

УДК 634.11:631.811.2*4:631.548

РОСТ ЯБЛОНИ И ПОСТУПЛЕНИЕ МЕЧЕННЫХ ФОСФОРА И КАЛЬЦИЯ В РАСТЕНИЯ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ПОДРЕЗКЕ КОРНЕЙ

Ф. Н. ПИЛЬЩИКОВ, Ю. Я. МАЗЕЛЬ

(Кафедры плодоводства и прикладной атомной физики и радиохимии)

Интенсификация плодоводства обуславливает необходимость применения новых форм активного воздействия на растения с целью мобилизации их потенциальных возможностей. Одной из таких форм воздействия является периодическая подрезка корней яблони при обработке почвы.

В литературе имеются противоречивые данные об эффективности указанного приема [1—6, 8, 11]. В большинстве случаев отмечалось его положительное влияние на урожай и качество плодов [1, 3—5, 11]. Однако механизм этого воздействия до сих пор не выяснен. Углубленное изучение данного вопроса возможно лишь при сочетании полевого и вегетационного опытов. Последний позволяет исследовать такие показатели, как накопление элементов питания в различных частях растения, общий вынос их из почвы и т.д. В то же время влияние изучаемого агроприема на урожай можно выяснить только в полевом опыте.

Целью нашей работы было определение влияния подрезки корней на рост и минеральное питание яблони в вегетационных и полевых условиях.

Методика

Исследования проводились в 1977—1979 гг. на кафедре прикладной атомной физики и радиохимии и в Мичуринском саду Тимирязевской академии. Объектом исследования в вегетационном опыте служили в 1977 г. сеянцевые подвой Антоновки обыкновенной и вегетативно размножаемые подвой Алнарп 2, в 1978 г. — Антоновки обыкновенной, Парадизки краснолистной, а в 1979 г. — Антоновки обыкновенной, Парадизки краснолистной Будаговского и Парадизки (подвой — Антоновка обыкновенная).

Растения выращивали в песчаной культуре на питательной смеси Уоллеса [9]. Объем сосуда 6 кг песка. Растения поливали ежедневно по массе. Температура воздуха днем 20—22°, ночью 16°, освещение на уровне верхних листьев — 15 000 люкс (лампы ЛБ-80). Ежедневно проводили измерение суммарного прироста надземной части растений. Через месяц после высадки по суммарному приросту подбирали две одинаковые группы из 3—6 растений. У растений одной группы с двух сторон штамба на расстоянии 5 см ножом подрезали корни. При этом отделялось около 30 % их общего количества.

Так как у многолетних растений количество питательных элементов, поглощенных за вегетационный период, меньше, чем накопленных за предыдущие годы, при определении поступления фосфора и кальция был использован метод меченых атомов.

В 1977 г. вегетационный опыт был заложен 21 апреля, корни подрезали 18 мая, на следующий день в сосуд вносили питательный раствор, содержащий фосфор, меченный ^{32}P (160 мкКи на сосуд), а еще через месяц — питательный раствор с ^{45}Ca (100 мкКи на сосуд).

В 1978 г. опыт заложили 31 марта, корни подрезали 3 мая, питательный раствор вносили 3 раза — до подрезки, 24 апреля, и после нее, 15 мая и 13 июня (по 60 мкКи ^{32}P и 90 мкКи ^{45}Ca).

В 1979 г. закладка опыта была проведена 24 марта, корни подрезали 5 мая, и одновременно внесли питательный раствор, содержащий 50 мкКи ^{32}P и 140 мкКи ^{45}Ca , 22 мая часть растений Антоновки обыкновенной убрали, а в оставшиеся сосуды повторно внесли меченый питательный раствор. Аналогичная операция была проведена 5 июня.

В каждом году опыт продолжался 3 мес. В конце эксперимента корни отмывали от песка, растения разделяли на листья, побеги (сформированные до подрезки и после), штаб, активные (первичного строения) и проводящие (одревесневшие) корни и высушивали в термостате при температуре 105°. Озоление растительного материала (навеска 1 г) производили по [7]. Зола растворяли в 5 мл концентрированной HCl, объем раствора доводили дистиллированной водой до 10 мл, затем 1 мл раствора переносили в стеклянную чашечку, выпаривали досуха и определяли радиоактивность с помощью счетчика Т-25 БФЛ и радиометра ПП-8. Препараты просчитывали дважды — с фильтром толщиной 57 мг/см² и без фильтра. В первом случае определяли суммарную активность ³²P и ⁴⁵Ca, а во втором — только ³²P, затем вводили поправку на поглощение ³²P фильтром и по разности вычисляли активность ⁴⁵Ca [10].

Полевой опыт был проведен в 1977—1978 гг. с 39-летними растениями яблони Антоновки обыкновенной (подвой Анис). В 1977 г. в период цветения на расстоянии 1,5 м от штаба у части растений подрезали корни на глубину 50 см (рис. 4). В тот же день под все растения был внесен меченый фосфор (100 мКи под 1 дерево). В 1978—1979 гг. объектами исследования

были 7-летние яблони сорта Лобо. В мае 1978 г. на расстоянии 1 м от штаба на глубину 50 см у части растений подрезали корни (рис. 5), и под все растения внесли суперфосфат, меченный ³²P (по 100 мКи).

Теоретические расчеты, учитывающие диаметр распространения корневой системы, глубину ее проникновения, глубину подрезки, показывают, что при данной обработке подрезается 17—19 % корней.

В 1979 г. с целью изучения последствий подрезки корней в июне под те же растения на том же расстоянии от штаба в скважину на глубину 50 см был внесен раствор KН₂РO₄, меченный ³²P (по 150 мКи).

В течение вегетационного периода измеряли суммарный прирост, определяли число цветков, количество завязей, урожай. В конце августа у растений были взяты образцы листьев с побегов, кольчаток, плодушек, плодов и семян. Растительный материал высушивали, озоляли и определяли содержание меченых элементов.

