

УДК 631.674.5

UDC 631.674.5

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДКРОНОВОГО МИКРО-ОРОШЕНИЯ САДОВЫХ КУЛЬТУР С УЧЁТОМ ФОРМИРОВАНИЯ ИХ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ

TECHNOLOGY OF UNDERCROWN MICRO-IRRIGATION OF HORTICULTURAL CROPS TAKING INTO ACCOUNT THE FORMATION OF THEIR THE ROOT SYSTEM AND CONTOUR MOISTURE

Ольгаренко Владимир Иванович
д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН,
заслуженный деятель науки РФ

Olgarenko Vladimir Ivanovich
Doctor of Technical sciences, correspondent member
of RAN, honored scientist

Ольгаренко Игорь Владимирович
д.т.н., доцент
*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
Донского государственного аграрного универ-
ситета, г. Новочеркасск, Россия*

Olgarenko Igor Vladimirovich
Doctor of Technical sciences, associate professor
*Novocherkassk Reclamation Engineering Institute of
Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk,
Russia*

Ольгаренко Геннадий Владимирович
д.с.- х.н., профессор, директор

Olgarenko Gennady Vladimirovich
Doctor of Technical sciences, professor, director

Мищенко Николай Андреевич
к.т.н. заведующий отделом сельскохозяйственного
водоснабжения
*Всероссийский научно-исследовательский институт
систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга",
г. Коломна, Россия*

Mishchenko Nikolay Andreevich
Candidate of Technical sciences, head of the Depart-
ment of agricultural water supply
*All-Russian Research Institute of Irrigation Systems
and Agricultural Water-Supply, Kolomna, Russia*

В статье рассматриваются новые технические реше-
ния и технология подкоронового микроорошения са-
довых культур, с учётом формирования их корневой
системы и контура увлажнения

The article discusses the new technical solutions and
the technology of undercrown micro-irrigation of hor-
ticultural crops, taking into account the formation of
their root system and circuit humidification

Ключевые слова: ПОДКРОНОВОЕ МИКРООРО-
ШЕНИЕ, КОНТУР УВЛАЖНЕНИЯ, ТЕХНОЛО-
ГИЯ, МИКРОДОЖДЕВАНИЕ

Keywords: UNDERCROWN MICRO IRRIGATION,
CONTOUR MOISTURE, IRRIGATION TECH-
NOLOGY, MICRO SPRINKLER IRRIGATION

Развитие корневой системы в почвенном горизонте для плодовых растений является областью высоких научных и практических интересов, изучение которых позволит оптимизировать технологии орошения и фертигации. Корневая система многолетних насаждений имеет вертикальные и горизонтальные корни. В условиях средней полосы вертикальные корни яблони уходят на глубину до 4 м и более, у груши, вишни, сливы - только до 2 м. Этим объясняется высокая зимостойкость яблони по сравнению с другими культурами. Такое глубокое расположение корневой системы плодовых культур обусловлено отсутствием влаги в верхнем слое почвы в условиях засушливого климата, при орошении корневая система имеет другой характер развития. Так, на орошаемых землях в Московской обла-

сти заглубленность основной массы корней по протяженности и по массе находится в поверхностных горизонтах почвы от 0,4 до 0,6 м, которые лучше прогреваются и где наиболее активна жизнь микроорганизмов. В аридной зоне развитие корневой системы садовых культур имеет другую закономерность – основная масса корней залегает в более глубоких горизонтах почвы в среднем в 1,2-1,3 раза больше чем на богаре. [1] Высокое расположение грунтовых вод и наличие плотных прослоек почвы уменьшают объём используемой растением почвы, что влечёт за собой снижение зимостойкости плодовых культур, а также препятствуют свободному распространению корней. Изучение закономерностей формирования корневой системы яблони, выращиваемой на клоновых подвоях серии "Моллинг", проведено В. И. Будаговским [2], по подвоям селекции которого аналогичные исследования выполнены Ю. В. Крысановым. В результате проведённых исследований авторы установили, что горизонтальные корни имеют первостепенное значение в почвенном питании плодовых культур и располагаются в поверхностных слоях почвы. В нижележащих, бедных питательными веществами горизонтах, количество корней резко уменьшается. У карликовых культур основная масса корней залегает в верхней части почвенного горизонта, в отличие сильнорослых растений. Кроме этого, в научных работах В. А. Потапова [3] отмечено, что в вышеуказанных слоях почвы особенно активна и жизнедеятельность микроорганизмов, что также способствует накоплению основных питательных веществ.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах основная масса активных корней плодовых насаждений и кустарников размещается в гумусовом горизонте, то есть на глубине до 25 см.

