УДК 634.22:631.4:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-172-187

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ РАСТЕНИЙ СЛИВЫ НА ПОДВОЯХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ НА ПЕРЕУВЛАЖНЯЕМЫХ ПОЧВАХ

Черников Евгений Александрович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории экологии почв
e-mail: Garden_soil@mail.ru

Попова Валентина Петровна
д-р с.-х. наук
зав. НЦ агрохимии
и почвоведения,
зав. лабораторией экологии почв
e-mail: plod@bk.ru

Агафонова Виктория Александровна
младший научный сотрудник
лаборатории экологии почв
e-mail: agafonova.victoria98@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Приведены результаты исследований биометрических показателей и особенностей развития корневой системы различных привойно-подвойных комбинаций сливы сорта Стенлей в предгорной зоне Краснодарского края на переувлажняемых пойменных почвах. Выявлено, что основными параметрами аллювиально-луговых тяжелосуглинистых почв, приводящими к снижению продуктивности и угнетению растений сливы, являются наличие в профиле почв слоёв с тяжёлым гранулометрическим

UDC 634.22:631.4:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-172-187

FEATURES OF THE ROOT SYSTEM DEVELOPMENT AND GROWTH PROCESSES OF PLUM PLANTS ON DOMESTIC BREEDING ROOTSTOCKS ON OVERWETTING SOILS

Chernikov Evgeniy Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Soil Ecology Laboratory
e-mail: Garden_soil@mail.ru

Popova Valentina Petrovna
Dr. Sci. Agr.
Head of Agrochemistry
and Soil science SC,
Head of Soil Ecology Laboratory
e-mail: plod@bk.ru

Agafonova Victoria Aleksandrovna
Junior Research Associate
of Soil Ecology Laboratory
e-mail: agafonova.victoria98@gmail.com

Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia

The results of studies of biometric indicators and features of the development of the root system of various graft-rootstock combinations of the Stenley plum variety in the foothill zone of the Krasnodar region on overwetting floodplain soils are presented. It was revealed that the main parameters of alluvial-meadow heavy loamy soils leading to a decrease in productivity and inhibition of plum plants are the presence of layers with heavy granulometric composition in the soil profile, which are characterized

составом, которые характеризуются очень низкой фильтрационной способностью. Эти условия способствуют длительному застою избыточной влаги в корнеобитаемом слое почвы, что приводит к снижению продуктивности, угнетению и преждевременной гибели растений. Также установленный низкий уровень плодородия почв опытного участка приводит к снижению продуктивности растений сливы. В этих условиях проявляется угнетение деревьев сливы в разной степени в зависимости от подвоя. Как наиболее устойчивые к периодическому длительному переувлажнению корнеобитаемого слоя почвы выявлены растения сливы на подвое ПК СК-2. На этих деревьях отмечены наибольшие приросты вегетативной части на выровненных участках и меньший процент гибели растений в зонах с менее удовлетворительным водно-воздушным режимом почв (понижения, западины). Устойчивость деревьев на этом подвое обусловлена особенностью размещения потенциально активных корней в почве. Как показали исследования, у сливы на подвое ПК СК-2 основная часть (более 60 %) потенциально активных корней сосредоточена в слое 0-40 см. На подвое АП-1 потенциально активные корни равномерно распределены между слоями почвы 0-40 см и 40-80 см и после обильных атмосферных осадков, когда почва ниже уровня 40 см перенасыщена влагой, больше половины потенциально активных корней находится в неблагоприятных условиях.

Ключевые слова: СЛИВА, ПОДВОИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ, БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, КОРНЕВАЯ СИСТЕМА, УСТОЙЧИВОСТЬ, ПОЙМЕННЫЕ ПОЧВЫ, ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ

by very low filtration capacity. These conditions contribute to the prolonged stagnation of excess moisture in the root layer of the soil, which leads to a decrease in productivity, inhibition and premature death of plants. Also, the established low level of soil fertility of the experimental site leads to a decrease in the productivity of plum plants. Under these conditions, the inhibition of plum trees manifests itself to varying degrees, depending on the rootstock. Plum plants on the rootstock of PK SK-2 were found to be the most resistant to periodic prolonged overwetting of soil root layer. The greatest increases of the vegetative part were noted on these trees, in leveled areas and a lower percentage of plant death in areas with less satisfactory water-air regime of soils (depressions, swales). The stability of trees on this rootstock is due to the peculiarity of the placement of potentially active roots in the soil. Studies have shown that the plum on the PK SK-2 rootstock has the main part (more than 60 %) of potentially active roots concentrated in a layer of 0-40 cm. On the AP-1 rootstock, potentially active roots are evenly distributed between the soil layers of 0-40 cm and 40-80 cm, and after heavy precipitation, when the soil is saturated with moisture below the level of 40 cm, more than half of the potentially active roots are in unfavorable conditions.

Key words: PLUM, DOMESTIC BREEDING ROOTSTOCKS, BIOMETRIC PARAMETERS, ROOT SYSTEM, STABILITY, FLOODPLAIN SOILS, OVERWETTING

Введение. Правильный подбор посадочного материала, а также его научно обоснованное размещение в зависимости от почвенно-

климатических условий – основа для создания долголетних и высокопродуктивных плодовых насаждений [1, 2].