В настоящей работе приведена только часть данных, полученных в опыте. Опыты, проведенные авторами с другими сортами и в другие годы, не расходятся с описываемыми ниже. Обработка материала проводилась статистическим методом. В таблицах приведены среднеквадратичные ошибки.

Результаты вегетационного опыта

К моменту подрезки корней (через месяц после высадки в сосуды) растения были хорошо развитыми. Суммарный прирост составлял у Парадизки краснолистной 20 см (1978 г.), у Антоновки — 25 см (1979 г.). Ко времени снятия опыта высота Антоновки в 1977 г. достигала 1 м, Алнарпа 2—60 см (рис. 1). После подрезки у сеянцев подвоев Антоновки в течение месяца рост замедлялся, затем значительно усиливался, и к концу эксперимента по суммарному приросту опытный и контрольный варианты практически не различались (рис. 2). У вегетативно размножаемого подвоя Алнарп 2 период торможения роста

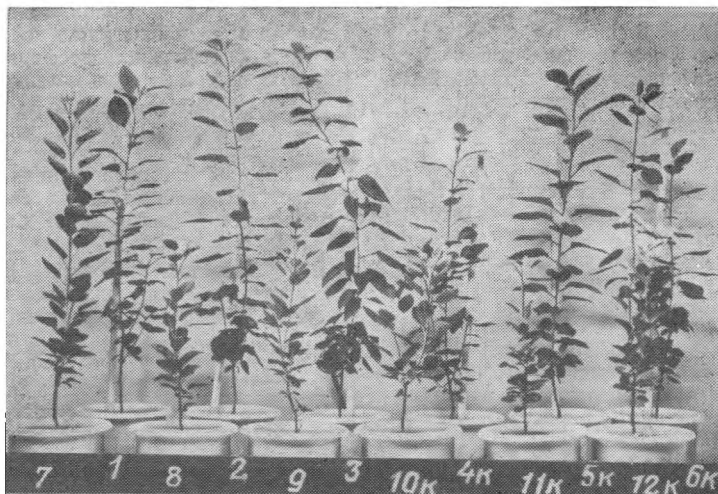


Рис. 1. Рост подвоев яблони в 1977 г.

Сосуды 7—12 — Алнарп 2; 1—6 — Антоновка обыкновенная; К — контроль.

Поглощение кальция и фосфора растениями с неподрезанными (в числителе) и подрезанными (в знаменателе) корнями. Вегетационные опыты 1977 и 1978 гг.

| Орган растения | m | ⁴² Ca | | ³² P | |
|--|----------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | | a _m | A | a _m | A |
| Антоновка, 1977 г. | | | | | |
| Активные корни | 0,5±0,1 | 153±10 | 77±11 | 123±8 | 62±10 |
| | 1,0±0,2 | 82±28 | 82±40 | 68±19 | 68±26 |
| Проводящие корни | 3,5±0,5 | 44±15 | 154±54 | 35±11 | 124±25 |
| | 3,8±0,2 | 39±8 | 147±36 | 19±4 | 72±19 |
| Штамб | 2,7±0,1 | 31±10 | 84±24 | 26±2 | 71±5 |
| | 3,1±0,2 | 36±1 | 110±2 | 18±4 | 55±12 |
| Побеги, сформированные до подрезки корней | 2,0±0,2 | 41±7 | 83±17 | 52±20 | 103±37 |
| | 2,6±0,2 | 45±5 | 117±6 | 28±11 | 73±12 |
| Побеги, сформированные после подрезки корней | 0,4±0,1 | 70±12 | 28±4 | 142±34 | 57±16 |
| | 0,4±0,1 | 78±24 | 31±16 | 97±48 | 39±26 |
| Листья, сформированные до подрезки корней | 3,3±0,2 | 16±5 | 51±16 | 56±19 | 184±62 |
| | 4,3±0,2 | 9±5 | 37±21 | 33±14 | 144±65 |
| Листья, сформированные после подрезки корней | 0,9±0,1 | 73±6 | 66±8 | 193±64 | 174±62 |
| | 1,4±0,4 | 78±33 | 109±63 | 104±54 | 145±96 |
| Все растение | 13,3±0,7 | 41±6 | 542±96 | 59±17 | 775±210 |
| | 16,6±0,5 | 38±5 | 634±99 | 36±14 | 596±266 |
| Алнарп 2, 1978 г. | | | | | |
| Активные корни | 1,0±0,1 | 13,9±2,7 | 13,9±2,7 | 34,6±10,0 | 34,6±10,0 |
| | 1,1±0,5 | 16,5±5,6 | 18,2±4,4 | 39,2±11,8 | 43,1±6,0 |
| Проводящие корни | 4,1±0,4 | 18,0±7,8 | 74,0±38,2 | 21,3±3,3 | 87,2±22,8 |
| | 5,7±1,6 | 15,8±3,1 | 89,9±6,8 | 15,9±4,1 | 90,9±14,3 |
| Штамб | 6,5±2,3 | 5,6±1,3 | 36,4±4,7 | 4,8±2,0 | 31,4±2,4 |
| | 9,9±2,3 | 3,6±0,3 | 35,8±5,0 | 2,3±0,1 | 22,5±4,8 |
| Побеги, сформированные до подрезки корней | 1,8±0,1 | 3,7±0,6 | 6,6±0,7 | 2,6±1,8 | 4,6±3,1 |
| | 3,0±0,8 | 2,4±0,9 | 7,1±1,4 | 2,7±0,1 | 8,0±2,5 |
| Побеги, сформированные после подрезки корней | 1,6±0,1 | 3,8±0,2 | 6,1±0,1 | 6,9±4,0 | 11,0±5,9 |
| | 1,7±0,4 | 3,5±1,9 | 5,9±3,6 | 8,2±1,0 | 13,9±2,0 |
| Листья | 3,4±1,1 | 2,8±0,8 | 9,7±0,7 | 7,3±2,3 | 24,8±0,7 |
| | 2,7±0,4 | 3,6±2,6 | 9,6±6,8 | 8,0±0,9 | 21,7±1,2 |
| Все растение | 18,4±1,4 | 8,0±1,7 | 146,8±40,2 | 10,5±1,4 | 193,6±38,7 |
| | 24,1±4,1 | 6,9±0,5 | 165,5±23,9 | 8,3±0,9 | 200,1±24,8 |
| Парадизка краснолистная, 1978 г. | | | | | |
| Активные корни | 0,5±0,2 | 32,8±8,4 | 16,4±9,8 | 80,8±5,8 | 40,4±18,6 |
| | 0,8±0,3 | 27,0±11,1 | 21,6±2,8 | 75,2±17,6 | 60,2±2,8 |
| Проводящие корни | 3,1±0,8 | 12,0±3,0 | 37,3±10,5 | 14,6±4,7 | 45,3±13,3 |
| | 4,6±0,8 | 16,2±1,4 | 74,6±19,6 | 22,9±6,9 | 105,4±48,0 |
| Штамб | 7,4±0,1 | 6,5±0,9 | 48,4±6,4 | 7,2±1,8 | 53,0±12,6 |
| | 8,0±0,1 | 6,6±1,6 | 52,9±12,6 | 6,9±2,4 | 54,9±18,6 |
| Побеги сформированные до подрезки корней | 2,8±0,6 | 2,0±1,8 | 5,6±5,0 | 4,0±0,7 | 11,3±3,9 |
| | 2,7±0,2 | 5,0±2,3 | 13,5±6,9 | 5,3±0,1 | 14,4±0,5 |
| Побеги, сформированные после подрезки корней | 1,0±0,3 | 8,4±1,5 | 3,4±2,1 | 12,0±2,7 | 12,0±3,1 |
| | 1,5±0,3 | 4,5±2,9 | 6,7±5,1 | 12,3±0,6 | 18,4±3,6 |
| Листья сформированные до подрезки корней | 1,9±0,5 | 0,8±0,4 | 1,6±0,6 | 12,3±2,4 | 23,3±8,3 |
| | 2,4±0,3 | 1,4±0,2 | 3,4±1,0 | 9,4±1,3 | 22,5±0,1 |