Влияние насыщенности почвы влагой на рост корневой системы плодовых насаждений сказывается в различной степени. Так, в опытах Д. П. Семаша при орошении, обеспечивающем увлажнение почвы не только в поверхностных слоях, но и в подпочвенных горизонтах, наблюда-

лось более глубокое проникновение корневой системы яблони. При высокой поливной норме (в летне-осенний период поливали через каждые 10-15 дней), когда полевая влагоёмкость постоянно поддерживалась в пределах 80-100%, корни толщиной до 1 мм и мочковатые корешки составляли 80% от общей массы корневой системы; при уменьшении количества поливов в два раза таких корней было всего (50...60)%. Причём, у деревьев яблони, привитой на сеянцах лесной яблони, количество мочковатых корешков при более высокой норме полива было в 2,5 раза и привитой на Дусен III – в 2 раза больше, чем у деревьев таких же подвойно-привойных комбинаций при вдвое меньшей норме полива. В опыте с поливом сада на фоне черного пара, обеспечивающим 70-80% полевой влагоёмкости, рост корней абрикоса в годовом цикле протекал волнообразно. Питание плодового дерева весной происходило преимущественно за счёт накопленных питательных веществ и в какой-то мере за счёт работы листьев и корней. Если летом условия для роста корней будут неблагоприятными, то плодвое дерево не сможет восполнить потери питательных веществ, и тем более накопить их к осени и поэтому в зимних условиях может подмерзнуть или прекратить свой жизненный цикл [4].

Полив завышенными нормами, затопления садов паводками, высокий уровень грунтовых вод, могут вызывать снижение и прекращение роста корней, а иногда и гибель их от вымокания. В работах Ф. Кобеля по этому поводу отмечено, что избыток воды в почве столь же вреден, как и её недостаток. Причем, решающим при избыточном увлажнении является не излишняя вода как таковая, а связанное с её избытком вытеснение кислорода из почвы. Корни могут погибать и в случаях прекращения орошения на участках, прежде постоянно орошаемых, а также на участках, оставленных на зиму в иссушенном состоянии, вызывающем обезвоживание корней. При иссушении почвы до глубины 60-80 см страдают в большей степени сады с неглубоким залеганием корневой системы и в меньшей

– с глубоким. Даже на постоянно поливавшихся ранее участках прекращение орошения только на одно лето ведет к суховершинности деревьев. При понижении влажности почвы до (16-17)% от наименьшей влагоёмкости и повышении её температуры до 24 °С прекращается рост активных (всасывающих) корней. Влажность почвы оказывает, таким образом, существенное влияние на формирование и развитие корневой системы, а следовательно, на рост и плодоношение садовых культур [5].

Распределение корней в процентах по горизонтам почвы и показатели развития кроны и корневой системы многолетних насаждений, предложенные А.И. Касьяненко [6], приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели развития кроны и корневой системы плодовых деревьев на различных подвоях (по данным А. И. Касьяненко)

Показатель	Подвой				
	Парадизка Будаговского	Бу-сеянцы лесной яблони	Дусен III	Гибрид 13-14	
Высота дерева, м	2,6	4,0	2,9	4,4	
Диаметр кроны, м	1,8	4,1	3,6	4,5	
Диаметр корневой системы, м	6,0	9,9	8,4	10,2	
Отношение диаметра корневой системы к диаметру кроны	3,4	2,4	2,3	2,3	
Глубина проникновения корней	3,2	4,2	3,8	4,2	
Отношение глубины корневой системы к высоте дерева	1,2	1,05	1,3	0,95	
Процент распределения корней по горизонтам почвы.					
Горизонты почвы, см.	0–60	51,1	45,4	37,0	40,3
	60–100	11,2	15,3	20,5	23,3
	0–100	62,3	59,7	57,5	63,6
	100–200	29,1	19,5	22,8	20,0
	200–300	8,4	11,7	16,3	13,6
	Глубже 300	0,2	9,1	3,4	2,8

На формирование корневой системы многолетних насаждений существенное влияние оказывают следующие факторы: сорт, вид подвоя и привоя, возраст насаждений, а также тип почвенного покрова. Тип почв напрямую влияет на движение почвенной влаги доступной для питания растений, что в комплексе способствует характерному развитию корней.

