

УДК 634.11:581.144

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЯБЛОНИ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ПОДРЕЗКЕ КОРНЕЙ

Ф. Н. ПИЛЬЩИКОВ

(Кафедра пловодства)

Показано влияние частичной подрезки корней яблони на активизацию выполняемых ими функций. Корневая система в целом рассматривается как существенное звено в замкнутой системе регулирования водного обмена. Взаимосвязь водообмена, фотосинтеза и дыхания (в корнях) представляет собой самонастраивающую систему. Подрезка корней приводит к усилению поглощения элементов питания из почвы, изменению структуры кроны дерева и увеличению числа плодоносных обрастающих веточек.

При изучении корневых систем в пловодстве основное внимание уделялось изучению отдельных процессов и факторов: питания, формирования, роста и развития, морфологии и анатомии, влияния внешних и почвенных факторов, приемов управления на всех уровнях — начиная от целого организма и кончая молекулярной; и в этом достигнуты большие успехи. Вместе с тем в пловодстве постепенно складывался и второй подход — исследование взаимосвязей процессов и влияния факторов, поскольку растительный организм представляет собой целостную систему. Необходимо в таком подходе особенно ощущается в наши дни в связи с интенсификацией садоводства. Однако, чтобы понять взаимосвязанные и взаимообусловленные процессы, лежащие в основе жизнедеятельности растения, а главные процессы, связанные с созданием высоких урожаев плодов наилучшего качества, необходимо знать, например, как обеспечивается выполнение корнем его функций. Последние и опреде-

ляют соответствующие проблемы исследований.

1. *Закрепление растений в устойчивом положении относится к механическим функциям корней.* Степень закрепления в значительной мере зависит от происхождения подвоя. Проблема заключается в подборе подвоев с желаемыми свойствами: подвой должен стать основой (опорой), по выражению И. В. Мичурина, «фундаментом» для дерева с хорошей совместимостью с привоем, обладать слаборослостью и содействовать раннему вступлению растений в плодоношение, быть зимостойким, обладать устойчивостью к гнили корневой шейки и легко размножаться. Сюда же следовало бы добавить регенерационную способность корней, мощностя корневой системы и глубину залегания основной массы. Однако на современном этапе ни один подвой, известный в мировой классификации, не обладает всеми этими свойствами. С подбором подвоев, обладающих желаемыми качествами, связано решение ряда проблем ин-

тенсификации плодовогодства, основанной на трех ведущих элементах — слаборослый подвой, плотное стояние деревьев в рядах, формирование плоских крон. Главная идея — создание высокопродуктивного насаждения, пригодного для механизированного возделывания [18]. В этом случае селекция растений-подвоев направляется на повышение продуктивности с учетом признаков корневой системы, коррелирующих с высокой продуктивностью и устойчивостью. В указанном направлении и ведутся исследования [18, 20 и др.].

Кроме того, для любого подвоя важно знать закономерности формирования и морфологическую структуру корневой системы, распространение и глубину проникновения каждого типа корней в почвогрунт на отдельных этапах онтогенеза в конкретных условиях их возделывания [8, 9], а также тип почвы, ее механический состав, мощность генетических горизонтов, их физические и химические свойства. Изучение параметров среды и их воздействие на растение позволяет выявить причины, обуславливающие разное развитие и состояние корней. Это представляет диагностическую ценность при выборе как агротехнических приемов (обработка, внесение удобрений, поливы), так и участков для закладки новых плодовых насаждений [3, 4].

2. *Размножение.* Многие плодовые породы и ягодные кустарники размножаются вегетативно различными способами. Совершенствование имеющихся способов и разработка новых приемов связаны с изучением основных биологических особенностей размножаемых пород и сортов: способности к меристематической активности и образованию придаточных корней, к регенерации, отзывчивости на применение регуляторов роста, этиолирования и дру-

гих приемов, используемых с целью ускоренного формирования корневой системы. В этом направлении очень много сделано кафедрой плодовогодства под руководством М. Т. Тарасенко [19]. Ряд способов размножения в настоящее время проходит техническое оформление и назван индустриальным.