| Орган растения | m | 44Ca | | 33P | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| | | a _m | A | a _m | A |
| Листья, сформированные после подрезки корней | $\frac{0,7 \pm 0,2}{1,0 \pm 0,1}$ | $\frac{1,8 \pm 0,8}{3,4 \pm 2,0}$ | $\frac{1,3 \pm 0,9}{3,4 \pm 2,1}$ | $\frac{10,7 \pm 2,1}{9,4 \pm 0,8}$ | $\frac{7,5 \pm 2,6}{9,4 \pm 0,7}$ |
| Все растение | $\frac{17,4 \pm 1,9}{21,0 \pm 2,0}$ | $\frac{6,5 \pm 1,3}{8,4 \pm 0,2}$ | $\frac{114,0 \pm 34,4}{176,1 \pm 19,0}$ | $\frac{11,1 \pm 1,9}{13,6 \pm 0,4}$ | $\frac{192,8 \pm 48,1}{285,2 \pm 35,8}$ |

Примечание. Здесь и в табл. 1, 2, 5 m — сухая масса, г; a_m — массовая удельная активность, × 10³ имп/100 с.г; A = a_m · m — общая активность, × 10³ имп/100 с.

был значительно меньше и составлял 7—14 дней, у Парадизки краснолистной торможения роста вообще не наблюдалось. Суммарный прирост у Алнарпа 2 и Парадизки краснолистной был выше контрольного: соответственно 58 против 45 см и 42 против 32 см (рис. 2). Ускорение роста растений этих сортов после подрезки наблюдалось и в 1979 г.

В течение 1,5 мес после подрезки корней растения Антоновки значительно уступали по массе контрольным (табл. 2) в основном из-за меньшей массы активных корней побегов и листьев. Через 50 дней разница между массой контрольных и опытных растений была неустойчивой, так как у последней уже через 30 дней рост резко усиливался. При этом стимулировались рост и ветвление корней вблизи места подрезки (на рис. 3 отчетливо видна разница в развитии корневых мочек), наблюдалось утолщение штамба.

Влияние подрезки на поступление элементов минерального питания в растения отражено в табл. 1—2. При рассмотрении этих таблиц следует учитывать, что основная сложность проведения подобного эксперимента заключается в подборе совершенно одинаковых растений. Если при работе с однолетними культурами, такими как зерновые, мы можем значительно увеличить число растений на один сосуд, то в опытах с многолетними древесными растениями, требующими значительно больших площадей питания, это сделать практически невозможно. Поэтому ошибка опыта достигала в ряде случаев 40 %.

Для изучения влияния рассматриваемого приема на динамику поступления элементов минерального питания в растения в 1979 г. уборку проводили в 3 срока — через 17, 30 и 50 дней после подрезки.

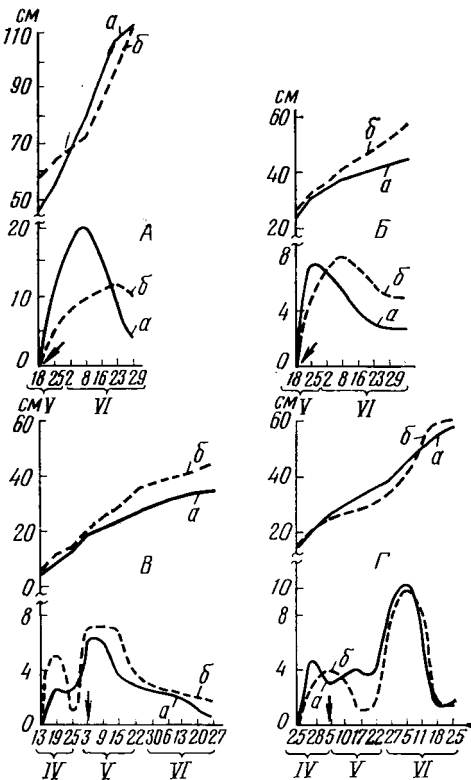


Рис. 2. Динамика суммарного прироста яблони.

