

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ, СТРАТЕГИИ ИХ РАЗВИТИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ

УДК 431.47:634.1(477.75)

DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.01

СОСТАВ, СВОЙСТВА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВ САДОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ДОЛИНЫ Р.САЛГИР (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЕНИЯ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА «КРЫМСКАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САДОВОДСТВА»)

**Юрий Владимирович Плугатарь, Ольга Евгеньевна Клименко,
Николай Иванович Клименко, Александр Иванович Сотник,
Таисия Ивановна Орёл, Максим Леонидович Новицкий**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт Никита
e-mail: olga.gnbs@mail.ru

Проведено детальное обследование почв в плодовых насаждениях отделения Никитского ботанического сада «Крымская опытная станция садоводства». Изучены физические, физико-химические и агрохимические свойства почв и выделено три вида и разновидности лугово-черноземных и аллювиальных луговых карбонатных почв. Почвы имеют некоторые отрицательные свойства, способные привести к угнетению плодовых культур: уплотнение, наличие прослоек легко- и среднеглинистого гранулометрического состава, повышенную карбонатность. Установлено, что в результате длительного антропогенного воздействия почвы подвержены слабой деградации, которая выражается в дегумификации, засолении и ощелачивании. Для рационального их использования рекомендован перечень плодовых культур, которые следует размещать на данной территории. Это насаждения яблони, груши, черешни, алычи, сливы и ореха грецкого на карбонатоустойчивых подвоях. Рекомендовано задернение междурядий садов многолетними травами, внесение минеральных удобрений; периодическое безотвальное глубокое рыхление почв для улучшения водно-физических свойств и разуплотнения прослоек тяжелого гранулометрического состава. Для почв с повышенным содержанием токсичной щелочности рекомендуется химическая мелиорация с внесением небольших доз кальций- и кислотосодержащих мелиорантов (фосфогипс, железный купорос и др.). Необходимо создание системы орошения на всех участках плодовых насаждений и использование поливной воды с минерализацией не выше 0,5 г/л для предупреждения процессов засоления почв.

Ключевые слова: *почвы, свойства, долина реки Салгир, предгорный Крым, плодовые культуры, рациональное размещение*

Введение

Отделение Никитского ботанического сада «Опытная станция садоводства» расположено в долине реки Салгир (правый берег) в 19 км к северо-западу от г. Симферополя. Почвы долины в степном Крыму уже более ста лет используются под сады, а с 70-х годов прошлого века интенсивно. Эти почвы имеют значительную мощность гумусового слоя, обладают большим запасом элементов питания, высокой ёмкостью поглощения и нейтральной реакцией. В.Ф. Иванов с соавторами [8] отмечают, что эти почвы наиболее благоприятны для выращивания плодовых культур. Однако длительное использование этих почв в садоводстве может приводить к появлению процессов деградации. Крупномасштабное обследование территории проводилось в 80-х годах прошлого века [19]. Новые исследования почв, занятых садами в долинах рек Крыма, фрагментарны и не позволяют полностью представить степень изменения этих почв при интенсивном использовании [8, 10].

Плодовые культуры весьма требовательны к почвенным условиям. Их размещение без предварительного детального почвенного обследования территории может привести к неблагоприятным последствиям – торможению роста и развития деревьев, низкой урожайности и даже гибели. В настоящее время установлены оптимальные и критические значения параметров основных свойств почв для плодовых культур, что позволяет рационально размещать их на земельных массивах [7, 8, 12, 13]. Но даже пригодные под сады почвы при длительном использовании могут иметь такие негативные последствия как уплотнение, ощелачивание или подкисление, дегумификацию, загрязнение пестицидами и минеральными удобрениями и др. В конкретных почвенно-климатических условиях эти негативные тенденции могут проявляться по-разному.

В связи с этим, целью настоящего исследования было определение современного состояния почв долины реки Салгир, длительно используемых под садами на территории Крымской опытной станции садоводства, оценка их пригодности под плодовые культуры и определение возможных путей повышения плодородия.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований были почвы под садами долины реки Салгир. Сады расположены севернее с. Маленькое Симферопольского района Крыма на территории отделения Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН «Крымская опытная станция садоводства». Высота над уровнем моря 150-180 м. Согласно агроклиматическому районированию В.И. Важова территория входит в Восточный предгорный агроклиматический район. Климат полузасушливый теплый с мягкой зимой [5, 15]. По средним многолетним данным за 1986-2005 гг. (ст. Симферополь) средняя годовая температура воздуха $10,6^{\circ}\text{C}$, самого теплого месяца (июль) $22,5^{\circ}$, самого холодного (январь) $0,2^{\circ}\text{C}$ [1]. Средняя из абсолютных минимумов $-17...-20^{\circ}$, абсолютный минимум $-29...-35^{\circ}\text{C}$. Сумма температур $>10^{\circ}$ составляет $3100-3300^{\circ}$, годовая сумма осадков 536 мм, в период вегетации 329 мм, то есть условия довольно засушливые. Период активной вегетации растений со среднесуточной температурой воздуха $\geq 10^{\circ}\text{C}$ начинается 22 апреля и длится 181 день. Оттепели наблюдаются в 40-50% зим. Район отличается суровыми зимними условиями для плодовых культур с резкими перепадами суточных температур воздуха, коротким безморозным периодом и высокой вероятностью весенних заморозков. Основными лимитирующими факторами, определяющими высокую степень риска для плодовых культур, являются низкие температуры зимнего периода и весенние заморозки, часто приводящие к значительным повреждениям, а нередко и к полной гибели урожая [18]. Повреждение морозами семечковых культур на данной территории возможно в 15-25%, косточковых – в 20-40% зим [5].

Исследуемая территория находится в долине реки Салгир, поэтому естественная растительность поймы в основном луговая разнотравно-злаковая и злаково-разнотравная степная с наличием кустарников [17, 20]. Преобладающей является культурная растительность; земли распаханы и заняты в основном садами.

Грунтовые воды в пределах прирусловой и центральной поймы находятся на глубине 3-4 м. Из-за длительного отсутствия пойменно-аллювиальных процессов почвенный покров этой части поймы представлен аллювиальными луговыми почвами, которые находятся в процессе остепнения на современных аллювиальных отложениях. В пределах надпойменной террасы уровень грунтовых вод ниже – до 4-6 м от поверхности. Здесь сформировались полу-гидроморфные лугово-черноземные почвы на красно-бурых глинах.

В Крымской опытной станции садоводства на площади около 40 га размещены плодовые коллекционные и производственные сады лучших сортов яблони, груши, персика, черешни и плодовый питомник. Полевое почвенное обследование выполнено в 2017 г. [14]. Диагностика и классификация почв проведена в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» [9]. Оценка пригодности почв под плодовые сады выполнена на основании рекомендаций В.Ф. Иванова [7, 8, 12, 13] и агроклиматического районирования Н.Е. Опанасенко [14]. В плодоносящих, молодых садах и в питомнике заложено 6 разрезов на глубину 180-200 см. В исследования были включены данные почвенного обследования 2015 г., выполненные в лаборатории агроэкологии НБС-ННЦ.