Анализ данных показывает, что в среднем основная масса корневой системы плодовых деревьев формируется в метровом слое почвы и составляет 61,1 % от общего количества корней [6].

В Московской области основная масса корней горизонтального направления расположена у яблони на глубине до 75 см, груши – до 50 см, вишни – до 40 см, сливы до – 30 см. По результатам исследований, проведенных В.А. Колесниковым [7] установлено, что в садах Московской области яблони 7-летнего возраста имеют корневую систему, разрастающуюся в стороны по диаметру на 3,5м; 14-летних – на 5м; на 20-летних посадках корни заполняют всё междурядье и выходят в другое междурядье на 0,5 м (рисунок 1).

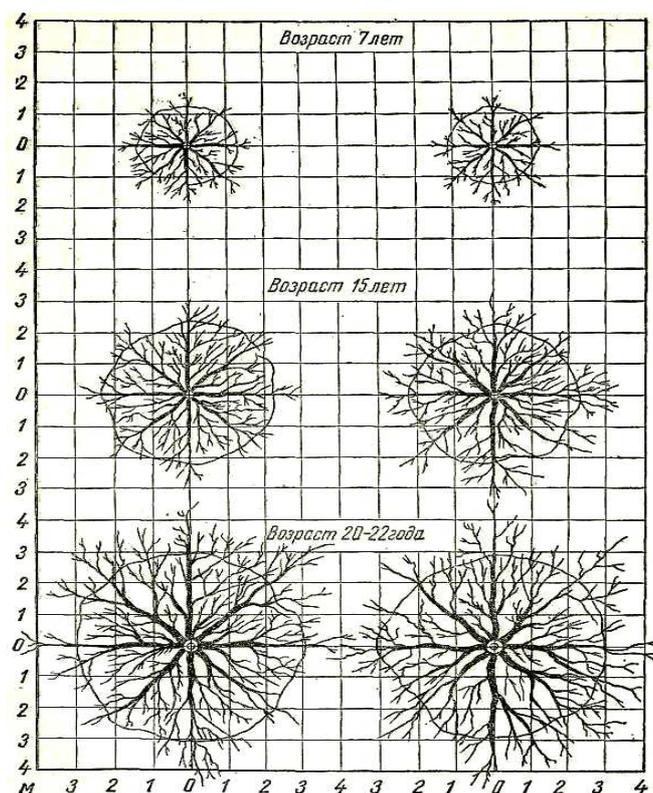


Рисунок 1 – Соотношение крон и корневых систем яблони в зависимости от возраста (сорт – Антоновка обыкновенная, подвой – сеянцы Аниса серого, горизонтальный разрез; по данным В. А. Колесникова).

В то же время даже к 20-22 годам разные сорта яблони сохраняют свободное пространство от 1 до 3 м между кронами деревьев соседних рядов [7].

Анализ информационно аналитических исследований показывает, что орошение оказывает существенное влияние на развитие и форму корневой системы плодовых деревьев. Так, при капельном поливе корневая система дерева развивается односторонне, в сторону расположения капельницы. Тем самым появляется угроза устойчивости дерева при сильном ветре в летний период и понижение зимостойкости в зимнее время. Для исключения вышеуказанных отрицательных воздействий поливов необходимо обеспечить равномерность распределения влаги по всему контуру активного увлажнения растений. Поверхностные поливы и дождевание также имеют общеизвестные недостатки, способствующие развитию негативных процессов на орошаемых землях и отрицательно влияющие на физиологию развития растений.