3. *Питание.* Не будет преувеличением, если сказать, что производительность плодовых растений во многом зависит от поглотительной, синтезирующей, запасающей, распределительной и выделительной функций корней. На соотношение поступающих в корни веществ влияет несколько факторов: содержание их в почве, водно-воздушные и другие физические свойства почвы и способность самого растения поглощать из окружающей среды макро- и микроэлементы.

В связи с этим проблема питания плодовых культур — область изучения таких наук, как агрохимия, почвоведение, физиология и биохимия, земледелие, пловодство. Казалось бы многое уже изучено, но тем не менее некоторые направления данной проблемы требуют дальнейших исследований в связи с появлением новых удобрений применительно к отдельным плодовым породам.

4. *Факторы воздействия и приемы управления.* Очень богат арсенал факторов и приемов воздействия, используемых в пловодедстве и предлагаемых для управления протекающими в растениях процессами. Среди многочисленных факторов воздействия (химических, микробиологических, физических, механических) особое место занимают физические и механические факторы воздействия на корневую систему, так как они легче реализуются и позволяют избежать загрязнения окружающей среды. Наличие эффектов, свидетельствующих об универсальности реакции

растений на действие различных по своей природе факторов, приемов, побуждает исследователей проводить сравнительное их изучение с целью разработки соответствующих концепций и предложений по использованию тех или иных факторов и приемов воздействия в плодоводстве. Рассмотрим это на примере подрезки корней, поскольку многие агротехнические приемы связаны с ней.

### Методика

Рост, водообмен и минеральное питание растений при частичной подрезке корней изучали в вегетационных опытах в лаборатории искусственного климата и на кафедре применения изотопов и радиации в сельском хозяйстве Тимирязевской академии.

Объектами исследования были следующие подвои: сеянцы Антоновки обыкновенной, вегетативно размножаемые Алнарп 2 (А2) и Парадизка краснолистая (В-9). Растения выращивали в песчаной культуре на питательной смеси Кнопа с добавлением микроэлементов или смеси Уолесса [22]. Объем сосудов — 5 л. Полив проводили по массе ежедневно. Интенсивность освещения на уровне растений — 10—12 тыс. лк, длина дня — 16 ч, температура воздуха днем — 20—22 °С, ночью — 18 °С. Через месяц после высадки по биометрическим показателям подбирали 2 одинаковые группы, по 12—15 растений в каждой. Одна из групп служила контролем, в другой — у растений с двух сторон на расстоянии 5 см от штамба подрезали корни из расчета удаления 30—35 % корневой системы (в значительной мере это активные корни). В день резки, а также через 2 нед и 1 мес после нее измеряли массу и протяженность активных и проводящих кор-

ней. Для этого их отмывали в 3 сосудах каждого варианта. С момента подрезки корней в динамике изучали некоторые показатели водообмена растений: интенсивность транспирации у интактных растений при помощи гидродатчика конструкции А. П. Ваганова [2] и на срезанных листьях весовым методом Иванова; водоудерживающую способность — методом Арланда [1]; степень открытости устьиц — методом Молиша по инфильтрации спирта, бензола и ксилола; скорость и движущую силу плача — компенсационным методом [12]. Интенсивность фотосинтеза определяли на инфракрасном газоанализаторе ГИП-10. Повторность определений в опытах 3- и 6-кратная.

В вегетационных опытах по изучению минерального питания использовали метод меченых атомов (<sup>45</sup>Са, <sup>32</sup>Р). Через 2 нед, 1 и 2 мес после подрезки корни отмывали от песка, растения разделяли на листья, побеги (сформированные до подрезки и после), штамб, активные и проводящие корни; высушивали в термостате при температуре 105 °С. Озоление растительного материала и определение радиоактивности производили по практикуму [16, 21].