В почвенных образцах определяли: pH водной суспензии – потенциометрически по ГОСТ 26423-85; гумус по Тюрину с колориметрическим окончанием по Цыпленкову (ГОСТ 26213-91); карбонаты общие (CaCO_3) – по Голубеву ацидометрическим методом [2]; легкорастворимые соли в водной вытяжке по ГОСТ 26424 – 26427-85; обменные кальций и магний по Шмуку [6]; обменный натрий по ГОСТ 26950-86; подвижные формы фосфора и калия методом Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91); нитратный азот – потенциометрически с ионоселективным электродом (ГОСТ 26951-86); гранулометрический состав – по Качинскому пирофосфатным методом (ГОСТ 12536-79) с оценкой по классификации Качинского [4]. Уровни обеспеченности плодовых культур элементами питания оценивали согласно методическим рекомендациям [11]. Данные обработаны статистически с помощью пакета программ Excel 2010, достоверным принят 5% уровень значимости.

Результаты и обсуждение

Результаты почвенного обследования показывают, что на территории Крымской опытной станции садоводства сформировались лугово-черноземные карбонатные почвы на красно-бурых плиоценовых глинах и аллювиальные луговые карбонатные почвы на карбонатном слоистом современном аллювии.

Аллювиальные луговые почвы, занимающие большую часть обследованной территории, распространены в прирусловой части реки Салгир и в центральной пойме, объединенной в результате планировочных работ с первой надпойменной террасой (рис. 1, разрезы 1-4, 6-8). Почвы мощные, профиль почв слабо дифференцирован на генетические горизонты, мощность горизонтов А + В достигает 150-170 см.



Рис. 1 – Почвенный план отделения Никитского ботанического сада «Крымская опытная станция садоводства»

Fig. 1 - Soil plan for the Nikitsky Botanical Gardens department "Crimean Experimental Horticulture Station"

Лугово-черноземные почвы занимают повышенную территорию второй надпойменной террасы. Мощность гумусового горизонта у лугово-черноземных почв составляет 70-100 см (рис. 1, разрезы 5 и 9).

Морфологические исследования позволили установить, что аллювиальные луговые почвы являются глубокими, мощными, уплотненными, местами плотными с незначительным количеством включений гальки и хряща, достаточно хорошо проницаемы для корней, в нижней части хорошо обеспечены влагой. Структура в верхнем гумусовом горизонте распыленная комковато-порошистая, в нижнем гумусовом – комковатая. Почвы суглинистые, в нижней части с легко- и среднесуглинистыми прослойками. Новообразования карбонатов в нижней части профиля позволяют отнести их к аллювиальным луговым остепненным почвам [17].

Лугово-черноземные почвы среднемощные, гумусированные, уплотненные и плотные, с новообразованием мицелия и прожилок карбонатов, в нижней части слабослитые с большим количеством новообразований белоглазки. Аллювиальные луговые почвы прирусловой части поймы (разрезы 1, 6, 7) является средне- и тяжелосуглинистыми. В слое 0-50 см содержание физической глины (частиц $< 0,01$ мм) колебалось от 38 до 57%, ила (частиц $< 0,001$ мм) – в пределах 16-27% (рис. 2).

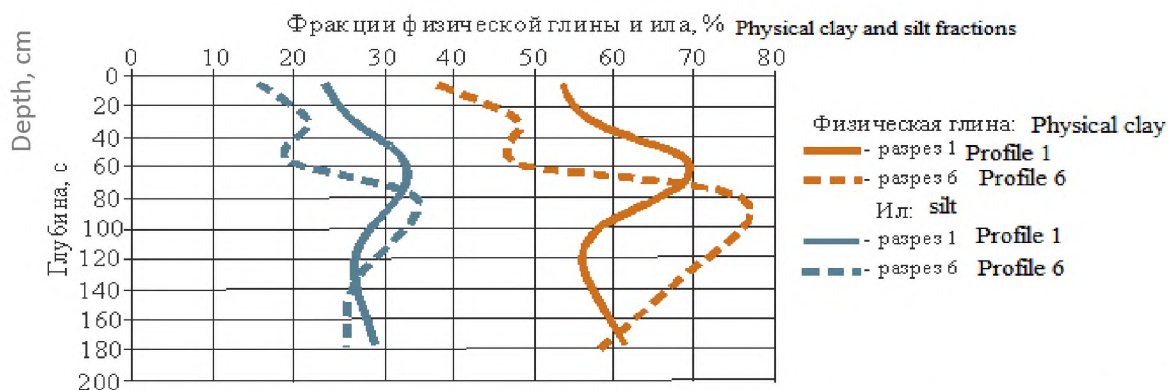


Рис. 2 – Гранулометрический состав аллювиальной луговой карбонатной почвы прирусловой части реки Салгир

Fig. 2 - Granulometric composition of alluvial meadow carbonate soil in the riverbed part of the Salgir River

Ниже по профилю гранулометрический состав утяжелялся до тяжелосуглинистого с легко- и среднесуглинистыми прослойками на глубине 40-100 и 100-179 см с содержанием частиц физической глины до 67-76%, ила – до 28-35%. Это свидетельствует о неоднородности гранулометрического состава почв и присутствии аллювиальных наносов, привносимых в различные периоды развития поймы. Присутствие среднесуглинистых прослоек с высоким содержанием ила (до 35%) может способствовать уплотнению и созданию временных водоупоров с последующим оглеением, которое препятствует росту корней дерева из-за недостатка кислорода.

В центральной части поймы гранулометрический состав аллювиальной луговой почвы (разрез 2) легкоглинистый иловато-пылеватый с высоким содержанием илистых частиц и незначительным количеством песчаных фракций (табл. 1). Ниже по профилю содержание физической глины и ила снижалось до глубины 120-140 см, а пыли, особенно крупной (0,05-0,01 мм) значительно возрастало на 5-8%. Гранулометрический состав почвообразующей породы легко- и среднесуглинистый, содержание ила составляет 26-29%. Содержание крупной пыли в почвообразующей породе резко снижалось, а мелкой – возрастало до 26-32%. Количество средней пыли, агрономической неблагоприятной, обуславливающей низкую водо- и

воздухопроницаемость [3] было незначительным и мало изменялось по профилю почвы. Ранее нами установлено, что плотность этих почв была высокой и достигала предельно-допустимых величин 1,40-1,55 г/см³, что может отрицательно сказаться на росте корней [16].

Таблица 1

Гранулометрический состав почв (2017 г.)