А — Антоновка обыкновенная, 1977 г.; Б — Алнарп 2, 1977 г.; В — Парадизка краснолистая Будаговского, 1978 г.; Г — Антоновка обыкновенная, 1979 г.; а — контроль, б — подрезка корней; стрелками указаны дни подрезки.

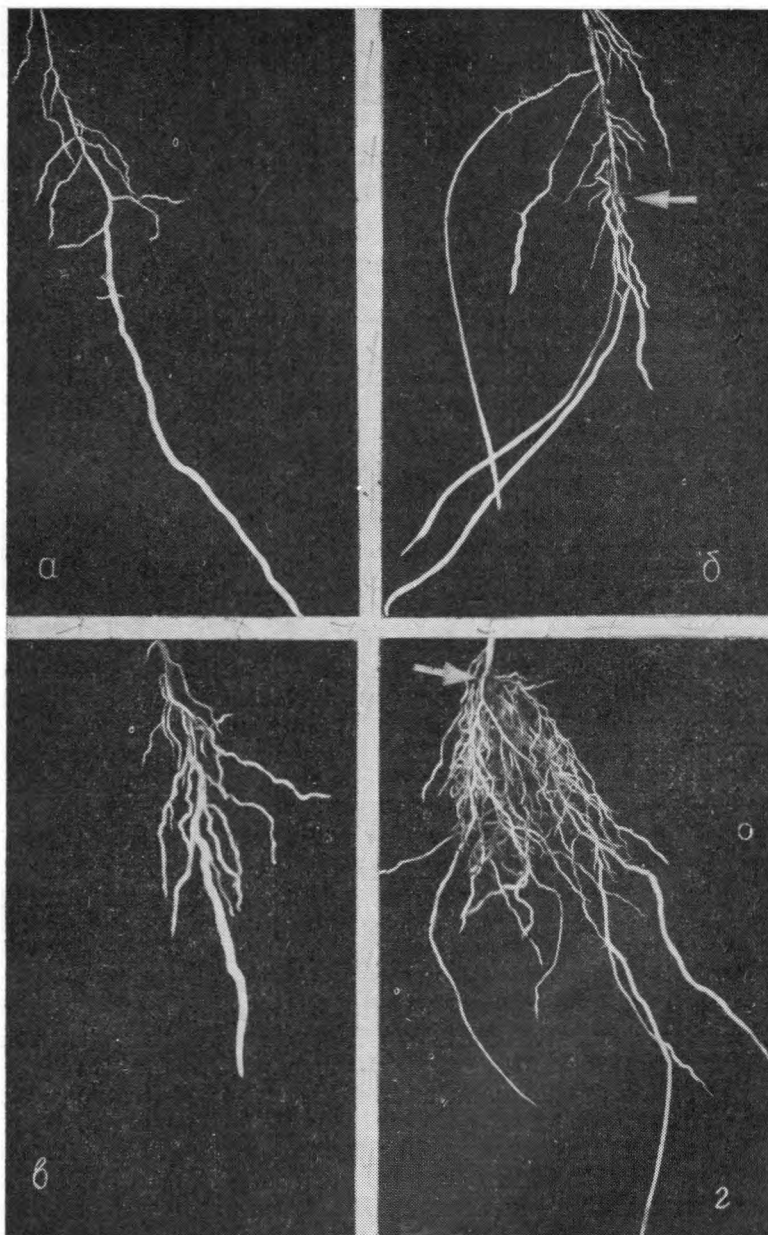


Рис. 3. Корневые мочки сеянцевых подвоев Антоновки обыкновенной, 1979 г.

Вверху — через 2 недели после подрезки (17 мая); внизу — к моменту снятия опыта (25 июня): а, в — контроль, б, г — подрезка корней.

В 1979 г. через 17 и 30 дней после подрезки корней накопление ^{32}P и ^{45}Ca в контрольном варианте было выше, чем в опытном (табл. 2), но к концу опыта разницы между вариантами уже не наблюдалось.

Поскольку способы внесения радиоактивных элементов в течение трех лет опыта модифицировались, значения удельных активностей растительного материала не совпадали по годам. Так, в 1977 г. (табл. 1), когда меченый раствор вносили в сосуд только один раз, наибольшая удельная активность ^{32}P была отмечена у листьев и побегов, сформированных после подрезки, а также у активных корней

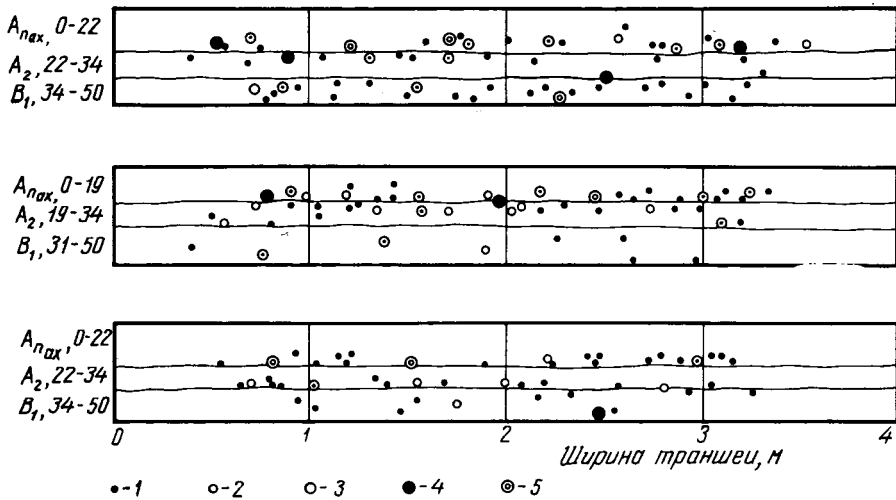


Рис. 4. Размещение горизонтальных корней Антоновки (подвой Анис), подрезанных при обработке почвы на расстоянии от штамба 1,5 м.
 1 — корни диаметром 0,1—1,0 мм; 2 — 1,1—3,0; 3 — 3,1—10,0; 4 — 10,1—15,0; 5 — 15,1—20,0 мм.

