компонентов;
- повышение роли компонентов агроэкосистемы многолетних насаждений в оптимизации минерального питания плодовых и ягодных растений.

7. Используемые методы контроля минерального питания растений и корректировки доз удобрений несовершенны, дорогостоящие.

Для массового применения требуется разработка экспресс-методов прямого определения содержания минеральных элементов в растениях и почве и методов косвенного определения уровня минерального питания в растениях.

Требует уточнения широко распространенный метод растительной (листовой) диагностики минерального питания, который далеко не всегда является критерием оценки потребности растений в элементах в связи с явлением обменного гомеостаза.

Требует дальнейшей проверки и разработки балансовый метод оценки уровней минерального питания в агроэкосистемах плодовых и ягодных насаждений с построением динамических моделей минерального питания различных типов садов в течение периода их эксплуатации и учетом потребности конкретных сортов в элементах питания.

В решении проблем минерального питания плодовых и ягодных растений могут найти свое место ученые различного профиля: селекционеры и сортоведы, агрохимики и почвоведы, физиологи, питомниководы и агротехники, специалисты по защите растений и хранению плодов, инженеры и другие. Для решения этих проблем требуются усилия ученых всей страны, работающих в различных почвенно-климатических зонах и условиях.

### Литература

1. Анспок, П.И. Микроудобрение: Справочник, 2-у изд./П.И. Анспок.– Л.: Агропромиздат, Ленинград. Отделение, 1990. – 272 с.
2. Антошин, С.Г. Удобрение в плодоводстве/С.Г. Антошин. – М.-Л., 1932.– 168 с.
3. Бабук, В.И. Основные показатели минерального питания растений и принципы разработки системы применения удобрений при интенсивной культуре яблони/В.И. Бабук. – Актуальные вопросы интенсивных технологий в плодоводстве, 1990. – С. 4-11.
4. Болотов, А.Т. Избранные сочинения по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике /А.Т. Болотов.– Изд-во московского общества испытателей природы, 1952.– 46 с.
5. Будаговский, В.И. Удобрение плодовых деревьев на слаборослых подвоях / В.И. Будаговский. – В кн.: Промышленная культура карликовых плодовых деревьев. – М.: Изд. с.-х. литературы, 1963. – С. 253-274.
6. Будаговский, В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев/В.И. Будаговский. – М.: Колос, 1976. – 302 с.
7. Вахмистров, Д.Б. Соотношение элементов минерального питания в среде и рост растений: корреляционное зондирование купола отклика/Д.Б. Вахмистров, В.А. Воронцов. – Физиология растений.– 1994. – Т. 4.– № 3. – С. 425-429.
8. Грезнев, О.А. Некорневые подкормки как элемент агротехники яблоневого сада / О.А. Грезнев, Ю.В. Трунов. – Создание адаптивных интенсивных яблоневых садов на слаборослых вставочных подвоях. – Орел: ВНИИСПК, 2009. – С. 141-146.

9. Гудковский, В.А. Окислительный стресс плодовых и ягодных культур / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова. – Тамбов: Изд. ТГТУ, 2001. – 88 с.
10. Девятов, А.С. Повышение качества плодов деревьев и урожайности садов / А.С. Девятов. – Минск, 1985. – 215 с.
11. Докучаев, В.В. Русский чернозем/В.В. Докучаев. – Санкт-Петербург, 1883. – 551 с.
12. Дорошенко, Т.Н. Плодоводство с основами экологии / Т.Н. Дорошенко. – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 274 с.
13. Журбицкий, З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений/З.И. Журбицкий. – М.: Изд-во акад.наук СССР, 1963. – 294 с.
14. Кашин, В.И. Научные основы адаптивного садоводства/В.И. Кашин. – М.: Колос, 1995. – 335 с.
15. Кладь, А.А. Повышение эффективности минерального питания яблони/А.А. Кладь, Т.Н. Дорошенко//Садоводство и виноградарство, 2001. - № 5. – С. 8-10.
16. Климашевский, В.А. Биологические и агротехнические основы ежегодных урожаев плодовых и ягодных культур/В.А. Колесников. – М.: Россельхозиздат, 1968. – 115 с.
17. Кобель, Ф. Плодоводство на физиологической основе / Ф. Кобель. – 2-е изд./ Пер. с нем. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 376 с.
18. Колесников, В.А. Биологические и агротехнические основы ежегодных урожаев плодовых и ягодных культур / В.А. Колесников.– М.: Россельхозиздат, 1968.– 115с.
19. Кондаков, А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А.К. Кондаков. – 2-е изд. – Мичуринск: ООО БИС, 2007. – 328 с.
20. Кондаков, А.К. Современная система минерального питания и удобрения плодовых и ягодных растений/А.К. Кондаков, Ю.В. Трунов, О.А. Грезнев, О.А. Сироткина, А.А. Трунов. – Достижения науки и техники АПК, 2009.– № 2. – С. 22-23.
21. Кондаков, А.К. Новая технология удобрения садов с корректировкой доз элементов питания / А.К. Кондаков. – Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1931-2001 гг. – Тамбов, 2001. – С. 37-48.
22. Кондратьев, К.Н. Экологические ресурсы продуктивности яблони в Поволжье/К.Н. Кондратьев. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 1991. – 168 с.
23. Копытко П.Г. Почвенно-агрохимические основы удобрений плодовых культур: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. – М.: ТСХА, 1968. – 27 с.
24. Лебедев, В.М. Минеральное питание и биологическая продуктивность яблони: автореф. дисс. ...доктора с.-х. наук. – Мичуринск: МичГАУ, 1985. – 49 с.
25. Магницкий, К.П. Методы определения потребности растений в удобрениях/К.П. Магницкий. – М.: Московский рабочий, 1972. – С. 23-42.
26. Митчерлих, Э.А. Определение потребности почвы в удобрении / Э.А. Митчерлих. – М.-Л.: Изд. С.-х. и колх-кооп. лит, 1931. – 104 с.
27. Плодоводство: учебник для ВУЗов / В.А. Потапов, В.В. Фаустов, Ф.Н. Пильщиков и др.: Под ред. В.А. Потапова, Ф.Н. Пильщикова. – М.: Колос, 2000. – 432 с.
28. Приймак, А.К. Удобрение плодовых деревьев / А.К. Приймак.– Краснодар, 1969. – 255 с.
29. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения/Д.Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – Т.1. – 634 с.
30. Пьяников, В.Т. Внекорневое поглощение веществ плодовыми растениями: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Мичуринск, 1972.– 18 с.
31. Рубин, С.С. Содержание почвы и удобрение в интенсивных садах. – М.: Колос, 1983. – 340 с.