Table 1

Granulometric composition of soils, 2017

№ разреза No section	Слой почвы, см Soil layer, cm	Содержание фракций, мм, % Fraction content, mm, %						
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	< 0,001	< 0,01
Лугово-черноземная карбонатная тяжелосуглинистая Meadow-black earth carbonate loamy								
5	0-10	4,00	18,28	19,00	13,32	14,17	31,23	58,72
	10-60	3,70	16,62	19,64	11,24	8,28	40,52	60,04
	60-100	4,60	20,20	15,36	10,08	10,56	39,20	59,84
	100-125	5,00	13,04	18,20	14,16	15,71	33,89	63,76
	125-180	3,00	17,00	16,36	13,56	15,58	34,50	63,64
	180-200	1,70	13,66	18,04	11,36	19,04	36,20	66,60
Аллювиальные луговые карбонатные средне- и тяжелосуглинистые Alluvial meadow carbonate medium and heavy loamy								
3	0-20	8,01	10,71	34,84	6,80	19,80	19,84	46,44
	20-40	7,99	21,09	22,40	7,80	18,92	21,80	48,52
	40-60	6,59	18,17	26,80	8,04	19,52	20,88	48,44
	60-80	3,99	17,65	29,56	9,13	18,27	21,40	48,80
	80-100	3,78	17,34	31,28	9,08	20,76	17,76	47,60
	100-120	1,63	20,69	35,20	6,72	20,32	15,44	42,48
	120-140	0,71	17,21	37,80	11,72	18,48	14,08	44,28
	140-160	0,43	4,65	39,44	16,16	16,84	22,48	55,48
	160-180	1,64	6,24	28,32	16,84	20,40	26,56	67,80
4	0-20	6,42	21,42	28,36	9,40	12,64	21,76	43,80
	20-40	6,41	21,83	27,44	9,52	12,64	22,16	44,32
	40-60	2,51	19,25	32,48	10,04	15,44	20,28	45,76
	60-80	3,36	20,24	34,72	10,20	13,68	17,80	38,68
	80-100	1,72	12,20	40,28	10,24	16,32	19,24	36,80
	100-120	1,04	9,16	39,20	16,68	15,56	18,36	54,60
	120-140	0,77	15,39	31,76	12,84	17,36	21,88	52,08
	140-160	0,35	10,71	36,82	13,64	17,40	21,08	52,12
	160-180	0,76	11,00	42,76	11,48	14,60	19,40	45,48
Аллювиальные луговые карбонатные легкосуглинистые Alluvial meadow carbonate light clay								
2	0-20	1,37	0,59	27,92	12,08	26,56	31,48	70,09
	40-60	0,53	0,08	28,65	13,20	27,41	30,13	70,74
	60-80	0,11	2,13	36,00	15,64	21,20	24,92	61,76
	80-100	0,17	4,87	33,36	14,96	25,24	21,40	61,60
	100-120	0,15	6,99	35,42	15,28	23,20	18,96	57,44
	120-140	0,10	6,18	33,28	17,08	24,72	18,64	60,44
	140-160	0,13	5,59	18,40	14,96	31,68	29,24	75,88
	160-180	0,35	8,21	24,96	13,64	26,56	26,28	66,48

В притеррасной части поймы (разрезы 3, 4), гранулометрический состав почвы в основном средне- и тяжелосуглинистый пылеватый и крупнопылеватый. Количество частиц физической глины по профилю варьировало от 37 до 56%. Отмечено высокое содержание крупной пыли 22-35% в слое 0-40 см и песчаных фракций до 22%. Содержание ила невысокое (15-22%).

Гранулометрический состав почвообразующей породы тяжелосуглинистый крупнопылеватый и пылеватый с легкоглинистой прослойкой на глубине 160-180 см. Количество крупной пыли в почвообразующей породе было также высоким и достигало 40-43% в слоях 80-100 и 140-180 см. Содержание среднего песка при этом снижалось по сравнению с почвой в 11-18 раз, мелкого в 2-5 раз и становилось низким. Такой грансостав почвы вполне благоприятен для выращивания большинства плодовых культур. Некоторое утяжеление гранулометрического состава в почвообразующей породе на большой глубине не приведет к угнетению плодовых растений. Таким образом, аллювиальные луговые почвы были разделены нами на две разновидности: средне-, тяжелосуглинистые и легкоглинистые, что определяет многие физические и водно-физические свойства почв.

Гранулометрический состав лугово-черноземной почвы тяжелосуглинистый и легкоглинистый пылевато-иловатый (разрез 5). Содержание частиц физической глины в слое 0-60 см около 60%, содержание ила было высоким – 31-41% (табл. 1). В почвообразующей породе содержание физической глины возрастало и достигало 67%, ила – снижалось, но оставалось высоким и колебалось в пределах 34-36%. Высокое содержание ила может вызывать значительное уплотнение, заплывание почвы и развитие процессов слитизации, что неблагоприятно для плодовых культур. На этих почвах лучше размещать культуры на карликовых подвоях или с неглубоким распространением корневой системой, например, плодовый питомник.

Исследуемые почвы щелочные, pH колебалась в основном в пределах 7,73-8,38, редко – нейтральные с pH 7,09 (табл. 2). С глубиной величина pH, как правило, возрастала, что в большинстве случаев связано с увеличением содержания карбонатов ($r=0,46-0,65$, $n=30$) для аллювиальных луговых почв. В лугово-черноземной почве эта зависимость более тесной достоверной ($r=0,96$, $n=6$).

Содержание общих карбонатов (CaCO_3) в аллювиальных луговых карбонатных почвах колебалось от 7 до 19%, редко достигая 23%. Максимальное их количество сосредоточено в средней части профиля на глубине 40-120 см, что связано с естественной миграцией карбонатов и глубиной промачивания. В некоторых случаях максимум содержания карбонатов приходился на нижнюю часть профиля на глубине 120-170 см, что обусловлено высоким содержанием их в почвообразующей породе.

Таблица 2

Химические свойства почв (2015 и 2017 гг.)

The chemical properties of soils (2015 and 2017)

Table 2

№ разреза No section	Слой почвы, см Soil layer, cm	pH	CaCO ₃	Гумус Humus	Подвижные формы элементов питания Mobile forms of nutrition elements		
					N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			%		мг/кг mg/kg		
1	2	3	4		5		
Лугово-черноземные карбонатные тяжелосуглинистые Meadow-black earth carbonate loamy							
5	0-10	7,99	3,64	4,31	6,6	22,3	72
	10-60	7,97	4,25	3,22	7,5	8,4	453
	60-100	8,18	15,60	2,04	16,2	0,3	377
	100-125	8,21	25,32	-	25,1	-	-
	125-180	8,21	22,08	-	10,2	-	-
	180-200	8,28	23,50	-	4,10	-	-
9	0-50	8,22	8,82	2,16	-	5,7	171
	50-70	8,30	19,85	1,27	-	-	-
	70-130	8,31	23,98	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2