(соответственно в контроле $193 \cdot 10^3$, $142 \cdot 10^3$ и $123 \cdot 10^3$ имп/100 с.г), а наибольшая удельная активность ^{45}Ca обнаружена у активных корней, листьев и побегов, сформированных после подрезки ($153 \cdot 10^3$, $73 \cdot 10^3$, $70 \cdot 10^3$ имп/100 с.г). В 1979 г., когда деления на листья и побеги, сформированные до и после подрезки корней, не производилось, наибольшая удельная активность ^{32}P и ^{45}Ca была обнаружена в активных корнях и у Антоновки, и у вегетативно размножаемых подвоев Парадизки краснолистной, и Алнарпа 2 (табл. 2). Общее количество ^{32}P и ^{45}Ca , поглощенного Антоновкой в 1977—1979 гг., как правило, было больше, чем поглощенного вегетативно размножаемыми растениями. Так, в 1979 г. у Парадизки краснолистной было обнаружено ^{45}Ca $330 \cdot 10^3$, ^{32}P — $170 \cdot 10^3$ имп/100 с, а у Антоновки обыкновенной — соответственно $730 \cdot 10^3$ и $460 \cdot 10^3$ имп/100 с (табл. 2).

Представляет интерес рассмотреть распределение поглощенных элементов питания в растениях. Так как способы внесения ^{32}P и ^{45}Ca в разные годы были различные, этот показатель можно сравнивать только по отдельным годам.

В 1978 и 1979 гг. в корнях Антоновки содержалось больше ^{45}Ca (80 и 67 %), чем у Парадизки краснолистной (52 и 46 %), но по относительному содержанию меченых элементов в листьях и побегах данные сорта существенно не различались (табл. 3). Содержание ^{32}P в штамбе Парадизки было в 11,5 раза, а ^{45}Ca — почти в 9 раз выше, чем в штамбе Антоновки. Такие различия в распределении элементов питания в значительной степени обусловлены разницей массы анализируемых частей растения.

Результаты полевого опыта

Картина, характеризующая количество и размер подрезаемых корней, представлена на рис. 4. Корни диаметром более 20 мм на расстоянии от штамба 1,5 м при глубине разреза 50 см не повреждались. У Антоновки в среднем на одно дерево повреждалось по 2 корня диаметром 15—20 мм. У Лобо на расстоянии 1 м от штамба до глубины 50 см не встречалось корней диаметром 10,1—20,0 мм, и в среднем на дерево было подрезано по 3 корня диаметром 3,1—10,0 мм (рис. 5).

Поглощения кальция и фосфора растениями Антоновки обыкновенной с неподрезанными (в числителе) и подрезанными (в знаменателе) корнями. Вегетационный опыт 1979 г.

| Орган растения | m | ⁴⁶ Ca | | ³² P | |
|-------------------------------|----------|------------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | a _m | A | a _m | A |
| 17 дней после подрезки корней | | | | | |
| Активные корни | 0,8±0,2 | 55,1±12,0 | 44,1±19,2 | 24,2±4,6 | 19,4±6,7 |
| | 0,4±0,2 | 31,2±17,7 | 12,5±7,4 | 11,8±6,6 | 4,7±2,1 |
| Проводящие корни | 2,8±0,2 | 24,5±5,1 | 68,5±9,8 | 4,4±0,7 | 12,4±1,6 |
| | 2,9±0,6 | 23,8±6,4 | 69,1±25,9 | 3,3±0,6 | 9,7±3,1 |
| Штамб | 1,6±0,1 | 14,0±1,2 | 22,4±1,5 | 1,3±0,2 | 2,1±0,4 |
| | 1,6±0,1 | 7,5±1,2 | 12,0±1,9 | 0,6±0,1 | 1,0±0,3 |
| Побеги | 0,6±0,1 | 10,5±2,0 | 6,3±2,0 | 4,8±0,8 | 2,9±0,7 |
| | 0,4±0,1 | 10,2±3,9 | 4,1±2,1 | 3,8±0,8 | 1,5±0,5 |
| Листья | 1,6±0,2 | 5,4±1,6 | 8,7±3,1 | 6,3±1,0 | 10,1±2,5 |
| | 1,2±0,3 | 2,6±0,9 | 3,1±0,7 | 2,8±0,8 | 3,3±1,3 |
| Все растение | 7,4±0,3 | 20,3±4,1 | 150,0±29,5 | 6,3±1,2 | 46,9±8,7 |
| | 6,5±1,1 | 15,5±3,3 | 100,8±34,6 | 3,1±1,2 | 20,2±7,0 |
| 30 дней после подрезки корней | | | | | |
| Активные корни | 1,0±0,2 | 135,8±9,8 | 135,8±32,4 | 65,5±4,6 | 65,5±15,8 |
| | 0,4±0,1 | 66,0±12,1 | 26,4±12,2 | 48,8±13,0 | 19,5±8,0 |
| Проводящие корни | 4,2±0,5 | 46,5±11,8 | 195,4±34,9 | 24,9±4,4 | 104,7±19,1 |
| | 2,4±0,1 | 27,9±8,8 | 67,0±21,3 | 9,2±1,5 | 22,2±3,9 |
| Штамб | 1,8±0,2 | 21,6±2,7 | 38,8±6,7 | 5,9±0,8 | 10,7±2,5 |
| | 1,5±0,2 | 21,8±3,2 | 32,7±7,2 | 3,7±0,9 | 5,5±1,7 |
| Побеги | 0,9±0,1 | 19,2±4,3 | 17,3±5,1 | 8,6±2,1 | 7,7±2,0 |
| | 0,7±0,1 | 21,0±3,5 | 14,7±3,0 | 12,4±2,8 | 8,7±2,7 |
| Листья | 2,0±0,2 | 7,4±0,9 | 14,8±2,1 | 12,2±0,3 | 24,5±2,7 |
| | 1,5±0,2 | 10,0±3,5 | 15,0±5,6 | 8,5±2,2 | 12,7±4,8 |
| Все растение | 9,9±1,1 | 40,6±7,4 | 402,1±58,0 | 21,5±4,0 | 213,1±31,8 |
| | 6,5±0,5 | 23,9±7,4 | 155,8±46,6 | 10,6±3,2 | 68,6±20,3 |
| 50 дней после подрезки корней | | | | | |
| Активные корни | 1,2±0,2 | 171,5±26,8 | 205,9±45,6 | 122,4±6,4 | 146,9±23,2 |
| | 1,2±0,3 | 136,6±24,0 | 163,9±43,2 | 133,5±16,4 | 160,2±40,8 |
| Проводящие корни | 4,6±0,4 | 74,2±13,3 | 341,4±60,1 | 39,9±2,9 | 183,6±11,0 |
| | 5,7±1,5 | 56,0±2,9 | 319,1±64,6 | 41,9±5,2 | 239,0±65,7 |
| Штамб | 2,0±0,5 | 28,8±3,3 | 57,6±14,4 | 11,7±1,0 | 23,4±4,6 |
| | 3,2±0,8 | 26,2±3,7 | 84,0±15,4 | 8,8±1,1 | 23,0±7,4 |
| Побеги | 1,5±0,3 | 35,9±4,2 | 53,9±14,0 | 18,9±2,6 | 28,4±6,3 |
| | 1,6±0,3 | 27,0±2,6 | 43,2±8,7 | 22,6±0,5 | 36,2±7,1 |
| Листья | 3,5±0,6 | 19,8±3,6 | 69,4±19,2 | 22,3±3,5 | 78,1±21,9 |
| | 3,3±0,3 | 16,7±3,2 | 55,0±16,4 | 29,9±2,7 | 98,9±8,3 |
| Все растение | 12,7±1,7 | 57,4±11,7 | 728,4±111,7 | 36,2±6,1 | 460,4±47,9 |
| | 15,0±2,8 | 44,3±12,0 | 665,2±131,2 | 37,5±10,4 | 562,4±125,5 |