Полевые опыты с <sup>32</sup>Р проводились в 1978—1981 гг. Объектом исследования были яблоня сорта Лобо, привитая на сеянцы Аннса, и Антоновка на Антоновке с промежуточной вставкой В-9. Схема посадки 4,5×2 м. В мае на расстоянии 50 см от штамба на глубину 50 см у части растений подрезали корни с западной стороны дерева и под все растения внесли КН<sub>2</sub>Р<sub>04</sub> (по 100 мКи). С целью изучения последствий подрезки в последующие годы в июне вносили по 150 мКи <sup>32</sup>Р. Повторность 3-кратная. Определяли поступление <sup>32</sup>Р в листья побегов, кольчаток, плодушек, в околоплодники и семена с помощью

жидкостного синтеляционного спектрометра Марк II, счетчика Т-25-Борл и радиометра РПС-1-0,3Т. Все полученные данные обработаны статистически. В таблицах приведены среднеквадратические ошибки.

### Результаты

В вегетационном опыте ко времени подрезки (через месяц после высадки в лаборатории) подвой были хорошо развиты. Суммарный прирост составлял 25—40 см, площадь листьев — 35—40 дм<sup>2</sup>, общая протяженность корней — 7—9 м (половина из них активных). В день подрезки нагнетательная деятельность корневой системы, проявляющаяся в плаче декапированных растений,

снижалась. Скорость плача составляла 65—70 % к контролю (табл. 1). Изменялись также показатели движущей силы плача: компенсационное давление, останавливающее плач, осмотическое давление пасоки и активное давление корня. Компенсационное давление у всех подвоев после подрезки снижалось, но в меньшей степени, чем скорость плача. Осмотическое давление, наоборот, увеличивалось. Следовательно, ослабление плача было связано не с замедлением поступления веществ. Некоторое увеличение осмотического давления может быть объяснено уменьшением подачи воды и концентрированием пасоки. Общая подача осмотически активных веществ с пасокой снижалась. Пересчет по-

Таблица 1

Скорость и движущая сила плача в день подрезки (числитель) и месяц спустя (знаменатель)

Вариант	Скорость плача, 10 <sup>-1</sup> мл/ч	Интенсивность плача, 10 <sup>-1</sup> мл/ч	Давление, кПа			Доля активного давления в компенсационном, %
			компенсационное	осмотическое	активное	

#### Подвой — сеянцы Антоновки обыкновенной

Контроль	1,5	0,41	99,3	53,7	45,6	45,9
	2,2	0,42	117,4	49,6	67,8	57,7
Подрезка	1,0	0,48	85,2	57,7	27,5	32,2
	3,4	0,52	138,9	41,5	97,4	70,1

#### Подвой — Алларп 2

Контроль	1,9	0,56	97,2	56,7	40,5	41,7
	2,6	0,55	108,4	54,7	53,7	49,5
Подрезка	1,4	0,68	92,2	59,8	32,4	35,2
	3,5	0,52	125,6	42,5	83,1	66,2

#### Подвой — Парадизка краснолиственная

Контроль	1,2	0,37	89,1	47,6	41,5	46,6
	1,7	0,31	104,3	41,5	62,8	60,2
Подрезка	0,8	0,44	83,1	55,7	27,4	33,1
	2,6	0,30	110,4	38,5	71,9	65,1

дачи пасоки на единицу массы активных корней показал, что оставшиеся после подрезки корни работают более интенсивно, т. е. проявляется компенсаторный эффект. Интенсивность плача в варианте с подрезкой корней у Антоновки обыкновенной была выше, чем в контроле, на 17 %, у Алнарпа — на 21 %, у Парадизки краснолистной — на 19 %.