Увеличение площадей, занятых плодовыми насаждениями и введение в оборот земель, ограниченно пригодных для садовых культур, приводит к необходимости совершенствования технологии производства и расширения сортимента адаптивного отечественного посадочного материала. В селекционной работе обычно уделяется внимание отбору подвоев, устойчивых к неблагоприятным климатическим условиям, а выделением подвоев, устойчивых к неблагоприятным почвенным факторам занимаются в меньшей степени. Во второй половине XX века С.Ф. Неговеловым и В.Ф. Вальковым и В.Ф. Ивановым и др. были сформулированы основные требования плодовых культур и винограда к почвенно-климатическим условиям, однако эти выводы применимы для привойно-подвойных комбинаций, которые к настоящему времени практически исключены из сортимента [3, 4].

В современных работах особое внимание уделяется изучению устойчивости разных привойно-подвойных комбинаций яблони к определённым почвенным условиям [5-9]. Разработок по определению устойчивости косточковых культур значительно меньше [10-14].

В связи с этим, актуальность приобретают исследования по выявлению продуктивных отечественных привойно-подвойных комбинаций косточковых культур на почвах с негативными параметрами.

Основным внешним проявлением угнетения деревьев на почвах с лимитирующими параметрами является снижение продуктивности и ростовых процессов, поэтому для установления степени угнетения часто определяют такие биометрические показатели как однолетние приросты побегов и окружности штамбов [15].

Не менее важны изменения в формировании и размещении корневой системы плодовых, особенно потенциально активной её части, участвую-

щей в минеральном питании и синтезе специфических веществ, необходимых для формирования плодов высокого качества [16-18].

Актуальность выделения отечественных подвоев сливы, устойчивых к неблагоприятным условиям возделывания определили цель наших исследований – изучение влияния лимитирующих параметров почв на биометрические показатели и особенности развития корневой системы сливы на подвоях отечественной селекции.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в предгорной зоне Краснодарского края на базе КФХ «Маджар», ст. Бакинская. По геоморфологическому районированию Краснодарского края территория опытного участка относится к Закубанской наклонной предгорной равнине, наклонной аллювиальной террасированной равнине. Район хорошо увлажнён, коэффициент увлажнения составляет 0,40-0,60. За год выпадает 650-800 мм осадков, за вегетационный период сумма осадков составляет 350-500 мм.

Объектом исследований являются почвы опытного участка и насаждения сливы сорта Стенлей 2015 года посадки на подвоях отечественной селекции АП-1, ПК СК-1, ПК СК-2, 935, 13/925 [19]. Схема посадки 3,2 х 2,6 м.

Для определения характеристики почв участка проведено почвенное обследование с отбором почвенных образцов малогабаритным почвенным буром конструкции С.Ф. Неговелова. Лабораторные анализы и учёты проводили в ЦКП ФГБНУ СКФНЦСВВ согласно общепринятым методикам и ГОСТам [20, 21].

Обсуждение результатов. Результаты анализа структуры почвенного покрова опытного участка показали, что рельеф участка представлен пойменной равниной с рядом слабовыраженных замкнутых понижений.

Территория опытного участка приурочена к пойменной части реки Псекупс. Почвенный покров представлен аллювиально-луговыми насыщенными микрогумусными маломощными тяжелосуглинистыми почвами на аллювиальных отложениях.

Слабые признаки гидроморфизма в виде слабозаметных пятен полуторных окислов железа обнаруживаются в верхнем гумусовом горизонте «$А_{пах}$», с глубиной происходит усиление гидроморфных признаков. В период проведения полевых работ (лето 2020 года-весна 2021 года) грунтовых вод в пределах 250 см-го слоя почвы не обнаружено. Однако в центральной части почвенного профиля с глубины 60-80 см было отмечено большое количество признаков переувлажнения в виде чёрных точек и ржаво-охристых пятен и примазок, а на глубине 120-140 см отмечается большое количество сизых пятен и разводов. С глубиной количество признаков переувлажнения увеличивается. Это свидетельствует о периодическом переувлажнении почвы с глубины 60-80 см и длительном застое избыточной влаги в почвенном профиле на глубине 120-140 см от поверхности почвы. Так как корневая система деревьев сливы проникает в почву на глубину до 150 см и более, то в период застоя избыточных почвенных вод в корнеобитаемом слое почвы часть корневой системы деревьев находится в неудовлетворительных условиях. Это влияет как на урожайность, так и на состояние деревьев сливы.

Плотность сложения описываемых почв преимущественно рыхловатая (1,28-1,38 г/см^3), по профилю изменялась незначительно и не превышала максимальных лимитирующих значений плотности для большинства плодовых культур (1,48 г/см^3). Реакция почвенной среды изменялась по профилю почвы от слабокислой до слабощелочной и показатели входят в диапазон допустимых значений для роста и развития растений сливы.

Содержание органического вещества (гумуса) в слое 0-30 см составляет 2,0 %, в слое 0-40 см – 1,8-1,9 %, что соответствует очень низкому

уровню обеспеченности. Обеспеченность верхних слоев почвы подвижным фосфором очень низкая 9,5-13,3 мг/кг. Уровень обеспеченности обменным калием характеризуется как повышенный и высокий – 113-158 мг/кг почвы. В целом почвы характеризуются низким уровнем плодородия. Это может приводить к снижению продуктивности, но не является лимитирующим фактором для возделывания насаждений сливы.