Аллювиальные луговые карбонатные средне- и тяжелосуглинистые Alluvial meadow carbonate medium and heavy loamy							
1	0-10	7,98	11,79	2,61	22,4	18,6	46
	10-50	8,12	13,22	2,30	4,9	9,6	302
	50-62	8,21	16,27	1,56	3,0	2,8	373
	62-100	8,02	9,50	2,18	3,7	1,0	422
	100-170	8,34	17,89	1,4	3,0	0,8	379
	170-190	8,38	18,91	-	-	-	-
3	0-20	8,00	10,16	3,02	9,1	24,1	416
	20-40	8,07	10,16	2,30	5,0	8,8	288
	40-60	8,13	12,40	2,01	4,15	2,0	236
	60-80	8,17	13,62	1,44	6,5	2,6	204
	80-100	8,17	13,83	1,45	7,5	0	198
	100-120	8,09	13,22	-	-	-	-
	120-140	8,12	12,01	-	19,5	-	-
	140-160	8,05	10,57	-	14,1	-	-
	160-180	8,07	8,34	-	5,2	-	-
4	0-20	7,91	10,57	2,54	9,6	31	273
	20-40	7,95	11,18	1,92	3,6	52,9	435
	40-60	8,07	15,45	1,79	4,4	1,4	311
	60-80	8,11	13,01	1,40	12,1	0,9	143
	80-100	8,09	14,44	1,40	22,4	1,7	144
	100-120	8,06	13,42	-	33,9	-	-
	120-140	8,06	11,59	-	5,8	-	-
	140-160	8,08	14,84	-	10,2	-	-
	160-180	8,26	13,01	-	3,7	-	-
6	0-15	7,09	11,55	4,30	24,6	45,6	91
	15-42	7,73	7,00	4,40	21,3	24,6	396
	42-80	7,92	7,29	3,32	27,5	2,6	406
	80-123	8,03	8,59	2,54	19,5	0,7	310
	123-135	8,14	23,09	-	24,6	0,8	177
	135-190	8,17	18,05	-	15,1	-	-
Аллювиальные луговые карбонатные легкоглинистые Alluvial meadow carbonate light clay							
2	0-20	7,87	9,15	3,32	7,98	34,8	401
	20-40	7,91	9,35	2,88	4,8	31,8	265
	40-60	8,05	11,38	2,41	7,2	2,6	309
	60-80	8,06	13,01	1,41	6,2	0	173
	80-100	8,01	12,81	1,40	10,0	2,6	149
	100-120	8,03	12,40	-	10,2	-	-
	120-140	8,02	8,13	-	7,8	-	-
	140-160	7,99	7,11	-	12,6	-	-
	160-180	8,00	8,54	-	14,1	-	-
7	0-30	8,25	9,82	2,36	-	11,2	163
	30-70	8,21	13,56	2,69	-	0,2	156
	80-140	8,34	8,58	1,67	-	-	-
8	0-50	8,20	8,68	-	-	5,6	220
	50-100	8,23	11,99	-	-	0,5	142
	100-150	8,38	12,54	-	-	-	-

В лугово-черноземных почвах содержание общих карбонатов в плантажном слое низкое (около 4%), в иллювиальном карбонатном горизонте и почвообразующей породе было высоким и достигало 22-25%, что может быть токсично для таких культур как черешня, персик, некоторые сорта груши.

Содержание гумуса в пахотном слое почв в основном невысокое (2-3%), за исключением разрезов 5 и 6, где в слое 0-42 см оно было несколько выше 4%. Это связано с внесением больших доз органики или большого количества ила (сапропеля) как удобрения. С глубиной содержание гумуса в почвах постепенно снижалось, но на глубине 80-170 см в большинстве разрезов было еще достаточно высоким и составляло 1,40-1,67%. Таким образом, мощность гумусового слоя в обследованных почвах составила 100-170 см, т.е. почвы мощные и сверхмощные.

Содержание гумуса в пахотном слое почв зависело от гранулометрического состава и агротехники (внесение удобрений, интенсивность обработки, содержание поверхности почвы и т.д.). В иллювиальных луговых карбонатных почвах установлена положительная сильная достоверная корреляционная зависимость между средним содержанием гумуса в плантажном слое и содержанием частиц физической глины ($r=0,82$) и ила ($r=0,93$). В связи с этим, более легкие среднесуглинистые почвы менее плодородны, склонны к распылению и требуют внесения дополнительных доз органических удобрений или задернения многолетними травами с постоянным их скашиванием и использованием растительных остатков на месте в виде мульчи. Запасы гумуса в метровом слое почв были высокими и колебались от 200 т/га в среднесуглинистых до 403 т/га в легкоглинистых почвах. Местами в лугово-черноземных почвах они были еще более значительными и достигали 438 т/га, что определяет высокое потенциальное плодородие этих почв и оптимальные запасы гумуса для выращивания плодовых растений.

Содержание нитратного азота в исследованных почвах низкое, в плантажном слое 3,6-9,6 мг/кг, а в разрезах 1 и 6 под молодыми насаждениями яблони и груши среднее (21,3-27,5 мг/кг), что связано с внесением до 20 т/га навоза перед закладкой сада и повышенным содержанием гумуса (табл. 2). С глубиной (80-120 см) содержание нитратного азота снижалось до 3-7 мг/кг, а затем повышалось в слое 80-180 см до величин 10-34 мг/кг, что свидетельствует о неполном поглощении плодовыми растениями вносимых с удобрениями нитратов и передвижении их в нижние слои почвы. Это может привести к загрязнению нитратами подпочвы и грунтовых вод.

Содержание подвижного фосфора в слое 0-20(40) см было на уровне средней и оптимальной обеспеченности (18,6-45,6 мг/кг) [11]. Ниже по профилю концентрация подвижных форм фосфора резко снижалась, и в пределах плантажного слоя колебалась от 2,0 до 11,2 мг/кг. В слое глубже 1 м от поверхности содержание P_2O_5 очень низкое и редко превышало 1,0 мг/кг (табл. 2).

Содержание обменного калия в плантажном слое почв высокое и отвечает оптимальному уровню обеспеченности для плодовых культур (табл. 2) [11]. Местами наблюдается снижение содержания подвижного K_2O в слое 0-20 см и перемещение его вниз по профилю с максимумом в слое 40-100 см. Ниже по профилю содержание обменного калия постепенно снижалось, но на глубине 100-170 см было высоким за счет присутствия его в минералах иллювиальных наносов.

Поглотительная способность почв и состав поглощенных оснований определяют ее плодородие. Полученные данные свидетельствуют о том, что сумма обменных катионов зависела от гранулометрического состава. Так, в легкоглинистых и тяжелосуглинистых почвах (прослойках) она достаточно высока (19-36 смоль-экв(+)/кг), у среднесуглинистых почв снижалась до 15-18 смоль-экв(+)/кг (табл. 3).

Таблица 3

Содержание обменных оснований в почвах (2017 г.)

Table 3

The content of exchange bases in the soils (2017)

№ разреза Soil layer, cm	Глубина, см Soil layer, cm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма оснований	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
		смоль-экв(+)/кг cmol-eq/kg				% от суммы % of the amount		
Лугово-черноземные карбонатные тяжелосуглинистые Meadow-black earth carbonate loamy								
5	0-10	30,0	4,0	0,20	34,20	87,7	11,7	0,6
	10-60	26,0	3,0	0,31	29,31	88,7	10,2	1,1
	60-100	29,0	0,5	0,35	29,85	97,2	1,7	1,2
Аллювиальные луговые карбонатные средне- и тяжелосуглинистые Alluvial meadow carbonate medium and heavy loamy								
1	0-10	16,0	3,0	0,15	19,15	83,6	15,7	0,8
	10-50	13,0	5,0	0,11	18,11	71,8	27,6	0,6
	50-62	12,0	4,0	0,20	16,20	74,1	24,7	1,2
	62-100	18,0	4,0	0,49	22,49	80,0	17,8	2,2
	100-170	16,0	3,0	1,24	20,24	79,1	14,8	6,1
3	0-20	15,0	1,0	0	16,0	93,8	6,3	0
	20-40	14,0	2,0	0	16,0	87,5	12,5	0
	40-60	14,0	3,0	0,01	17,01	82,3	17,6	0,1
	60-80	14,0	3,0	0,30	17,3	80,9	17,3	1,7
	80-100	16,0	1,0	0,35	17,35	92,2	5,8	2,0
4	0-20	14,0	2,0	0	16,0	87,5	12,5	0
	20-40	15,0	2,0	0	17,0	88,2	11,8	0
	40-60	16,0	2,0	0,01	18,01	88,8	11,1	0,1
	60-80	16,0	4,0	0,17	20,17	79,3	19,8	0,8
	80-100	14,0	1,0	0,03	15,03	93,1	6,7	0,2
6	0-15	27,0	4,0	0,04	31,04	87,0	12,9	0,1
	15-42	27,0	9,0	0,19	36,19	74,6	24,9	0,5
	42-80	24,0	2,0	0,48	26,48	90,6	7,6	1,8
	80-123	20,0	2,0	0,75	22,75	87,9	8,8	3,3
	123-135	14,0	1,0	0,87	15,87	88,2	6,3	5,5
Аллювиальные луговые карбонатные легкосуглинистые Alluvial meadow carbonate light clay								
2	0-20	19,0	2,0	0	21,0	90,5	9,5	0
	20-40	20,0	2,0	0	22,0	90,9	9,1	0
	40-60	21,0	2,0	0	23,0	91,3	8,7	0
	60-80	21,0	2,0	0,08	23,08	91,0	8,7	0,3
	80-100	14,0	3,0	0,16	17,08	82,0	17,6	0,9
7	0-30	21,8	2,2	0,02	24,02	90,8	9,2	0,1
	30-70	23,0	4,6	0,06	27,66	83,2	16,6	0,2