32. Рындин, С.Д. Удобрение садов и микроорганизмы почвы/С.Д. Рындин. – М.: Россельхозиздат, 1964. – 76 с.
33. Сабинин, Д.А. Физиологические основы питания растений/Д.А. Сабинин. – М.: Наука, 1995. – С. 285-388.
34. Сабинин, Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений/Д.А. Сабинин. – М.: Наука, 1971. – 512 с.
35. Садовский А. Удобрение садов, урожай и качество плодов/А. Садовский. – Тез.докл. межд. конф., Бобтай. – Вильнюс, 1990. – С. 14-16.
36. Спиваковский, Н.Д. Удобрение плодовых и ягодных культур/Н.Д. Спиваковский. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 270 с.
37. Спиваковский, Н.Д. О диагностике питания садовых растений/Н.Д. Спиваковский. – Диагностика потребностей растений в удобрениях: науч.тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1970. – С. 87-91.
38. Семенюк, Г.М. Диагностика минерального питания плодовых культур/Г.М. Семенюк. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 322 с.
39. Сергеева, Н.Н. Система удобрения в адаптивных яблоневых садах//Н.Н. Сергеева. – Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – С. 14-19.
40. Слаборослый интенсивный сад: Под ред. В.А. Потапова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 221 с.
41. Трунов, Ю.В. Минеральное питание плодовых растений и баланс элементов в агроэкосистемах / Ю.В. Трунов. – Вестник РАСХН, 2005.– № 2. – С. 55-58.
42. Трунов, Ю.В. Разработка системы минеральных некорневых подкормок яблони/Ю.В. Трунов, А.В. Седых. – Аграрная наука, 2008.– № 6. – С. 21-22.
43. Трунов, Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони: научное издание / Ю.В. Трунов. – Мичуринск-научкоград РФ: ВНИИС им. И.В. Мичурина; Воронеж: изд. дом Кварта, 2010. – 400 с.
44. Урсуленко, П.К. Внекорневые подкормки сельскохозяйственных растений. – М., 1955.
45. Фидлер, В. Листовой анализ в плодоводстве/В. Фидлер. – М.: Колос, 1970. – 94 с.
46. Церлинг, В.В. Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур/В.В. Церлинг. – М., 1978. – 216 с.
47. Церлинг, В.В. Диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур: справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
48. Шорохов, С.С. Биологический вынос и отчуждение элементов питания молодыми деревьями яблони, на разных фонах удобрений / С.С. Шорохов, К.Н. Руденко. – Наука-производству. – Т. 10, п. 2. – Тула: Приокское изд-во, 1980. С. 74-79.
49. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
50. Язвицкий, М.Н. Удобрение сада / М.Н. Язвицкий. – М.: Московский рабочий, 1972. – 256 с.
51. Bray, R.H. New concepts on the chemistry of soil fertility/R.H. Bray. – Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 2, 1938. – P. 175-179.
52. Bray, R.H. A Nutrient mobility concept of soil-plant relationships / R.H. Bray. – 1954 - P. 9-22.
53. Liebig, J. Die Grundsätze der Agriculturchemie/J. Liebig. – Braunschweig, 1855/
54. Mitscherlich, E.A. Das Gesetz des minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages/E.A. Mitscherlich. – Landwirtsch. Jahrgb, 38, 1909. – S. 537-552.