Ослабление нагнетательной деятельности корня сопровождалось изменениями показателей водного режима растения в целом. В литературе [7, 10, 11, 17] указывается, что в условиях интенсивной транспирации корневое давление существенно не влияет на движение воды по растению. Имеется мнение, что при совместной работе верхнего и нижнего двигателей водного тока парциальный вклад корневого давления в общий водный поток настолько мал, что им можно пренебречь. Однако, на наш взгляд, более правильным является представление о том, что корневую систему растений даже в условиях интенсивной транспирации следует рассматривать не как «фильтрационный барьер», а как важное звено замкнутой системы регулирования водного обмена, оказывающее управляющее воздействие на верхний двигатель путем изменения аперттуры устьичных щелей листа.

Это согласуется с предложенной В. Г. Кармановым и С. Н. Мелешенко [6] двухконтурной схемой управления важнейшими процессами жизнедеятельности, реализуемой в растении (рис. 1). Указанная схема предполагает не только энергозависимость корневого давления и как следствие опосредованную через поступление ассимилятов связь с фотосинтезом, но и корневое регулирование транспирации и фотосинтеза.

Активное давление, рассчитанное

на единицу массы корней, также возрастало. Быстрое его увеличение позволяет предположить, что активному давлению принадлежит ведущая роль в процессе приспособления корневой системы к снижению соотношения массы корневой системы и надземной части. Снижение корневого давления незамедлительно отразилось на надземной системе. Через 30 мин после подрезки корней устьица закрылись и оставались в закрытом или слабооткрытом состоянии в течение всего дня. Такая реакция растения хотя и привела к депрессии фотосинтеза, но вместе с тем предотвратила излишнюю потерю воды растениями, утратившими часть корневой системы. Через час после подрезки корней интенсивность транспирации у Антоновки обыкновенной составила 65 %, у Алнарпа — 52 % к контролю (рис. 2). В последующие дни ход

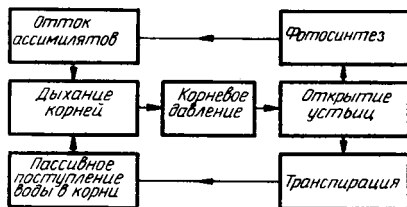


Рис. 1. Схема взаимосвязи водообмена, фотосинтеза (в листьях) и дыхания (в корнях) [6].

Рис. 2. Изменение интенсивности транспирации под влиянием частичной подрезки корней.

1 — Антоновка обыкновенная; 2 — Алнарп 2.

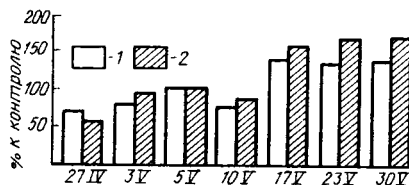


Таблица 2

Интенсивность транспирации и водоудерживающая способность яблоны через 2 нед (числитель) и через месяц (знаменатель) после подрезки корней

Подвой	Интенсивность транспирации, мг/г·ч		Водоотдача за 30 мин, % к исходной массе	
	контроль	подрезка	контроль	подрезка
Антоновка	352,4	246,1	9,6	7,2
	331,2	420,4	9,2	9,0
Алнарп 2	304,5	231,0	7,9	6,0
	286,0	429,1	8,1	8,2
Парадизка	224,5	176,3	8,1	6,7
	212,1	281,6	6,9	6,7

устычных движений в обеих группах был одинаковым, что обеспечило нормальный газообмен, необходимый для фотосинтеза. Так, через 2 нед интенсивность фотосинтеза составляла уже у сеянцев Антоновки 97 %, а у Алнарпа 2 — 110 % к контролю. Вместе с тем интенсивность транспирации в течение 2 нед в опытном варианте оказалась более низкой и составила 70—78 % к контролю (рис. 2, табл. 2).