Для небольших по площади орошаемых участков, в том числе мелкоконтурных, наиболее рациональным способом является подкрановое микроорошение культур, которое имеет ряд технологических преимуществ по сравнению с существующими и обеспечивает рациональное и экономное использование водных, энергетических и трудовых ресурсов; нормальный микроклимат подкрановой части садовых культур в термически напряжённые климатические периоды, что обеспечивает продолжительность их жизненного цикла; высокую эффективность возделывания, улучшение социально-экономических условий сельского населения, соблюдение требований охраны окружающей природной среды. Кроме этого, важное значение имеет возможность дифференцированного управления влажностью расчётного слоя почвы в зависимости от фаз развития культур и фактических гидрометеопараметров конкретного вегетационного периода года соответствующей водообеспеченности. Так, снижение влажности почвы по

сравнению с расчётной в фазу цветения садовых культур способствует увеличению процента продуктивной завязи, а создание более напряжённого водного режима в период формирования и созревания плодовых почек - увеличению количества генеративных почек. Такая дифференциация режима орошения садовых культур обеспечивает не только повышение их урожайности, но и качества получаемой продукции.

Эффективность и экологизация подкоронового микроорошения увеличивается за счёт разработки новых технических решений, обеспечивающих обоснование и реализацию новых технологий орошения. В развитии данной научной концепции разработан новый ирригационный комплект для подкоронового микроорошения садов, плодово-ягодных насаждений и питомников с двумя модификациями водовыпусков на кольцевых незамкнутых отводах: первая – с десятью отверстиями диаметром 3мм каждое; вторая – с тремя дефлекторными насадками секторного действия.

На рисунке 2 приведён новый модульный комплект оборудования для подкоронового микроорошения садов, включающий насосную станцию, которая устанавливается на любом имеющемся источнике орошения; сборно-разборный (или стационарный) распределительный трубопровод из полиэтиленовых труб диаметром 90 мм, 110 мм, 160 мм в зависимости от площади орошения; модуль для подкоронового микроорошения садовых культур, включающий поливные трубопроводы и шлейфы для подсоединения кольцевых незамкнутых отводов. Отличительной особенностью модульного комплекса является работа при низких величинах давления в кольцевых незамкнутых отводах, которые колеблются от 0,05 до 0,01 МПа; в шлейфах – 0,15 Мпа; в начале модуля – 0,2 Мпа; расход одного модуля – 6,72 л/с; шлейфа – 3,36 л/с; незамкнутого кольцевого отвода – 0,42 л/с, что указывает на малоинтенсивное и эффективное орошение под кронами деревьев [8, 9].