В границах опытного участка была выделена зона с ещё менее удовлетворительными почвенными условиями - широкое замкнутое понижение, которое является накопителем избыточных поверхностных вод во влажные периоды года. По своим агрохимическим и физико-химическим свойствам почвы понижения практически не отличаются от окружающих почв. Основное отличие заключается в условиях залегания по рельефу и, как следствие, в ином водно-воздушном режиме этих почв. В почвах этого понижения периодический застой избыточных вод фиксируется с глубины 40 см от поверхности почвы, а большое количество сизых пятен и разводов свидетельствует о длительном застое избыточной влаги с глубины 80 см. Это свидетельствует о более длительном переувлажнении корнеобитаемого слоя почвы и может являться причиной угнетения и преждевременной гибели растений сливы.

Для выявления возможных причин переувлажнения почвы был проведён подробный анализ гранулометрического состава почв на разных элементах рельефа по слоям на глубину до 2,5 метров. На равнинной части участка верхняя часть профиля почв 0-80 см характеризуется тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. С глубиной происходит повышение доли физической глины, преимущественно за счёт мелкой пыли и ила. В слое 120-160 см содержание физической глины составило 83,4 %, что соответствует среднеглинистому гранулометрическому составу (рис. 1).

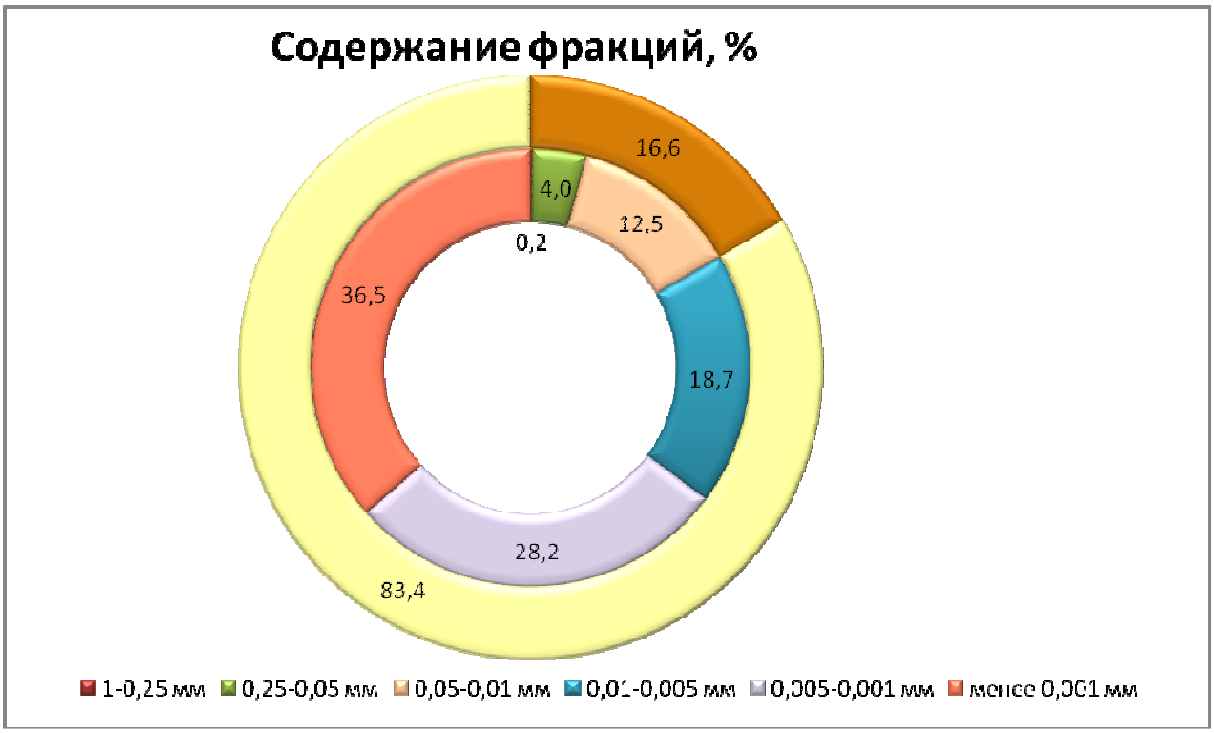


Рис. 1. Гранулометрический состав аллювиально-луговой почвы в слое 120-160 см (равнинная часть)

На глубине более 160 см содержание физической глины снижалось до значений 70,2-72,2 % (легкоглинистый). Слой почвы со среднеглинистым гранулометрическим составом характеризуется неудовлетворительными водно-физическими свойствами – высокой влагоёмкостью, низкой порозностью и слабой фильтрационной способностью. При увлажнении такие почвы имеют свойство набухать и заполнять все поры, что сильно снижает фильтрационную способность. Таким образом, при увлажнении этот слой почвы начинает выполнять роль «водоупора», препятствуя вертикальной фильтрации и способствуя накоплению избыточных вод в вышележащих горизонтах почвы.

В балке почвы характеризуются большей дифференциацией по гранулометрическому составу в нижней части профиля, но в целом соответствует характеристике окружающих почв. Слои со среднеглинистым гранулометрическим составом залегают на глубине 120-160 см и 200-250 см (рис. 2).