Суммарный прирост побегов подробно рассмотрен на примере яблонь сорта Лобо, у которых эта величина измерялась как при подборе растений для опыта 1976—1977 гг., так и в ходе эксперимента в 1978—1979 гг. До закладки опыта в 1976 и 1977 гг. растения контрольного и опытного вариантов достоверно не различались по этому показателю — соответственно 650 ± 130 ; 1200 ± 270 и 800 ± 110 ; 1450 ± 250 см. В год закладки опыта (1978) в варианте без подрезки корней суммар-

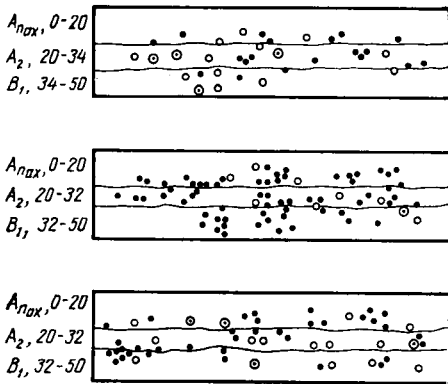


Рис. 5. Размещение горизонтальных корней яблони сорта Лобо (подвой Анис), подрезанных при обработке почвы на расстоянии от штамба 1 м. Обозначения те же, что и на рис. 4.

ный прирост равнялся 1300 ± 100 , а с подрезкой — уже 1760 ± 100 см; в 1979 г. у растений с подрезанными корнями практически произошло удвоение суммарного прироста побегов (1820 ± 200 против 910 ± 170 см); несмотря на суровую зиму 1978/79 г., когда, по данным обсерватории им. Михельсона ТСХА, температура воздуха в декабре достигала -40° , а абсолютный минимум (в январе) составлял -49° .

Цветение, завязывание плодов и урожайность в год подрезки были практически одинаковыми в контроле и опытном варианте (табл. 4). В 1979 г. количество цветков и урожай значительно увеличивались в варианте с подрезкой корней.

Таблица 3

Распределение кальция и фосфора в растениях (% общего содержания) в среднем за 1978—1979 гг.

| Органы растения | Контроль | | | | Подрезка | | | |
|------------------|------------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------|-----------------|-----------|
| | ^{46}Ca | | ^{32}P | | ^{46}Ca | | ^{32}P | |
| | Антоновка | Парадизка | Антоновка | Парадизка | Антоновка | Парадизка | Антоновка | Парадизка |
| Активные корни | 20 | 10 | 26 | 20 | 17 | 11 | 27 | 17 |
| Проводящие корни | 60 | 42 | 41 | 26 | 64 | 47 | 43 | 31 |
| Штамб | 4 | 37 | 2 | 23 | 6 | 29 | 3 | 21 |
| Побеги | 9 | 6 | 12 | 11 | 7 | 9 | 12 | 12 |
| Листья | 7 | 5 | 18 | 20 | 6 | 4 | 15 | 19 |