Установлена прямая сильная достоверная зависимость между суммой обменных катионов и содержанием частиц физической глины ($r = 0,71$, $n = 22$). В составе поглощенных катионов преобладал ион кальция. Его содержание находилось в пределах 20-30 смоль-экв(+)/кг в легкосуглинистых и тяжелосуглинистых почвах, в среднесуглинистых снижалось до 10-16 смоль-экв(+)/кг. Максимальное содержание поглощенного кальция отмечено в гумусовом горизонте, с глубиной оно снижалось. Относительное содержание этого иона составляло в большинстве случаев 80-90% от суммы обменных оснований. Редко его доля в сумме оснований снижалась до 72-75%, что связано с увеличением доли обменного магния до 25-28% от суммы оснований. Последнее может вызывать ухудшение физических свойств почвы.

Содержание обменного натрия в почвах было невысоким или было ниже чувствительности метода и колебалось в основном от 0 до 3,3% от суммы оснований. С глубиной содержание этого иона в ППК постепенно повышалось. В отдельных разрезах (1, 6) в прирусловой пойме – до 0,9-1,2 смоль-экв(+)/кг в слое 100-170 см, что составляло 5,5-6,1% от суммы оснований и свидетельствует о слабой солонцеватости почвообразующей породы (табл. 3).

Определение солевого состава водной вытяжки из почв показало, что почвы, занятые садами, не засолены легкорастворимыми солями, сумма солей колебалась в пределах 0,035-0,092% (табл. 4). Состав солей в основном сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый, реже хлоридно-гидрокарбонатный. С глубиной количество солей возрастало, что свидетельствует о нисходящем движении влаги в почве. В лугово-черноземных почвах накопление солей отмечено в слое 60-125 см, что может быть вызвано значительным уплотнением нижележащих горизонтов и скоплением солей, которые, вымываясь атмосферными осадками, накапливаются на этом водоупоре. В единичных разрезах в слое 0-70 см (разрез 9), отмечено некоторое незначительное накопление солей по сравнению с нижележащими слоями, вследствие выпотного режима или привноса солей извне и может повлечь за собой вторичное засоление почв.

Таблица 4

Катионно-анионный состав водной вытяжки из почв (2017 г.)

Table 4

Cation-anion composition of water extract from soils (2017)

№ разреза No section	Глубина, см Soil layer, cm	Сумма солей, % The amount of salts,%	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма токсичных солей The amount of toxic salts	
										нейтра- льных neutral	щелоч- ных alkaline
										смоль-экв/кг smol-eq/kg	
Лугово-черноземные карбонатные тяжелосуглинистые Meadow-black earth carbonate loamy											
5	0-10	0,040	0	0,44	0	0,07	0,44	0,04	0,03	0,07	0
	10-60	0,050	0	0,52	0	0,12	0,52	0,08	0,04	0,12	0
	60-100	0,076	0	0,60	0	0,42	0,68	0,20	0,14	0,34	0
	100-125	0,074	0	0,52	0	0,46	0,64	0,08	0,26	0,34	0
	125-180	0,059	0	0,44	0	0,35	0,40	0,16	0,23	0,39	0,04
	180-200	0,056	0	0,48	0	0,26	0,44	0,12	0,18	0,30	0,04
9	0-50	0,070	0	0,44	0,04	0,52	0,52	0,44	0,04	0,34	0
	50-70	0,050	0	0,56	0,04	0,04	0,52	0,04	0,08	0,39	0,04
	70-130	0,048	0	0,48	0,04	0,12	0,36	0,20	0,08	0,30	0,04
Аллювиальные луговые карбонатные средне- и тяжелосуглинистые Alluvial meadow carbonate medium and heavy loamy											
1	0-10	0,035	0	0,44	0	0	0,35	0,04	0,05	0,09	0,09
	10-50	0,043	0	0,54	0	0	0,44	0,08	0,02	0,10	0,10
	50-62	0,050	0	0,60	0	0,03	0,48	0,12	0,03	0,15	0,12
	62-100	0,060	0	0,36	0	0,45	0,60	0	0,21	0,21	0
	100-170	0,071	0	0,32	0	0,64	0,36	0,04	0,56	0,60	0
	170-190	0,076	0	0,60	0	0,39	0,40	0,04	0,55	0,59	0,20
3	0-20	0,043	0	0,48	0,07	0	0,48	0	0,07	0,07	0
	20-40	0,048	0	0,50	0,04	0,07	0,52	0	0,09	0,09	0
	40-60	0,052	0	0,58	0,08	0	0,52	0	0,14	0,14	0,06
	60-80	0,055	0	0,60	0,12	0	0,48	0,04	0,20	0,24	0,12
	80-100	0,058	0	0,48	0,16	0,14	0,48	0,04	0,26	0,30	0