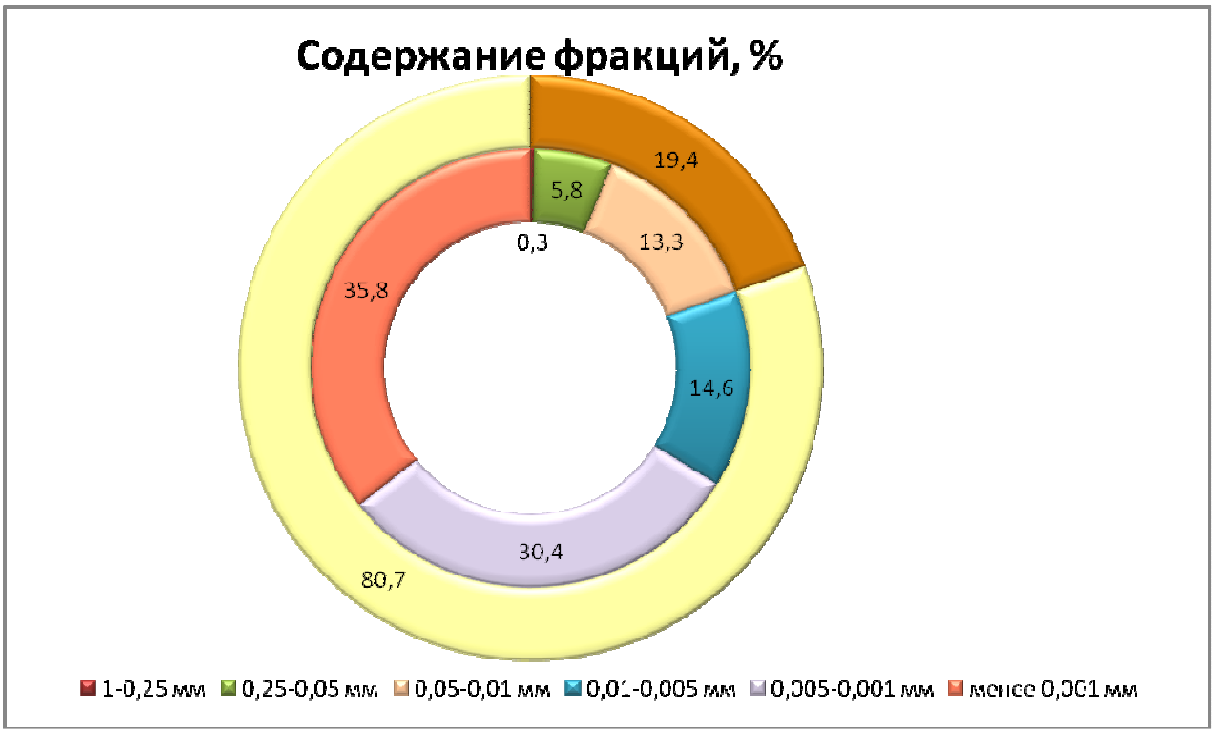


Рис. 2. Гранулометрический состав аллювиально-луговой почвы в слое 120–160 см (понижение)

Таким образом, установлено, что агрохимические и физико-химические свойства аллювиально-луговых насыщенных почв опытного участка не выходят за пределы допустимых значений (по критериям С.Ф. Неговелова, 1985) для возделывания растений сливы. Выявлено, что основными показателями, которые могут негативно повлиять на состояние и продуктивность растений сливы являются:

- наличие в профиле почвы слоёв с тяжёлым гранулометрическим составом, которые характеризуются очень низкой фильтрационной способностью и способствуют длительному застою избыточной влаги в корнеобитаемом слое почвы, что приводит к снижению продуктивности, угнетению и преждевременной гибели растений;

- низкий уровень плодородия почв опытного участка, который приводит к снижению продуктивности растений сливы.

В этих условиях отмечена различная степень угнетения деревьев сливы в зависимости от типа подвоев. Для определения показателей про-

дуктивности и степени угнетения в 2021 году проведены учёты биометрических показателей деревьев сливы: приростов диаметра штамба и ростовых побегов (рис. 3, 4).

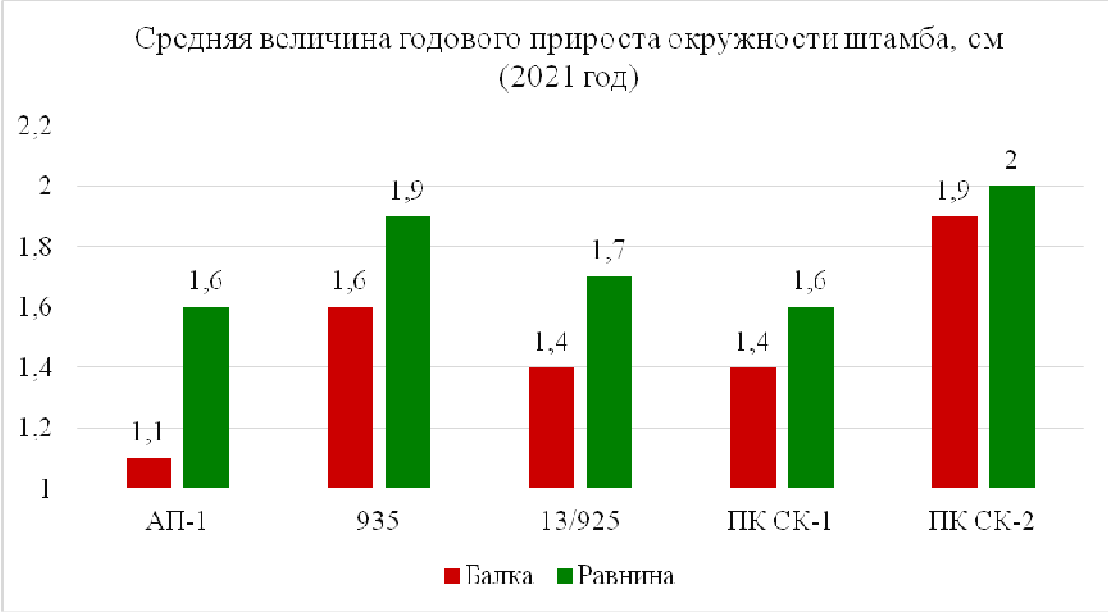


Рис. 3. Средняя величина годового прироста окружности штамба в зависимости от типа подвоя и рельефа