Таблица 4

Формирование урожая яблони сорта Лобо. Полевой опыт

| Вариант | Соцветия, шт. | Цветки, шт. | Завязи | | | | Количество плодов с дерева на 16/IX | Урожайность на 1 дерево, кг | Средняя масса плода, г |
|----------|---------------|---------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | | на 26/VI | | на 30/VIII | | | | |
| | | | шт. | % к числу цветков | шт. | % к числу цветков | | | |
| 1978 г. | | | | | | | | | |
| Контроль | 105 ± 14 | 591 ± 109 | 122 ± 31 | 20 | 28 ± 2 | 4,7 | 28 ± 2 | $2,4 \pm 0,2$ | 87 ± 8 |
| Подрезка | 75 ± 12 | 383 ± 58 | 71 ± 26 | 18 | 29 ± 2 | 5,3 | 20 ± 2 | $2,0 \pm 0,3$ | 102 ± 4 |
| 1979 г. | | | | | | | | | |
| Контроль | 81 ± 17 | 270 ± 37 | 32 ± 23 | 11 | $3,0 \pm 0,6$ | 1,0 | 1 | $0,08 \pm 0,01$ | 79 ± 1 |
| Подрезка | 143 ± 25 | 675 ± 99 | 52 ± 21 | 5 | $19,0 \pm 0,4$ | 3,0 | 6 | $0,60 \pm 0,08$ | 94 ± 1 |

Аналогичная закономерность наблюдалась и в отношении накопления растениями элементов минерального питания (табл. 5).

Содержание ^{32}P в листьях кольчаток и плодушек при подрезке увеличилось на 30 %, а в листьях побегов и семенах — почти в 2 раза. Данные о поглощении ^{32}P в год подрезки и у Антоновки, и у Лобо не приводятся, поскольку разницы между вариантами не было.

Таблица 5
Поглощение ^{32}P ($\times 10^3$ имп/100 с-г)
яблоней сорта Лобо в 1979 г.
Полевой опыт

| Орган растения | Контроль | Подрезка |
|----------------|----------|----------|
| Листья побегов | 5,9±0,3 | 10,5±1,1 |
| » кольчаток | 2,8±0,1 | 3,7±0,1 |
| » плодушек | 3,0±0,1 | 3,9±0,1 |
| Околоплодник | 3,0±0,2 | 3,4±0,1 |
| Семена | 9,8±0,1 | 17,9±0,4 |

Обсуждение

Как уже отмечалось выше, при проведении эксперимента с многолетними древесными культурами большую сложность представляет подбор однородных растений, так как число их, как правило, ограничено. Мы считаем, что подбор необходимо осуществлять по суммарному приросту хотя бы за 2 года, предшествующих опыту. Определять поглощение элементов минерального питания растениями с достаточной степенью достоверности можно лишь с помощью метода меченых атомов. Однако использование последнего вызывает некоторое затруднение, поскольку необходимо вносить в почву довольно большое количество радиоактивных элементов. В эксперименте с 7-летними деревьями Лобо минимальная активность ^{32}P удобрения, вносимого весной в почву под каждое дерево, должна быть не менее 100—150 мКи. Только в этом случае осенью можно определить накопление ^{32}P в растении.

Таблица 6
Приемы агротехники, включающие периодическую подрезку корней яблони

| Приемы агротехники | Назначение |
|--|---|
| В питомнике | |
| Пикировка сеянцев или приемы, ее заменяющие | Укорачивание главного корешка и образование хорошо развитой мочковатой корневой системы |
| Многократное рыхление междурядий в питомниках | Междурядья поддерживаются в рыхлом и чистом от сорняков состоянии |
| Выкопка подвоев из школы сеянцев | Уменьшение длины корней до глубины прохождения выкопчного плуга |
| Укорачивание корней подвоев после сортировки (согласно стандарту) | Для удобства посадки и улучшения приживаемости |
| Окучивание и разокучивание, культивация на полях формирования | Междурядья поддерживаются в рыхлом и чистом от сорняков состоянии |
| Выкопка саженцев в поле двухлеток | Уменьшение длины корней до глубины прохождения выкопчного плуга |
| Укорачивание корней саженцев (согласно стандарту) | Для удобства посадки и улучшения приживаемости |
| Обновление срезов на поломанных, подгнивших и рваных ранах корней | Обновление ран для лучшей приживаемости саженцев после посадки в сад |
| В саду | |
| Ежегодная обработка почвы в междурядьях сада почвообрабатывающими орудиями (дискование, культивация, вспашка) в течение всей жизни плодовых деревьев | Рыхление, поддержание междурядий в чистом от сорняков состоянии, внесение удобрений, нарезка поливных борозд, глубокое окультуривание и т. д. |

Проведенный нами анализ (табл. 6) показывает, что подрезка корней — прием активации ростовых процессов и поглощения элементов минерального питания — является элементом почти каждого агротехнического приема, связанного с обработкой почвы. Поранение корней при подрезке способствует формированию придаточных корней на проводящих корнях растений семенного происхождения (рис. 2, з). Таким образом, у яблони образуется смешанная корневая система. Вновь формируемые корни оказывают в свою очередь омолаживающее влияние на растение. Особенно четко это проявляется в увеличении суммарного прироста. У подвоев яблони семенного происхождения (Антоновка обыкновенная) после подрезки корней суммарный прирост их достигает уровня контрольного, тогда как у вегетативно размноженных (Парадизка краснолистная и Алнарп 2) с придаточными корнями он превосходит контроль, что в целом свидетельствует о высокой функциональной активности корней у этих сортов.

В конечном итоге в наших опытах наблюдалось стимулирующее влияние подрезки корней. Поскольку поступление элементов минерального питания в растение после подрезки определяется соотношением между скоростью роста новых корней и скоростью поглощения этих элементов оставшимися и вновь формирующимися корнями, стимулирующий эффект данного воздействия зависит от видовых особенностей растений. Учитывая это, у яблони появление стимулирующего эффекта подрезки корней следует ожидать на второй год (табл. 4). В полевых условиях у опытных растений придаточные корни формируются к концу вегетации, и смешанная корневая система наиболее интенсивно начинает поглощать ^{32}P на следующий год (табл. 5), что и вызывает усиление закладки цветковых почек и соответственно повышает урожайность.

Выводы

1. Подрезка корней яблони в вегетационном и полевом опытах в 1-й год не оказала отрицательного влияния на рост растений и накопление в них ^{32}P и ^{45}Ca .