Снижение транспирации в этот период достигалось, по-видимому, не за счет движения устьиц, а благодаря увеличению коллоидного и осмотического связывания воды в ткани. Об этом свидетельствует уровень водоудерживающей способности растительных тканей. Потеря воды срезанными растениями за 30-

Таблица 3

Рост корневой системы и надземной части подвоев яблоны через 2 нед (числитель) и месяц (знаменатель) после подрезки

Вариант	Высота растений, см	Суммарный прирост, см	Площадь листьев, дм <sup>2</sup>	Диаметр штамба, мм	Протяженность корней, м		
					активных	проводящих	общая
<i>Антоновка</i>							
Контроль	53,0	89,0	39,09	7,61	13,26	6,83	20,09
	65,0	97,0	118,89	9,26	37,75	7,25	45,00
Подрезка	59,0	61,0	41,82	6,31	17,13	3,56	20,69
	73,0	89,5	105,56	7,17	80,46	4,66	85,12
<i>Алнарп 2</i>							
Контроль	49,0	81,8	39,2	7,05	18,03	6,84	24,87
	64,2	96,7	42,3	8,28	27,68	8,96	36,63
Подрезка	50,0	84,8	43,57	6,96	18,11	4,72	22,83
	62,8	99,3	55,0	7,92	60,50	6,79	67,29
<i>Парадизка</i>							
Контроль	38,2	55,1	29,52	7,13	9,54	4,25	13,79
	50,6	62,1	43,05	7,80	13,46	4,71	18,17
Подрезка	39,1	45,5	36,40	7,12	9,38	2,52	11,90
	52,4	51,3	52,84	8,32	18,44	2,91	21,35

минутный интервал составляла 75—80 % к контролю. Такое адаптационное увеличение водоудерживающей способности можно рассматривать как результат саморегуляции путем перестройки структур, определяющих возможность активной жизнедеятельности растения в условиях снижения корнеобеспечения надземной системы [15]. Подобное явление наблюдается в условиях водного дефицита у устойчивых к засухе растений [5]. Таким образом, взаимосвязь водообмена, фотосинтеза и дыхания (в корнях), охватывающая по существу весь организм растения, функционирует как самонастраивающаяся система.

Регенерация корневой системы в 1-ю нед после подрезки происходит за счет временного торможения роста надземной части. Особенно существенно сократился суммарный ее прирост у Антоновки обыкновенной (табл. 3). Суммарная протяженность корневой системы через 2 нед после подрезки у Антоновки обыкновенной достигла уровня контроля, у Алнарпа 2 и Парадизки краснолистной была немного меньше. У всех подвоев значительно возросла доля активных корней. К этому времени появились значительное количество новых корней и наблюдалось ветвление вблизи места подрезки. По мощности развития надземной системы вариант с подрезкой корней лишь незначительно уступал, а по площади листьев — превосходил контроль.

Через месяц после подрезки протяженность корней примерно вдвое превосходила контроль. Особенно мощным развитием отличались корни сеянцев Антоновки обыкновенной.

Регенерация и омоложение корневой системы обеспечили ее повышенную функциональную активность. Скорость плача в варианте с подрезкой корней у Антоновки

составляла 154 %, Алнарпа 2 — 135, у Парадизки краснолистной — 153 % к контролю. При этом увеличилось как компенсационное, так и активное давление, его доля в компенсационном давлении у растений с подрезанной корневой системой была выше, чем в контроле, и достигла 65—70 % (табл. 1). Улучшение водообеспеченности надземной части привело к увеличению интенсивности транспирации и выравниванию водоудерживающей способности тканей в опытных и контрольных вариантах.