Продолжение таблицы 4

	100-120	0,076	0	0,56	0,16	0,31	0,56	0,04	0,43	0,47	0
	120-140	0,064	0	0,48	0,12	0,26	0,48	0	0,38	0,38	0
	140-160	0,076	0	0,52	0,12	0,38	0,60	0	0,42	0,42	0
	160-180	0,074	0	0,56	0,12	0,31	0,56	0	0,43	0,43	0
4	0-20	0,046	0	0,52	0,08	0	0,48	0,08	0,04	0,12	0,04
	20-40	0,053	0	0,56	0,04	0,09	0,52	0,12	0,05	0,17	0,04
	40-60	0,048	0	0,56	0,04	0,02	0,48	0,08	0,06	0,14	0,08
	60-80	0,052	0	0,44	0,04	0,21	0,56	0,08	0,05	0,13	0
	80-100	0,064	0	0,44	0,04	0,40	0,70	0,12	0,06	0,18	0
	100-120	0,065	0	0,44	0	0,44	0,68	0,12	0,08	0,20	0
	120-140	0,064	0	0,44	0	0,43	0,64	0,16	0,07	0,23	0
	140-160	0,062	0	0,52	0,04	0,27	0,64	0,12	0,07	0,19	0
	160-180	0,059	0	0,48	0	0,31	0,52	0,12	0,15	0,27	0
6	0-15	0,053	0	0,56	0,06	0,27	0,74	0,10	0,05	0,15	0
	15-42	0,062	0	0,64	0,10	0,33	0,86	0,04	0,17	0,21	0
	42-80	0,075	0	0,56	0,06	0,38	0,78	0,02	0,20	0,22	0
	80-123	0,060	0	0,48	0,06	0,26	0,54	0,04	0,22	0,26	0
	123-135	0,079	0,02	0,50	0,10	0,44	0,62	0	0,44	0,44	0,02
	135-190	0,073	0,02	0,50	0,06	0,36	0,50	0,02	0,42	0,44	0,02
Аллювиальные луговые карбонатные легкоглинистые											
Alluvial meadow carbonate light clay											
2	0-20	0,060	0	0,56	0,08	0,16	0,60	0,08	0,12	0,20	0
	20-40	0,059	0	0,64	0,12	0,01	0,60	0,08	0,09	0,17	0,04
	40-60	0,064	0	0,60	0,08	0,17	0,60	0,08	0,17	0,25	0
	60-80	0,065	0	0,56	0,16	0,14	0,56	0,04	0,26	0,30	0
	80-100	0,080	0	0,48	0,12	0,28	0,56	0,04	0,28	0,32	0
	100-120	0,090	0	0,52	0,12	0,47	0,60	0,16	0,35	0,51	0
	120-140	0,092	0	0,52	0,16	0,59	0,60	0,24	0,43	0,67	0
	140-160	0,088	0	0,56	0,16	0,55	0,64	0,16	0,47	0,63	0
	160-180	0,088	0	0,56	0,08	0,56	0,52	0,16	0,52	0,68	0,04
7	0-30	0,044	0	0,48	0,04	0,49	0,44	0,08	0,05	0,13	0,04
	30-70	0,049	0	0,52	0,04	0,69	0,44	0,04	0,07	0,11	0,08
	80-140	0,061	0	0,56	0,04	0,14	0,40	0,08	0,26	0,34	0,16
8	0-50	0,048	0	0,48	0,04	0,11	0,44	0,12	0,07	0,19	0,04
	50-100	0,053	0	0,52	0,04	0,12	0,44	0,16	0,08	0,24	0,08
	100-150	0,064	0	0,56	0,04	0,21	0,36	0,20	0,25	0,45	0,20

Наибольшее количество водорастворимых солей, особенно хлоридов и сульфатов натрия отмечено в разрезе 2, что связано с длительным интенсивным орошением сада водой из скважины, имеющей хлоридно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый состав и содержанием солей 680 мг/л, в том числе 65% токсичных нейтральных [16]. Хотя вода и пригодна для орошения, длительное ее использование и тяжелый гранулометрический состав почв повлекли за собой некоторое накопление солей, особенно в слое 100-180 см, которое в контуре увлажнения в конце поливного сезона было еще более значительным.

Сода в почвах отсутствовала, и только в разрезе 6 на глубине 123-190 см отмечено незначительное ее количество. Содержание иона HCO_3^- в почвах невысокое и колебалось от 0,32 до 0,64 смоль-экв(-)/кг. Наиболее токсичными для растений являются гидрокарбонаты натрия и магния (токсичные щелочные соли). Эти соли или отсутствовали, или обнаружены в незначительных количествах, наибольшая их концентрация (0,16-0,20 смоль-экв/кг) находилась в слое 100-190 см, что ниже предельно допустимого для плодовых культур [13].

Содержание ионов хлора в почвах было невысоким или они отсутствовали. Максимальные концентрации этого иона накапливались в почве, длительно орошаемой водой артезианской скважины (разрез 2) и в разрезе 3 на глубине 100-160 см (0,16 смоль-экв(-)/кг), что нетоксично для плодовых культур. Содержание сульфатов в почвах также было невысоким с максимумом в средней части профиля. Эти ионы в основном были связаны с кальцием и образовывали гипс (CaSO_4), практически безвредную соль для плодовых растений.

Сумма нейтральных токсичных солей (сульфатов и хлоридов натрия и магния) в почвах, в основном, низкая (0,07-0,51 смоль-экв/кг) (табл. 3). Редко в нижней части профиля (разрезы 1 и 2, слой 100-180 см) эти соли накапливались до 0,59-0,63 смоль-экв/кг за счет увеличения содержания хлоридов. Такое количество нейтральных токсичных солей находилось в допустимых пределах для плодовых культур [7, 8]. Установлено, что сумма солей в аллювиальных луговых карбонатных почвах исследуемого массива в большей мере и достоверно зависела от содержания ионов SO_4^{2-} ($r = 0,80$) и Na^+ ($r = 0,83$), в меньшей мере – от содержания ионов Cl^- (табл. 5).

Таблица 5

Корреляционные зависимости концентрации ионов в водной вытяжке аллювиальных луговых карбонатных почв (2017 г., n = 39)

Table 5

Correlation dependences of the concentration of ions in the water extract of alluvial meadow carbonate soils, CEHS, 2017 (n = 39)

Ионы, соли Ions, salts	Сумма солей, % The amount of salts, %	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Сумма токсичных нейтральных солей The amount of toxic neutral salts
CO_3^{2-}	0,22								
HCO_3^-	0,11	-0,07							
Cl^-	0,48*	0,04	0,39*						
SO_4^{2-}	0,80*	0,17	-0,36*	0,06					
Ca^{2+}	0,27	-0,00	0,23	0,22	0,34*				
Mg^{2+}	0,26	-0,24	0,08	-0,03	0,32	0,20			
Na^+	0,83*	0,28	-0,04	0,45*	0,66*	-0,15	-0,11		
Сумма токсичных нейтральных солей The amount of toxic neutral salts	0,91*	0,20	-0,02	0,40*	0,77*	-0,07	0,24	0,94*	
Сумма токсичных щелочных солей The amount of toxic alkaline salts	-0,24	-0,12	0,37*	-0,33*	-0,39*	-0,52*	-0,02	-0,06	-0,07

Примечание. Жирным шрифтом выделены существенные корреляционные связи, $p \leq 0,05$.

Note. In bold, significant correlations are highlighted, $p \leq 0.05$.

Сумма нейтральных токсичных солей обусловлена повышением концентрации сульфатов и хлоридов натрия, что связано с составом солей почвы. Токсичная щелочность прямо, хотя и в слабой степени определялась содержанием ионов HCO_3^- , и имела обратную слабую и среднюю достоверную зависимость с содержанием ионов SO_4^{2-} , Cl^- и Ca^{2+} . Следовательно, для предотвращения повышения токсичной щелочности в почвах следует увеличивать содержание в ней водорастворимого кальция. Это может быть достигнуто внесением небольших доз кальцийсодержащих мелиорантов (фосфогипс, железный купорос) или приемов, снижающих щелочность почв – посев сидератов, многолетних трав, внесение опилок, соломы и др.

В лугово-черноземных почвах сумма солей в большей мере определялась содержанием иона SO_4^{2-} ($r=0,92$) и иона Ca^{2+} ($r=0,83$), что представляет сульфат кальция (табл. 6). Токсичные нейтральные соли, связанные в основном содержанием сульфата натрия, как и в аллювиальных луговых почвах, практически отсутствовали и не представляют угрозы для плодовых культур.