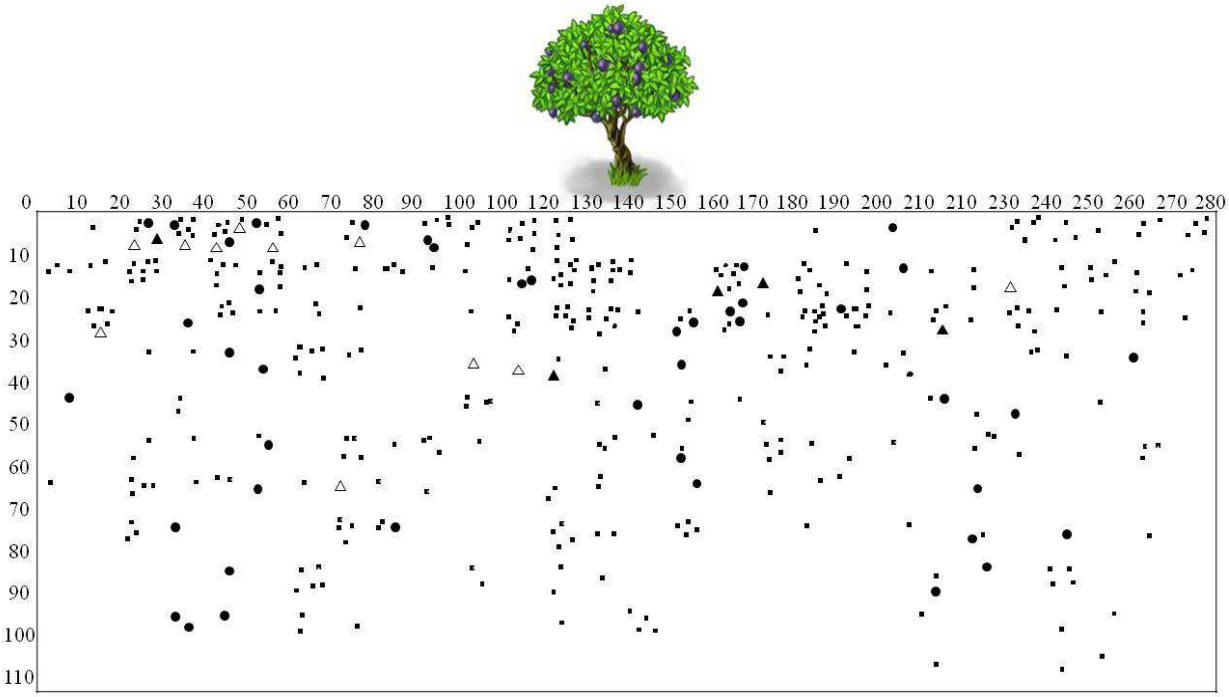
Рис. 4. Средняя величина однолетних побегов в зависимости от типа подвоя и рельефа

Наибольшие приросты диаметров штамбов отмечены у деревьев на подвоях ПК СК–2 и 935, 2,0 и 1,9 см соответственно. Разница в приростах в зависимости от положения по рельефу меньше всего выражена на подвое ПК СК-2 (0,1 см), чуть больше на ПК СК-1 (0,2 см), 935 и 13/925 (по 0,3 см). Наибольшая разница в приростах на подвое АП-1 (0,5 см).

Наибольший размер ростовых побегов отмечен у деревьев сливы Стенлей на подвое ПК СК-2 (47,3 см), а меньший – на подвое АП-1 (21,5 см). Наименьшая разница в размерах однолетних побегов в зависимости от положения по рельефу у деревьев сливы на подвое ПК СК-2 (1,8 см), наибольшая – на подвое 13/925 (8,4 см). Таким образом, наибольшие приросты побегов и наименьшая степень угнетения отмечена у деревьев сливы сорта Стенлей на подвое ПК СК-2, наименьшие приросты и наибольшая степень угнетения – на подвое АП-1.

Для более подробного изучения влияния неблагоприятных почвенных условий на деревья сливы на разных подвоях проведены исследования активной части корневой системы на подвоях ПК СК-2 (наиболее устойчивый) и АП-1 (наименее устойчивый) в балке методом профильной стенки на расстоянии 50 см от штамба.

Корни сливы сорта Стенлей на подвое ПК СК-2 в почве располагались неравномерно. С юго-западной стороны (слева от штамба) существенная доля корней была сконцентрирована в верхнем слое почвы 0-30 см, с северо-восточной стороны (справа от штамба) основная масса корней была сосредоточена глубже – в слое 10-40 см. В слое почвы 50-110 см наиболее выраженная дифференциация по размещению корней отмечается в зависимости от расстояния от штамба. Наибольшее скопление корней на этой глубине отмечено непосредственно под штамбом дерева, а также на расстоянии около 80-120 см от штамба (с обеих сторон). Среди массы корней преобладают мелкие (до 2 мм в диаметре). Более крупные корни встречаются как в поверхностном слое почвы, так и на глубине около 100 см (рис. 5).