Обобщение многолетних данных опытов показало, что суммарный прирост надземной части растений в значительной степени зависит от доли удаляемых корней (по их длине) и их регенерации. Так, у Антоновки обыкновенной при удалении 30—35 % корней суммарный прирост надземной системы через месяц составил 105 % к контролю, при удалении 40 и 47 % корней наблюдалось торможение ростовых процессов в надземной части (суммарный прирост соответственно 80 % и 50,1 % к контролю). У Алнарпа 2 и Парадизки краснолистной доля возможного удаления корней была выше. У них подрезка 40—45 % корней давала устойчивый положительный эффект — протяженность корней через месяц вдвое превосходила контроль, прирост надземной части составлял 110—120 % к контролю, и лишь при удалении 49 % корней прирост надземной части снижался до 69 % к контролю. Поэтому надежным верхним пределом возможного удаления корней у сеянцевого подвоя можно считать 30 %, у вегетативно размножаемых подвоев — 40 %. Определение порогового предела, т. е. такой общей длины удаляемых корней, при которой не происходит значительного торможения роста надземной части, позволяет планировать способы

Поглощение  $^{32}\text{P}$  ( $\times 10^3$  имп/с·г) яблоней в полевых опытах

Органы растения	Лобо		Антоновка	
	контроль	подрезка	контроль	подрезка
Листья побегов	5,9±0,3	10,5±1,1	33,8±0,4	129,4±11,0
Листья кольчаток	2,8±0,1	3,7±0,1	10,6±0,5	40,1±4,3
Листья плодушек	3,0±0,1	3,9±0,1	5,3±0,5	30,9±2,6
Околоплодник	3,0±0,2	3,4±0,1	2,9±0,3	38,6±5,0
Семена	9,8±0,1	17,9±0,4	9,6±1,4	234,2±29,0

проведения обработки почв в междурядьях сада.

Вегетационные опыты с использованием метода меченых атомов подтвердили положительный эффект удаления корней в пороговых пределах. Через месяц после подрезки корней поглощение кальция и фосфора корнями повышалось и было большим у сеянцев Антоновки обыкновенной, чем у вегетативно размножаемых подвоев. Так, в 1979 г. у Парадизки краснолистной оно составляло для  $^{45}\text{Ca}$   $330 \times 10^3$  имп/100 с,  $^{32}\text{P}$  —  $170 \cdot 10^3$  имп/100 с, а у Антоновки —  $730 \times 10^3$  и  $460 \times 10^3$ . Распределение этих элементов у них независимо от подрезки также было неодинаковым. В корнях Антоновки семенного происхождения содержалось 80 %  $^{45}\text{Ca}$  и 67 %  $^{35}\text{P}$ , у вегетативно размножаемой Парадизки краснолистной — 52 и 46 %.

В полевых условиях, как и в вегетационных опытах, подрезка корней яблони стимулировала поглощение фосфора (табл. 4).

У сорта Лобо (подвой — сеянец Аниса) в листьях кольчаток и плодушек содержание  $^{32}\text{P}$  увеличилось на 30 %, а в листьях побегов и семенах — почти в 2 раза. У сорта Антоновка на Антоновке с промежуточной вставкой карликового подвоя Парадизки краснолистной к моменту созревания плодов содержание  $^{32}\text{P}$  в семенах в варианте с подрезкой корней было почти в 25 раз

выше, чем в контроле, а в остальных исследуемых органах — в 4—10 раз. Полученные данные позволяют отметить, что поглощение  $^{32}\text{P}$  может служить оценочным признаком активности корней.

В опытных вариантах количество кольчаток увеличивалось в 2 раза. У Антоновки с промежуточной вставкой Парадизки краснолистной это происходило за счет снижения суммарного прироста ростовых побегов.

Как показали производственные испытания, частичная подрезка корней в сочетании с обработкой почвы и внесением органоминеральных удобрений способствовала повышению урожайности на 20—30 %, а частичная подрезка корней яблони на 2-м и 3-м полях питомника индуцировала цветение и плодоношение уже у 2-3-летних саженцев [13, 14].

Таким образом, обзор литературных данных и результаты проведенных нами вегетационных и полевого опыта показывают, что корневую систему плодовых растений следует рассматривать как существенное звено замкнутой системы регулирования водного обмена. Взаимосвязь водообмена, фотосинтеза и дыхания (в корнях) представляет собой самонастраивающуюся систему.