Таблица 6

Корреляционные зависимости концентрации ионов в водной вытяжке лугово-черноземных почв садовых агропеленозов, (2017 г., n = 6)

Table 6

Correlation dependences of the concentration of ions in the water extract of meadow chernozem soils (2017, n = 6)

Ионы, соли Ions, salts	Сумма солей % The amount of salts, %	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Сумма токсичных нейтральных солей The amount of toxic neutral salts
HCO_3^-	0,78						
SO_4^{2-}	0,92*	0,48					
Ca^{2+}	0,83*	0,91*	0,58				
Mg^{2+}	0,60	0,49	0,64	0,28			
Na^+	0,64	0,03	0,87*	0,17	0,42		
Сумма токсичных нейтральных солей The amount of toxic neutral salts	0,74	0,24	0,92*	0,25	0,75	0,91*	
Сумма токсичных щелочных солей The amount of toxic alkaline salts	-0,15	-0,51	0,12	-0,67	0,35	0,47	0,50

Примечание. Жирным шрифтом выделены существенные корреляционные связи, $p \leq 0,05$.
Note. In bold, significant correlations are highlighted, $p \leq 0.05$.

Выводы

1. Детальное исследование почв под садами отделения Никитского ботанического сада «Крымская опытная станция садоводства» позволило выделить 3 вида и разновидности почв: 1. Лугово-черноземные карбонатные мощные слабогумусированные тяжелосуглинистые на красно-бурых легких глинах. 2. Аллювиальные луговые карбонатные остепненные сверхмощные слабогумусированные средне- и тяжелосуглинистые на буром слоистом карбонатном аллювии современных речных долин. 3. Аллювиальные луговые карбонатные остепненные сверхмощные слабогумусированные легкоглинистые на буром слоистом карбонатном аллювии современных речных долин.

2. Аллювиальные луговые почвы отличаются неоднородным гранулометрическим составом. Верхний полуметровый слой средне- и тяжелосуглинистый с преобладанием крупной пыли и мелкого песка, ниже по профилю и в почвообразующей породе гранулометрический состав утяжеляется до легкоглинистого нередко со среднеглинистыми прослойками и высоким содержанием ила. Гранулометрический состав лугово-черноземных почв более однородный тяжелосуглинистый с высоким содержанием ила, почвообразующая порода легкоглинистая слабослитая, плотная.

3. Почвы плодородные с мощным и сверхмощным гумусовым горизонтом, хотя содержание гумуса невысокое и находится в пределах 2-4%, что свидетельствует о дегумификации данных почв. Содержание гумуса зависело от гранулометрического состава. Запасы гумуса в почвах высокие и находятся в пределах 200-400 т/га.

4. Почвы отделения карбонатные и сильнокарбонатные с содержанием карбонатов (7-19%). В почвообразующей породе их содержание нередко может повышаться до 22-25%, что превышает допустимые пределы для некоторых сортов черешни, персика и груши.

5. Почвы характеризуются средней обеспеченностью элементами питания для плодовых культур в пахотном горизонте, ниже по профилю содержание подвижного фосфора и обменного калия снижается, нитратного азота – возрастает из-за избыточного внесения азотных удобрений и передвижения нитратов в нижние слои.

6. Сумма поглощенных оснований в исследованных почвах довольно высокая, особенно в почвах тяжелосуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава. Среди катионов преобладают ионы кальция (70-97%) с невысоким содержанием обменного магния и низким натрия. В отдельных разрезах аллювиальных луговых почв содержание последних повышается: обменного магния – до 20-30%, натрия – до 5-6% от суммы поглощенных оснований.

7. Почвы отделения, занятые садами, не засолены легкорастворимыми солями в токсичных для плодовых культур концентрациях. Состав солей сульфатно-гидрокарбонатный-кальциевый у лугово-черноземных и сульфатно-натриевый у аллювиальных почв. Длительное капельное орошение аллювиальных луговых почв водой артезианской скважины (сумма солей 0,7 г/л), привело к накоплению легкорастворимых солей с максимумом их содержания в нижних слоях почвы и слабому ощелачиванию.

8. На основании всего вышесказанного можно заключить, что почвы отделения «Крымская опытная станция садоводства» пригодны под размещение плодовых насаждений с ориентировочной относительной оценкой 80-90%. В аллювиальных почвах есть среднеглинистые прослойки с высоким содержанием ила, в лугово-черноземных почвах прослойки плотных высококарбонатных слабослитых плиоценовых глин с повышенным содержанием ила.

9. Исследованные почвы подвержены слабой степени деградации, которая выражается в снижении содержания гумуса, дефляции среднесуглинистых разновидностей, уплотнении, накоплении нитратов в нижней части профиля, слабом осолонцевании, накоплении легкорастворимых солей и ощелачивании.

Рекомендации производству

1. Для улучшения почв и предотвращения дальнейшей их деградации рекомендуется задернение междурядий садов многолетними травами, внесение минеральных удобрений (особенно азотных) дробными нормами в соответствии с выносом элементов питания с урожаем, а также в зависимости от физиологической потребности растений; периодическое безотвальное глубокое рыхление почв для улучшения водно-физических свойств и разуплотнения прослоек тяжелого гранулометрического состава.

2. Для почв с повышенным содержанием токсичной щелочности рекомендуется химическая мелиорация с внесением небольших доз кальций- и кислотосодержащих мелиорантов (фосфогипс, железный купорос и др.).

3. Применение системы орошения на всех участках садов и в питомнике, использование поливной воды с минерализацией не выше 0,5 г/л для предупреждения процессов засоления почв; использование хлорозустойчивых подвоев для основных плодовых культур: яблони, груши, черешни, алычи и сливы.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем работникам лаборатории агроэкологии НБС-ННЦ, принимавшим участие в анализе почвенных образцов.

Работа выполнена в рамках темы Госзадания № 0829-2015-0003.

Acknowledgements

The authors are grateful to all the workers of the agroecology laboratory of the NBG-NSC who took part in the analysis of soil samples.

The work was performed in the framework of the theme of the state order number 0829-2015-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрокліматичний довідник по автономній республіці Крим (1986 – 2005 pp.) / За редакцією в.о. начальника ЦГМ в АРК О.І. Прудка та к. геогр. н. Т.І. Адаменко. – Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 342 с.
2. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова М.: Наука, 1975. 656 с.
3. Акчурина А.Р., Костенко И.В. К оценке пригодности аллювиально-луговых почв Крыма под виноградники // Экологические проблемы садоводства и интродукции растений. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2008. Т. 130. С. 16–24.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв / 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
5. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 1977. Т. 70. С. 92–120.
6. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
7. Иванов В.Ф. Методические указания по проведению исследований и оценке почв при отборе земель под сады на юге Украины. Ялта, 1978. 46 с.
8. Иванов В.Ф., Иванова А.С., Опанасенко Н.Е., Литвинов Н.П., Важов В.И. Экология плодовых культур. К.: Аграрна наука, 1998. 408 с.
9. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 221 с.
10. Клименко О.Е. Лугово-черноземные почвы под садами Крыма как эталон плодородия и предмет охраны // Красная книга почв и ее значение для охраны почвенного покрова: Мат. Всеросс. Науч. конф. 20-23 окт. 2015 г. / отв. ред. И.В. Костенко. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. С. 158–165.
11. Методические рекомендации по применению удобрений при проектировании садов и виноградников / Составители: Яхонтов А.Ф., Колесник В.М., Скворцов А.Ф., Митасов И.М., Жабенко Г.И. Симферополь, 1987. 26 с.
12. Методические рекомендации по районированию природных условий Крыма для целей садоводства / Составители: В.И. Важов, В.Ф. Иванов, С.А. Косых. Ялта, 1986. 40 с.
13. Методические рекомендации по химической мелиорации почв с высокой щелочностью перед закладкой сада и в плодоносящем саду / Составители: О.Е. Клименко, В.Ф. Иванов. Ялта, 1996. 33 с.
14. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. М.: Колос, 1973. 48 с.

15. Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П. Агроэкологические ресурсы и районирование степного и предгорного Крыма под плодовые культуры. Симферополь: ООО Издательство «Научный мир», 2015. 215 с.

16. Орел Т.И., Новицкий М.Л. Влияние длительного капельного орошения на физические свойства луговых аллювиальных почв Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Вып. 126. С. 116–121. DOI: 10.25684/NBG.boolt.127.2018.04.

17. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия: справочное издание. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.

18. Рябов В.А. Влияние условий перезимовки на продуктивность косточковых плодовых культур в центральной предгорной зоне Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2015. № 4 (167). С. 33–42.

19. Савин И. Ю., Овечкин С. В. Об обновлении среднемасштабных почвенных карт // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1184–1192. DOI: 10.7868/S0032180X14100128.

20. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: монография / Науч. ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.

REFERENCES

1. *Agro-climatic reference book about the Autonomous Republic of Crimea (1986-2005)* / O.I. Prudko and T.I. Adamenko (Eds.). Simferopol: TGM in the ARC, 2011. 342 p. [In Ukrainian].

2. *Agrochemical methods of soil investigation* / A.V. Sokolov (Ed.). Moscow: Nauka, 1975. 656 p. [In Russian].

3. Akchurin A.R., Kostenko I.V. On the assessment of the suitability of alluvial-meadow soils of the Crimea under vineyards. Ecological problems of gardening and plant introductions. *Proceedings of the State Nikitsky Botanical Gardens*. 2008. 130: 16–24. [In Russian].

4. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying the physical properties of soil. / 3rd ed., revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p. [In Russian].

5. Vazhov V.I. Agroclimatic zoning of the Crimea. *Proceedings of the State Nikita Botanical Gardens*. 1977. 70: 92–120. [In Russian].

6. Vorobieva L.A. *Chemical analysis of soil*. Moscow: Publishing House of MSU, 1998. 272 p. [In Russian].

7. Ivanov V.F. *Guidelines for research and assessment of soil in the selection of land for gardens in southern Ukraine*. Yalta, 1978. 46 p. [In Russian].

8. Ivanov V.F., Ivanova A.S., Opanasenko N.E., Litvinov N.P., Vazhov V.I. *Ecology of fruit crops*. Kiev: Agrarna nauka, 1998. 408 p. [In Russian].

9. *Classification and diagnosis of the soil of the USSR*. Moscow: Kolos, 1977. 221 p. [In Russian].

10. Klimenko O.E. Meadow-chnozem soils under the gardens of the Crimea as a standard of fertility and subject of protection. *The Red Soil Book and its significance for the protection of soil cover*. Proceedings. All-Russian Scientific conf. Oct. 20 – 23, 2015 / I.V. Kostenko (Ed.). Simferopol: PH "ARIAL", 2015: 158–165. [In Russian].

11. *Guidelines for the use of fertilizers in the design of orchards and vineyards* / Compiled by: Yakhontov A.F., Kolesnik V.M., Skvortsov A.F., Mitasov I.M., Zhabenko G.I. Simferopol, 1987. 26 p. [In Russian].

12. *Guidelines for the zoning of the natural conditions of the Crimea for gardening* / Compiled by: V.I. Vazhov, V.F. Ivanov, S.A. Kosich. Yalta, 1986. 40 p. [In Russian].

13. *Guidelines for the chemical reclamation of soils with high alkalinity before laying*

the garden and in the fruitful garden / Compiled by: O.E. Klimenko, V.F. Ivanov. Yalta, 1996. 33 p. [In Russian].

14. *All-Union instruction on soil surveys and the compilation of large-scale soil maps of land use*. Moscow: Kolos, 1973. 48 p. [In Russian].

15. *Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Evtushenko A.P. Agroecological resources and zoning of the steppe and foothill Crimea for fruit crops*. Simferopol: Publishing House "Nauchniy mir", 2015. 215 p. [In Russian].

16. *Orel T.I., Novitsky M.L.* The effect of long-term drip irrigation on the physical properties of meadow alluvial soils of the Crimea. *Bulletin of the State Nikita Botanical Gardens*. 2018. 126: 116-121. DOI: 10.25684 / NBG.boolt.127.2018.04. [In Russian].

17. *Polovitsky I.Ya., Gusev P.G.* *Soils of the Crimea and increase their fertility: a reference book*. Simferopol: Tavria, 1987. 152 p. [In Russian].

18. *Ryabov V.A.* Influence of overwintering conditions on the productivity of stone fruit crops in the central foothill zone of the Crimea. *News of Agricultural Science of Tavrida*. 2015. 4 (167): 33–42. [In Russian]

19. *Savin I.Yu., Ovechkin S.V.* On the updating of medium-scale soil maps. *Eurasian soil science*. 2014. 47 (10): 987-994. DOI: 10.1134/S1064229314100111.

20. *Modern landscapes of the Crimea and adjacent waters: a monograph* / E.A. Pozachenuk (Sc. Ed.). Simferopol: Business-Inform, 2009. 672 p. [In Russian]

Plugatar Yu.V., Klimenko O.E., Klimenko N.I., Sotnik A.I., Oryol T.I., Novitsky M.L. Composition, properties and rational use of soils of garden agrocoenoses of Salgir river valley (the case of «Crimean experimental station of gardening», the department of the Nikitsky botanical gardens) // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2019. – Vol.148. – P. 5-21.

Abstract. A detailed survey of soils occupied by orchards of the Nikita Botanical Garden department "Crimean Experimental Horticulture Station" has been conducted. The physical, physicochemical, and agrochemical properties of soils were studied. Three types and varieties of meadow chernozem and alluvial meadow carbonate soils were identified. Soils have some negative properties that can lead to inhibition of fruit crops: compaction, the presence of interlayers of light and medium clay granulometric composition, increased carbonate content. It has been established that the soils as a result of prolonged anthropogenic impact are subject to slight degradation, which is expressed in dehumification, salinization and alkalization. The recommendations have been done for placement of fruit crops in the area for the rational use of soils. A list of these cultures is limited to certain climatic conditions. In this regard, in this area should be placed plantings of apple, pear, cherry, cherry plum, plum and walnut on carbonate-resistant rootstocks. Recommendations for improving the soil, which are in the sowing of the rows of gardens with perennial grasses, the introduction of mineral fertilizers; periodic loosening of the soil to a depth of 80 – 100 cm to improve the water-physical properties and decompaction of the layers of heavy particle size have been developed. Chemical reclamation is recommended for soils with a high content of toxic alkalinity with the introduction of small doses of calcium and acid-containing ameliorates (phosphogypsum, iron vitriol, etc.). It is necessary to create an irrigation system in all areas of fruit plantations and the use of irrigation water with mineralization not exceeding 0.5 g per liter to prevent soil salinization processes.

Key words: *soil, properties, suitability, valley of the river Salgir, piedmont Crimea, fruit crops, rational placement*