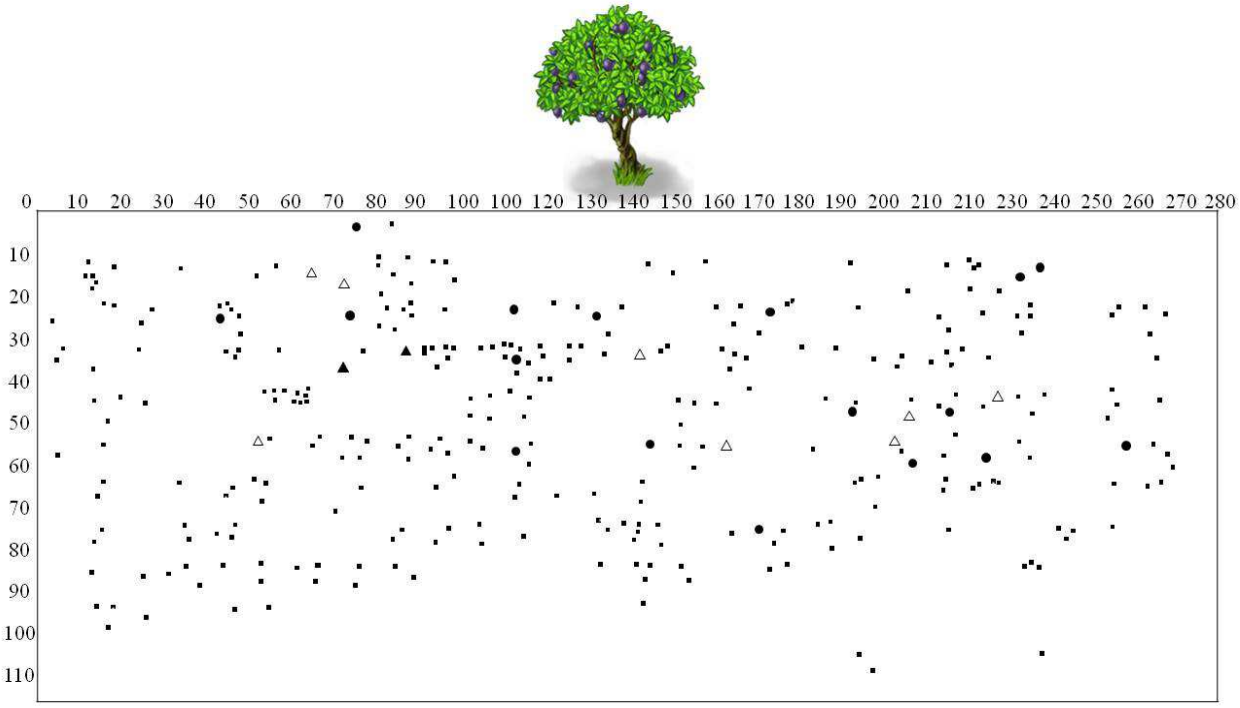


▪ - корни диаметром менее 1 мм; ● - от 1 до 2 мм; ▲ - от 2 до 5 мм; Δ - более 5 мм

Рис. 5. Схема расположения корней сливы сорта Стенлей на подвое ПК СК-2

Корни сливы сорта Стенлей на подвое АП-1 размещаются в почвенной толще более равномерно. Основная масса корней сосредоточена в слое почвы 10-80 см, преимущественно представлена мелкими корнями до 2 мм в диаметре. Крупных корней (более 2 мм) существенно меньше (в сравнении с подвоем ПК СК-2) и расположены они до глубины 80 см. В верхнем слое почвы 0-20 см зона под штамбом дерева и на расстоянии 60-80 см от него в обе стороны практически корней не наблюдается. На глубине более 90 см по всей ширине профиля встречаются только единичные мелкие корни (рис. 6).

Результаты подсчёта количества корней в почвенном профиле представлены в таблице 1. Деревья сливы на подвое ПК СК-2 имеют большее количество корней всего (399 шт.) и большее количество потенциально активных корней до 2 мм в диаметре (383 шт.) в сравнении с корневой системой сливы на подвое АП-1.



▪ - корни диаметром менее 1 мм; ● - от 1 до 2 мм; ▲ - от 2 до 5 мм; Δ - более 5 мм

Рис. 6. Схема расположения корней сливы сорта Стенлей на подвое АП-1

Таблица 1 – Количество корней сливы сорта Стенлей на подвоях ПК СК-2 и АП-1 в почвенном профиле (на площади 3,08 кв.м.)

Диаметр корня, мм	Слой почвы, см	Суммарное количество корней, шт			
		ПК СК–2		АП–1	
		По слоям	Всего	По слоям	Всего
< 1	0–40	223	**339**	115	**286**
	40–80	87		135	
	80–110	29		36	
1-2	0–40	25	**44**	8	**16**
	40–80	13		8	
	80–110	6		0	
2-5	0–40	11	**12**	3	**8**
	40–80	1		5	
	80–110	0		0	
> 5	0–40	4	**4**	2	**2**
	40–80	0		0	
	80–110	0		0	
Общее количество корней, шт			**399**		**312**

Выявлена особенность размещения корней по слоям почвы: у сливы на подвое ПК СК-2 основная часть потенциально активных корней сосредоточена в слое 0-40 см (248 шт.), а у сливы на подвое АП–1 потенциально активные корни практически равномерно распределены между слоями почвы 0-40 см и 40-80 см. Видимо эта особенность является одной из причин меньшей устойчивости подвоя АП-1 к переувлажнению почв. После обильных атмосферных осадков, когда почва на глубине более 40 см перенасыщена влагой, больше половины потенциально активных корней деревьев на АП-1 находится в неблагоприятных условиях, тогда как на ПК СК-2 на этой глубине располагается не более 35 % корней.