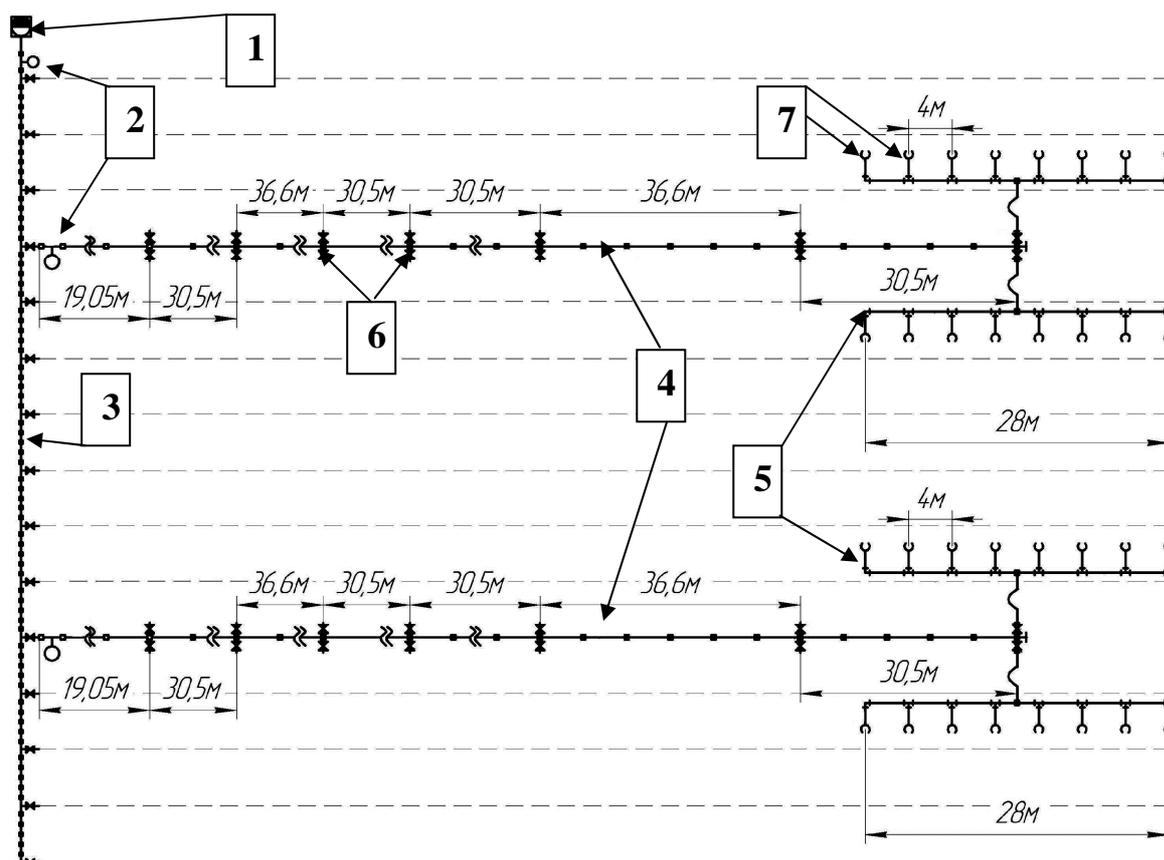


Рисунок 2 – Модульный комплект оборудования для подкромового микроорошения садовых культур.

1- насосная станция; 2- манометры; 3- распределительный трубопровод, диаметр 90мм.; 4- поливной трубопровод, диаметр 75мм.; 5- поливные шлейфы, диаметр 32мм.; 6- узел подключения поливных шлейфов; 7- кольцевые незамкнутые водовыпуски;

По результатам анализа различных схем посадки садовых культур и технологий их возделывания были разработаны конструктивно-компоновочные схемы ирригационного комплектов с различными типами водовыпускных колец и компоновкой быстроразборных трубопроводов: для полива виноградников с частотой посадки кустов – 0,75 м; для полива сада со схемой посадки деревьев (5 x 4) м и схемой посадки (6 x 4) м; для полива на участке с комбинированной посадкой «яблоневый сад – виноградник – косточковый сад» . Разработанные конструктивно-

компановочные схемы комплекта позволяют расширить его применимость при различных условиях возделывания садовых культур.

Опытно-производственные исследования эффективности работы мобильного ирригационного комплекса для подкранового микроорошения садовых культур, проведённые на экспериментальных участках ФГУП АПК «Непецино» Московской области, включали опыты по определению рациональных контуров увлажнения яблоневого сада на среднесуглинистых почвах. Исследовали два варианта исполнения кольцевого водовыпуска: первый – для кольца с десятью отверстиями диаметром 3 мм с равным расположением их по периметру кольца – мелкоструйчатый поверхностный полив); второй – для водовыпуска с тремя дефлекторными насадками секторного действия, с углом сектора орошения 180° – подкрановое микродождевание (рисунок 3).