2. В полевом опыте на 2-й год наблюдалось увеличение суммарного прироста побегов, поглощения ^{32}P , закладки цветковых почек и в результате — повышение урожайности.

3. Вновь формирующиеся корни обладали более высокой функциональной активностью и оказывали омолаживающее влияние на растения.

4. По распределению ^{45}Ca и ^{32}P в растениях контрольные и опытные варианты не различались. Однако в семенных и вегетативно размножаемых подвоях распределение этих элементов было неодинаковым. В корнях Антоновки обыкновенной семенного происхождения содержалось 80 % ^{45}Ca и 67 % ^{32}P , у вегетативно размножаемой Парадизки краснолистной — соответственно 52 и 46 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов А. Т. О принуждении плодовых деревьев к приношению плодов. — Избр. соч. по агрономии, плодоводству, ботанике. М.: Моск. общ.-во испытателей природы, 1952. — 2. Грель А. К. Письма о садоводстве. — Русское садоводство, 1893, № 22, с. 11—12. — 3. Демолон А. Рост и развитие культурных растений. Пер. с франц. М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1961. — 4. Колесников В. А., Пильщиков Ф. Н. Реакция корней яблони на окультуривание почвы. — Изв. ТСХА, 1972, вып. 2, с. 130—140. — 5. Кънев И. Эффективность глубокой осенней вспашки в яблоневых садах (Болгария). — Реф. жур. «Плодовые и субтропические культуры, виноград». М., 1978, вып. 9, с. 9—10. — 6. Пильщиков Ф. Н., Пильщикова Н. В. Регенерация корней различных подвоев яблони. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 2, с. 145—150. — 7. Практикум по применению изотопов и излучений в сельск. хоз-ве (под ред. В. В. Рачинского). М., ТСХА, 1960, вып. VI. — 8. Рубин С. С., Горбатюк Д. О. К вопросу о глук-

бине обработки почвы в садах. — Сад и огород, 1958, № 11, с. 36—38. — 9. Хьюитт Э. Песчаные и водные культуры в изучении питания растений. М.: ИЛ, 1960. — 10. Фурман А. О. Практикум по применению изотопов и излучений в сельск.

хоз-ве. Вып. II, радиометрия, ч. 2-я. М., ТСХА, 1973. — 11. Schumacher R. Влияние подрезки корней на плодоношение и качество яблок (Швейцария). — Реф. жур. «Плодовые и субтропические культуры, виноград.» М., 1978, вып. 8, с. 7.

Статья поступила 19 ноября 1979 г.

SUMMARY

Seedling stocks and vegetatively reproduced stocks B-9, A-2 of Antonovka common apple tree were used in pot experiments. In field experiments 38-year Antonovka (stock — Anis) and 7-year apple trees of Lobo variety (stock — Anis) were used.

Trimming the roots in the first year did not produce any negative effect on the growth of plants and accumulation of ^{32}P and ^{45}Ca in them. Root trimming resulted in higher total growth of sprouts and accumulation of ^{32}P , increase in the number of flower buds and higher yield. Newly formed roots possessed higher functional activity and rejuvenated the plants.

Distribution of the absorbed elements in seed and vegetatively reproduced stocks is different: in seed plants of Antonovka common the roots contained 80 % of ^{45}Ca and 67 % of ^{32}P , in vegetatively reproduced B-9 — 52 and 46 % respectively.

Сарнецкий Г. А. Высокоштамбовая культура винограда. — 8 л. — 35 к. (Поз. плана № 283).

Обобщены результаты научных и производственных достижений по высокоштамбовой культуре винограда, отвечающей современной технологии его возделывания.

Приведены типовые технологические схемы выращивания винограда на высоких формировках с учетом максимальной механизации. Описаны различные типы высокоштамбовых формировок, методы их выведения, особенности шпалерных устройств, агротехника, высокоштамбового винограда.

Для агрономов и бригадиров-виноградарей.

Орошение в горных условиях / Под ред. д-ра техн. наук Маслова Б. С. — 15 л. — В пер.: 1 р. 40 к. (Поз. плана № 288).

В статьях сборника освещены особенности и способы полива сельскохозяйственных культур, выращиваемых на землях с крутыми склонами, характерными для условий южных республик страны. Описаны технология самотечного полива, конструкции дождевальных оросительных систем и систем капельного орошения, показаны результаты исследований эрозийных и просадочных процессов, возникающих при орошении земель в горных условиях.

Для научных работников, а также для специалистов сельского и водного хозяйства.

Дубравы и повышение их продуктивности / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Виноградова В. Н. — 15 л. — В пер.: 1 р. 40 к. (Поз. плана № 277).

В сборнике отражены причины, вызывающие ухудшение состояния дуба в различных районах европейской части СССР и мероприятия, направленные на выращивание устойчивых насаждений с преобладанием дуба; направления в селекции и семеноводстве дуба; оптимизация состава дубовых насаждений с целью повышения их устойчивости; удобрение дуба; лесовозобновление в дубравах; географические культуры дуба; мероприятия по восстановлению пойменных дубрав, гидрологический режим; вредные насекомые и болезни и их влияние на состояние дубрав.

Для научных работников.

Емельянова И. М., Малышева Г. А., Петрова М. П. Повышение плодородия торфяных почв. — 6 л. — 25 к. (Поз. плана № 278).

В книге представлены материалы по влиянию добавок минерального грунта на торфяные почвы, по изменению водопотребления и транспирации сельскохозяйственных культур в зависимости от добавок минерального грунта. Дано действие различных доз и категорий минерального грунта на урожайность основных сельскохозяйственных культур. Определены оптимальные дозы грунта для различных севооборотов. Приводятся материалы по применению извести и минеральных удобрений в зависимости от добавляемого грунта.

Для специалистов сельского хозяйства, связанных с освоением и использованием торфяных почв.