Выводы. На пойменных почвах в предгорной зоне садоводства Краснодарского края одним из основных почвенных факторов, лимитирующих продуктивность плодовых культур, является переувлажнение корнеобитаемого слоя почвы. Переувлажнение может быть вызвано как периодическим подъёмом уровня грунтовых вод, так и наличием в почвенном профиле водоупорных слоёв почвы с тяжёлым гранулометрическим составом.

Установлено, что на опытном участке основными показателями, которые негативно влияют на состояние и продуктивность растений сливы являются:

- наличие в профиле почв слоёв с очень тяжёлым гранулометрическим составом, которые характеризуются очень низкой фильтрационной способностью и способствуют длительному застою избыточной влаги в корнеобитаемом слое почвы, что приводит к снижению продуктивности, угнетению и преждевременной гибели растений;

- низкий уровень плодородия почв опытного участка, который приводит к снижению продуктивности растений сливы.

В этих условиях проявляются вариации в степени угнетения деревьев сливы сорта Стенлей в зависимости от подвоя.

Наиболее устойчивыми к периодическому длительному переувлажнению корнеобитаемого слоя почвы являются деревья сливы сорта Стенлей на подвое ПК СК–2. На этих деревьях отмечены наибольшие приросты вегетативной части на выровненных участках и меньший процент гибели растений в зонах с менее удовлетворительным водно-воздушным режимом почв (понижения, западины).

Одной из возможных причин наилучшей устойчивости деревьев на этом подвое является особенность размещения потенциально активных корней в почве.

Литература

1. Techniques of orchard establishment in arid and semi-arid regions / D.S. Mishra [et al.] // Journal of Agriculture and Ecology. 2020. Vol. 10. P. 22-35. URL: doi.org/10.53911/JAE.2020.10202.

2. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края. Краснодар: ФГБГУ СКЗНИИСиВ. 2015. 241 с.

3. Неговелов С.Ф., Вальков В.Ф. Почвы и сады. Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского университета, 1985. 192 с.

4. Экология плодовых культур / В.Ф. Иванов [и др.]. Киев: Аграрная наука, 1998. 407 с.

5. Polverigiani S., Franzina M., Neri D. Effect of soil condition on apple root development and plant resilience in intensive orchards [Электронный ресурс] // Applied Soil Ecology. 2018. № 123. P. 787-792. URL: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.04.009 (дата обращения: 07.12.2021)

6. Tagliavini M., Bassi D., Marangoni B. Growth and mineral nutrition of pear rootstocks in lime soils [Электронный ресурс] // Scientia Horticulturae. 1993. №54 P. 13-22. URL: https://doi.org/10.1016/0304-4238(93)90079-6 (дата обращения: 01.04.2021).

7. Rogers W. S., Vyvyan, M. C. Root Studies: V. Rootstock and Soil Effect on Apple Root Systems // Journal of Pomology and Horticultural Science. 1934. №12(2). P. 110–150. DOI: 10.1080/03683621.1934.11513432.

8. Попова В.П., Черников Е.А. Значение водно-физических свойств лесных почв для плодовых насаждений в предгорьях Северного Кавказа [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 20(2). С. 62-70. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/13/02/07.pdf. (дата обращения: 06.12.2021).

9. Реакция сортов и подвоев яблони на изменение pH почвенной среды [Электронный ресурс] / Дорошенко Т.Н. [и др.] // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 106. С. 735-745. URL: http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/45.pdf (дата обращения: 01.04.2021).

10. Potential of new Prunus cerasifera based rootstocks for adapting under heavyand calcareous soil conditions / G. Reig [et. al] // Scientia Horticulturae. 2018. № 234. С. 193-200.

11. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.) [Электронный ресурс] / A.E. Rato [et. al] // Scientia Horticulturae. 2008. № 118. P. 218-222. URL: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.06.013 (дата обращения: 25.03.2021).

12. Physiological and biochemical characterization of six Prunus rootstocks in response to flooding [Электронный ресурс] / T. McGee [et. al] // Environmental and Experimental Botany. 2021. № 183 P. 104368. URL: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104368 (дата обращения: 25.03.2021).

13. Physiological and biochemical characterization of six Prunus rootstocks in response to flooding / T. McGee [et. al] // Environmental and Experimental Botany. 2021. № 183 P. 104368. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2020.104368.

14. Кузнецова А.П., Романенко А.С. Выявление сортоспецифичности подвоев сливы к хлоридному засолению почв [Электронный ресурс] // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Т. 5. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2014. С. 52-56. URL: https://kubansad.ru/media/uploads/files/nauchnye_trudy_skzniisiv/tom_5/7.pdf (дата обращения: 01.04.2021).

15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общей ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК. 1999. 608 с.

16. Колесников В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений. М.: Колос, 1974. 509 с.

17. Трунов И.А. Методика изучения активной части корневой системы плодовых и ягодных культур. Гродно: областная укрупненная типография. 1998. 47 с.

18. Spatial root distribution of mature apple trees under drip irrigation system / D.I. Sokalska [et al.] // Agricultural Water Management. 2009. Vol. 96. P. 917-924.