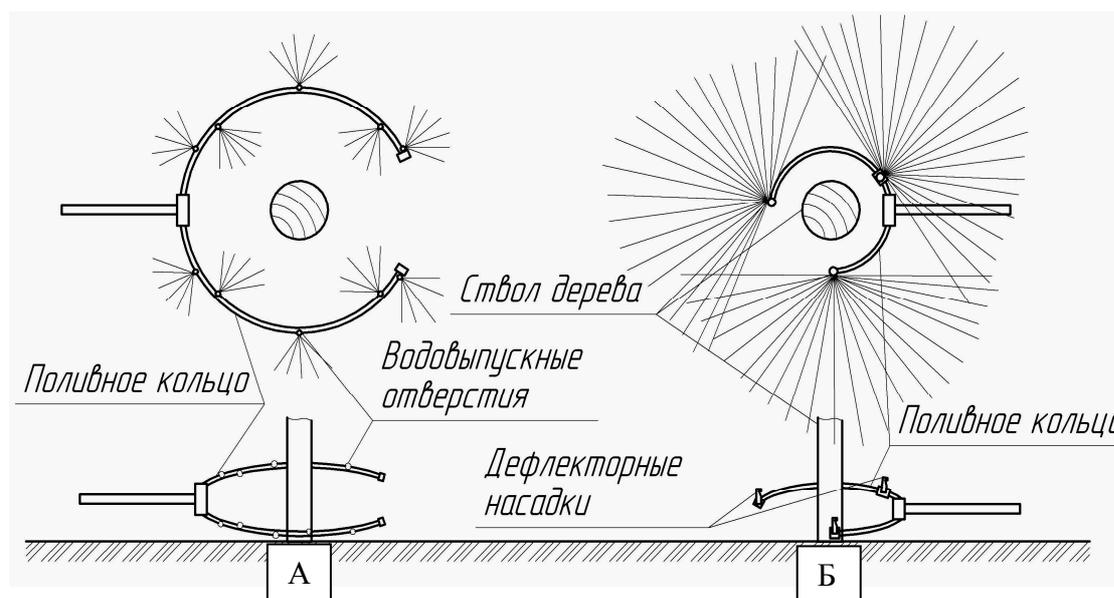


Рисунок 3 – Влияние конструкции кольцевых водовыпусков на формирование контура увлажнения.

А- кольцевой водовыпуск для мелкоструйчатого полива;

Б- кольцевой водовыпуск для микродождевания;

В результате проведённых экспериментов установлены объёмы контуров увлажнения почвы для водовыпусков мелкоструйчатого поверх-

ностного полива и водовыпусков с тремя дефлекторными насадками с сектором орошения 180° , составляющие соответственно $0,31 \text{ м}^3$ и $7,0 \text{ м}^3$ (средние значения по трём повторностям). Полученные фактические значения были меньше величин, определенных по расчётным зависимостям, соответственно, на 13,8 % и 14,8 %.

Установленные закономерности динамики нарастания и формирования контура увлажнения почвы при орошении садовых культур позволили теоретически обосновать диаметры кольцевых водовыпусков, необходимые для формирования оптимальных контуров увлажнения, которые составили для проведения мелкоструйчатого полива – 0,98 м; для микродождевания с тремя дефлекторными насадками – 0,4 м.

Проведённые исследования и опытно-производственные испытания разработанных ирригационных комплектов подкранового микроорошения садовых культур с учётом формирования их корневой системы и контура увлажнения почвы, позволили обосновать наиболее эффективный способ – микродождевания и установить его основные преимущества по сравнению с существующими способами полива:

– обеспечение ресурсосберегающей и экологически безопасной технологии орошения за счёт поддержания в расчётном слое почвы оптимальной влажности для роста и развития растений, сохраняющей структуру и водопрочность почвенных агрегатов и плодородие почвы; отсутствие процесса лужеобразования, поверхностного стока и ирригационной эрозии; исключает переувлажнение почвы и глубинные сбросы оросительной воды за пределы зоны аэрации, являющейся причиной пополнения и подъёма уровня грунтовых вод, засоления и заболачивания земель;

– наличием небольших напоров и экологически допустимой интенсивности искусственного дождя; мобильностью, универсальностью, надёжностью и простотой в эксплуатации; низкой стоимостью;

– эффективностью технологий внесения удобрений совместно с поливной водой, предусматривающей дифференцированное внесение необходимых видов удобрений под каждое дерево как по количеству, так и составу удобрений;

– отсутствием условий для заболевания коры деревьев и поражения плодов, что обеспечивается технологией полива, не допускающей взаимодействия оросительной воды со стволами деревьев и их плодами;

– опытно-производственными испытаниями ирригационных комплектов, которые показали высокие их технико-экономические показатели и эффективность применения для различных почвенно-климатических зон орошения и особенно на мелкоконтурных участках и в том числе с большим уклоном их поверхности.