Частичная подрезка корней как прием, направленный на стимулирование жизнедеятельности растений, приводит к усилению поглощения



элементов питания из почвы, изменению структуры кроны дерева и увеличению числа плодоносных обростающих веточек.

#### Литература

1. Арланд А. Использование физиологических показателей в сельском хозяйстве.— Физиология растений, 1960, т. 7, вып. 2, с. 160—168.— 2. Ваганов А. П., Лясковский Г. М., Романов А. А. Об определении транспирации при помощи сорбционных гидродатчиков.— Тр. Харьков. с.-х. ин-та, 1972, т. 176, с. 20—29.— 3. Груздев Г. И. Выбор местоположения и почвы под сад.— М.: Сельхозгиз, 1956.— 4. Груздев Г. И., Пильщиков Ф. Н. Характер распространения корневой системы яблони на лесостепных и дерново-подзолистых почвах.— Докл. ТСХА, 1966, вып. 125, с. 17—21.— 5. Гриненко В. В. Регуляция водного обмена, определяющая приспособление растений к среде.— В сб.: Водобмен растений при неблагоприятных условиях среды.— Кишинев: Штиинца, 1975, с. 50—56.— 6. Карманов В. Г., Мелещенко С. Н. Регулирование по замкнутому кругу в системе водного обмена растения.— В сб.: Состояние воды и водный обмен у культурных растений.— М.: Наука, 1971, с. 77—84.— 7. Козловский Т. Т. Водный обмен растений.— М.: Колос, 1968.— 8. Колесников В. А. Размеры и размещение корневой системы в зависимости от различных факторов.— Изв. ТСХА, 1963, вып. 2, с. 85—99.— 9. Колесников В. А. Корневая система плодовых и ягодных растений.— М.: Колос, 1974.— 10. Крафтс А., Карриер Х., Стокинг К. Вода и ее значение в жизни растений.— М.: ИЛ, 1951.— 11. Курсанов А. Л. Транспорт ассимилятов в растениях.— М.: Наука, 1976.—

12. Можаяева Л. В., Пильщикова Н. В. О движущей силе плача растений.— Физиол. раст., 1979, т. 26, вып. 5, с. 994—999.— 13. Пильщиков Ф. Н., Мазель Ю. Я. Влияние частичной подрезки корней на рост и плодоношение яблони и поглощение ею фосфора.— Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 103—110.— 14. Пильщиков Ф. Н., Мазель Ю. Я. Рост яблони и поступление меченых фосфора и кальция в растения при частичной подрезке корней.— Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 121—131.— 15. Пильщиков Ф. Н., Пильщикова Н. В. Адаптационные возможности и продуктивность яблони при частичной подрезке корней.— Матер. IV республик. конфер. физиологов и биохимиков Молдавии. «Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности и устойчивости растений».— Кишинев: Штиинца, 1986, с. 131—132.— 16. Практикум по применению изотопов и излучений в сельском хозяйстве / Под ред. В. В. Рачинского. Вып. VI.— М.: ТСХА, 1960.— 17. Слейчер Р. Водный режим растений.— М.: Мир, 1970.— 18. Степанов С. Н. Развитие идей П. Г. Шитта в работе ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина.— Сб. науч. тр. ТСХА. М., 1977, с. 65—69.— 19. Тарасенко М. Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур. М.: Изд-во МСХА, 1991.— 20. Трусевич Г. В. Интенсивное садоводство.— М.: Россельхозиздат, 1978.— 21. Фурман А. О. Практикум по применению изотопов и излучений в сельском хозяйстве. Вып. II. Радиометрия, ч. 2-я.— М.: ТСХА, 1973.— 22. Хьюитт Э. Песчаные и водные культуры в изучении питания растений.— М.: ИЛ, 1960.

Статья поступила 6 мая 1991 г.

#### SUMMARY

The results of investigations of root system are summarized. The latter is considered to be an important element in the closed system of water exchange regulation.