19. Оценка продуктивности сливы на подвоях отечественной селекции и почвах с лимитирующими параметрами [Электронный ресурс] / Е.А. Черников [и др.] // Плодоводство и виноградарство юга России. 2021. №70(4). С. 129-145. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/21/04/12.pdf (дата обращения: 07.12.2021)

20. Практикум по почвоведению (почвы Северного Кавказа) / под ред. Ю.А. Штомпеля и В.С. Цховребова. Краснодар: Советская Кубань, 2003. 328 с.

21. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. М.: Колос, 2004. 312 с.

References

1. Techniques of orchard establishment in arid and semi-arid regions / D.S. Mishra [et al.] // Journal of Agriculture and Ecology. 2020. Vol. 10. P. 22-35. URL: doi.org/10.53911/JAE.2020.10202.

2. Sistema zemledeliya v sadovodstve i vinogradarstve Krasnodarskogo kraya. Krasnodar: FGBGU SKZNIISiV. 2015. 241 s.

3. Negovelov S.F., Val'kov V.F. Pochvy i sady. Rostov-na-Donu: izd-vo Rostovskogo universiteta, 1985. 192 s.

4. Ekologiya plodovyh kul'tur / V.F. Ivanov [i dr.]. Kiev: Agrarnaya nauka, 1998. 407 s.

5. Polverigiani S., Franzina M., Neri D. Effect of soil condition on apple root development and plant resilience in intensive orchards [Elektronnyj resurs] // Applied Soil Ecology. 2018. № 123. P. 787-792. URL: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.04.009 (data obrashcheniya: 07.12.2021)

6. Tagliavini M., Bassi D., Marangoni B. Growth and mineral nutrition of pear rootstocks in lime soils [Elektronnyj resurs] // Scientia Horticulturae. 1993. №54 P. 13-22. URL: https://doi.org/10.1016/0304-4238(93)90079-6 (data obrashcheniya: 01.04.2021).

7. Rogers W. S., Vyvyan, M. C. Root Studies: V. Rootstock and Soil Effect on Apple Root Systems // Journal of Pomology and Horticultural Science. 1934. №12(2). P. 110-150. DOI: 10.1080/03683621.1934.11513432.

8. Popova V.P., Chernikov E.A. Znachenie vodno-fizicheskih svojstv lesnyh pochv dlya plodovyh nasazhdenij v predgor'yah Severnogo Kavkaza [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2013. № 20(2). S. 62-70. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/13/02/07.pdf. (data obrashcheniya: 06.12.2021).

9. Reakciya sortov i podvoev yabloni na izmenenie pH pochvennoj sredy [Elektronnyj resurs] / Doroshenko T.N. [i dr.] // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2015. № 106. S. 735-745. URL: http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/45.pdf (data obrashcheniya: 01.04.2021).

10. Potential of new Prunus cerasifera based rootstocks for adapting under heavyand calcareous soil conditions / G. Reig [et. al] // Scientia Horticulturae. 2018. № 234. S. 193-200.

11. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.) [Elektronnyj resurs] / A.E. Rato [et. al] // Scientia Horticulturae. 2008. № 118. P. 218-222. URL: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.06.013 (data obrashcheniya: 25.03.2021).

12. Physiological and biochemical characterization of six Prunus rootstocks in response to flooding [Elektronnyj resurs] / T. McGee [et. al] // Environmental and Experimental Botany. 2021. № 183 P. 104368. URL: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104368 (data obrashcheniya: 25.03.2021).

13. Physiological and biochemical characterization of six Prunus rootstocks in response to flooding / T. McGee [et. al] // Environmental and Experimental Botany. 2021. № 183 P. 104368. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2020.104368.

14. Kuznecova A.P., Romanenko A.S. Vyyavlenie sortospecifichnosti podvoev slivy k hloridnomu zasoleniyu pochv [Elektronnyj resurs] // Nauchnye Trudy GNU SKZNIISiV. T. 5. Krasnodar: SKZNIISiV, 2014. S. 52-56. URL: https://kubansad.ru/media/uploads/files/nauchnye_trudy_skzniisiv/tom_5/7.pdf (data obrashcheniya: 01.04.2021).

15. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod obshchej red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covoj. Oryol: VNIISPK. 1999. 608 s.

16. Kolesnikov V.A. Kornevaya sistema plodovyh i yagodnyh rastenij. M.: Kolos, 1974. 509 s.

17. Trunov I.A. Metodika izucheniya aktivnoj chasti kornevoj sistemy plodovyh i yagodnyh kul'tur. Grodno: oblastnaya ukrupnennaya tipografiya. 1998. 47 s.

18. Spatial root distribution of mature apple trees under drip irrigation system / D.I. Sokalska [et al.] // Agricultural Water Management. 2009. Vol. 96. P. 917-924.

19. Ocenka produktivnosti slivy na podvoyah otechestvennoj selekcii i pochvah s limitiruyushchimi parametrami [Elektronnyj resurs] / E.A. Chernikov [i dr.] // Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii. 2021. №70(4). S. 129-145. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/21/04/12.pdf (data obrashcheniya: 07.12.2021)

20. Praktikum po pochvovedeniyu (pochvy Severnogo Kavkaza) / pod red. Yu.A. Shtompelya i V.S. Ckhovrebova. Krasnodar: Sovetskaya Kuban', 2003. 328 s.

21. Piskunov A.S. Metody agrohimicheskih issledovanij. M.: Kolos, 2004. 312 s.