Литература

1. Шкура, В.Н. Геометрия корневых систем яблони: монография / В.Н. Шкура, Д.Л. Обумахов, Е.Н. Лунева; под ред. Шкуры В.Н. - Новочеркасск: "Лик", 2013. – 124 с.
2. Будаговский, В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев / В.И. Будаговский. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
3. Потапов, В.А. Плодоводство. Учебник для ВУЗов / В.А. Потапов, В.В. Фаустов, Ф.Н. Пильщиков, В.Ю. Крысанов и др.: Под ред. В.А. Потапова, Ф.Н. Пильщикова. – М.: Колос, 2000. – 60-68 С.
4. Семаш, Д.П., Водный режим почвогрунтов и его регулирование при капельном орошении садов / Д. П. Семаш, Н. Н. Муромцев, М. И. Ромащенко. – Киев: Знание, 1980. – 12 с.
5. Кобель, Ф. Плодоводство на физиологической основе. — 2-е изд. / Ф. Кобель // Пер. с нем. В.А. Рыбина, – М.: Госиздат с.-х. лит., 1957.-375 с.
6. Касьяненко, А.И. Корневая система подвоев плодовых деревьев / А.И. Касьяненко. – Киев: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1963. – 420 с.
7. Колесников, В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений / В.А. Колесников. – М.: Колос, 1974. – 509 с
8. Ольгаренко, В.И. Ресурсосберегающее микроорошение садов. [Электронный ресурс] / В.И. Ольгаренко, Н.А. Мищенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. издание / Росс. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014, № 1 (13). – 13с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/>
9. Ольгаренко, Г.В. Сборно-разборный полиэтиленовый трубопровод для дождевальных комплектов / Г.В. Ольгаренко, А.В. Муравьев, А.А. Алдошкин, Н.А. Мищенко // Решение о выдаче патента на изобретение. Заявка № 2012150771/13(081103) от 28.11.2012.
10. Понамарев, А. Г. Ирригационный комплект для подкоронового орошения са-

дов: патент на полезную модель Рос. Федерации: МКП А01G 25/09, / Понамарев А.Г., Мищенко Н.А, Алдошкин А.А.; Заявитель и патентообладатель ВНИИ "Радуга" - №112596; Заяв. 23.12.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.

References

1. Shkura, V.N. Geometrija kornevnyh sistem jabloni: monografija / V.N. Shkura, D.L. Obumahov, E.N. Luneva; pod red. Shkury V.N. - Novocherkassk: "Lik", 2013. – 124 s.
2. Budagovskij, V.I. Kul'tura slaboroslyh plodovyh derev'ev / V.I. Budagov-skij. – M.: Kolos, 1976. – 304 s.
3. Potapov, V.A. Plodovodstvo. Uchebnik dlja VUZov / V.A. Potapov, V.V. Fau-stov, F.N. Pil'shhikov, V.Ju. Krysanov i dr.: Pod .red. V.A. Potapova, F.N. Pil'shhi-kova. – M.: Kolos, 2000. – 60-68 S.
4. Semash, D.P., Vodnyj rezhim pochvogruntov i ego regulirovanie pri kapel'-nom oroshenii sadov / D. P. Semash, N. N. Muromcev, M. I. Romashhenko. – Kiev: Zna-nie, 1980. – 12 s.
5. Kobel', F. Plodovodstvo na fiziologicheskoy osnove. — 2-e izd. / F. Kobel' // Per. s nem. V.A. Rybina, – M.: Gosizdat s.-h. lit., 1957.-375 s.
6. Kas'janenko, A.I. Kornevaja sistema podvoev plodovyh derev'ev / A.I. Kas'ja-nenko. – Kiev: SEL"HOZGIZ, 1963. – 420 s.
7. Kolesnikov, V.A. Kornevaja sistema plodovyh i jagodnyh rastenij / V.A. Ko-lesnikov. – M.: Kolos, 1974. – 509 s
8. Ol'garenko, V.I. Resursosberegajushhee mikrooroshenie sadov. [Jelektronnyj resurs] / V.I. Ol'garenko, N.A. Mishhenko // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII pro-blem melioracii: jelektron. pereodich. izdanie / Ross. nauch.-issled. in-t problem me-lioracii. – Jel-ektron. zhurn. – Novocherkassk: RosNIIPM, 2014, № 1 (13). – 13s. – Re-zhim dostupa: <http://www.rosniipm-sm.ru/>
9. Ol'garenko, G.V. Sborny razbornyj polijetilenovyj truboprovod dlja dozhdje-val'nyh komplektov / G.V. Ol'garenko, A.V. Murav'ev, A.A. Aldoshkin, N.A. Mishhenko // Reshenie o vydache patenta na izobrenie. Zajavka № 2012150771/13(081103) ot 28.11.2012.
10. Ponomarev, A. G. Irrigacionnyj komplekt dlja podkronovogo oroshenija sa-dov: patent na poleznuju model' Ros. Federacii: МКП А01G 25/09, / Ponomarev A.G., Mishhenko N.A, Aldoshkin A.A.; Zajavitel' i patentoobladatel' VNII "Raduga" - №112596; Zajav. 23.12.2010; opubl. 20.01.2012, Bjul. №2.