

УДК: 631.481:536.7:550.4.01 (470)

СВОЙСТВА ПОЧВ ПОСТИРРИГАЦИОННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КРЫМА.

Юрий Владимирович Плугатарь¹, Елена Ивановна Ергина²,
Максим Леонидович Новицкий^{1,2}

¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52

² Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского,
295007, Россия, г. Симферополь, проспект Вернадского
E-mail: maxim.novickiy@bk.ru, ergina65@mail.ru

Исследования проводились на разновозрастных постирригационных агроландшафтов (залежный, посригационный, багорный участки). Нами было установлено, что почва сохраняет свойства, сформировавшиеся за длительный полувековой период орошения. Гранулометрический состав претерпевает лишь незначительных изменений. Все изученные почвы, состоящие преимущественно из легкой глины с доминированием иловых фракций, обладают высокой плотностью сложения и низкой пористостью. Реакция почвенной среды в различных вариантах неоднородна и варьирует от 6,97 до 8,50; с глубиной pH возрастает. В целом по всем вариантам характер почвенной среды — щелочной. Содержание гумуса на глубине до 1 м везде невысокое, в среднем более 2%. По классификации такие почвы относятся к малогумусным. В верхнем слое 0-30 см максимум гумуса зафиксирован на залежном участке (Гр 7) — 3,44%, несколько ниже на постирригационном (Гр 5) и богарном (Гр 6) участках — 3,03% и 3,11% соответственно. Это объясняется регулярным использованием почвы под посевы злаковых культур в вариантах Гр 5 и Гр 6.

Ключевые слова: *постирригационные агроландшафты; орошение; гранулометрический состав; гумус; багорный участок; свойства почв*

Введение

Почвенный покров Крыма характеризуется значительным разнообразием, однако преобладающими являются южные черноземы, которые занимают более 45% территории полуострова. Из них 87% расположены на равнинах, а 13% – в предгорьях. Черноземы равнинного Крыма образовались в условиях недостатка влаги и под дерновинно-злаковой растительностью сухих степей. Недостаток влаги и низкое количество биомассы приводят к тому, что содержание гумуса в этих почвах составляет всего 3-3,5%, а мощность гумусового горизонта невелика [14]. Эти почвы активно используются в сельском хозяйстве, и на сегодняшний день 80% их площадей распаханы. Интенсивное использование земель в условиях недостаточного увлажнения, а также резко выраженная континентальность климата с длительными засухами и суховеями, способствовали ухудшению свойств почв и снижению их естественного плодородия. За последние десятилетия содержание гумуса уменьшилось с 2,9 до 2,5%, а ветровая и водная эрозия приводит к разрушению почвенного покрова на значительных территориях Крыма: среднегодовой снос плодородного слоя составляет 8,9 т/га, а потери гумуса – 0,33 т/га [16].

Современные исследования указывают на то, что сельскохозяйственная деятельность существенно влияет на почвы, изменяя их характеристики и процессы, происходящие в них. Эти изменения могут быть глубокими и необратимыми. Например, распашка и обработка почвы приводят к механическому перемешиванию верхних слоев на значительную глубину, что нарушает естественное строение почвенного профиля. Кроме того, замена естественной растительности на

сельскохозяйственные культуры, а также орошение и осушение способствуют трансформации почвы и изменению её свойств. В ходе сельскохозяйственной эксплуатации происходит комплексная структурная реорганизация, затрагивающая водно-физические, химические, физико-химические и биологические характеристики почвы. Это можно рассматривать как переход от естественного процесса почвообразования к антропогенному. В результате такого вмешательства формируются новые почвенные профили, которые могут отличаться как по своему составу, так и по функциональным возможностям [3].

Кроме того, изменения в земельном использовании приводят к нарушению биологического круговорота питательных веществ. Это негативно сказывается на плодородии почвы и может привести к деградации экосистем. Изучение этих изменений стало предметом отдельной области в почвоведении, так как понимание влияния сельского хозяйства на почвы крайне важно для устойчивого развития аграрного сектора и сохранения экосистем. Это направление исследований позволяет находить способы увеличения продуктивности сельского хозяйства без нанесения вреда окружающей среде.

Деградация почвенного покрова на Крымском полуострове представляет собой одну из наиболее острых экологических проблем, с которой сталкивается этот регион. Антропогенные воздействия, такие как интенсивное сельское хозяйство, особенно в виде орошения, значительно изменили почвы, что подтверждается множеством негативных последствий. С начала использования днепровской воды для ирригации с 1960-х годов площадь оросительных сельскохозяйственных земель к концу прошлого века достигла почти 400 тысяч гектаров, что привело к значительному изменению гидрологического режима и химического состава почв.

Процесс эрозии почв усиливается в условиях неустойчивой структуры, вызванной изменениями в водном и питательном циклах. Вторичное засоление, наблюдаемое на пониженных участках с повышенным уровнем грунтовых вод, также стало серьёзной проблемой, приводя к увеличению концентрации натрия и щелочности в почвах. Такие изменения непосредственно угрожают урожайности и могут привести к потере биологического разнообразия в этих зонах.

Уплотнение срединных горизонтов почвы с нарушением их аэрируемости и проницаемости только усугубляет текущие проблемы. Это приводит к ухудшению условий для развития корневой системы растений и дополнительной потере питательных веществ. В результате совокупности этих процессов происходит нарушение геохимического баланса прилегающих территорий, что может негативно сказаться на водоемах и экосистемах, связанных с ними.

В условиях изменяющегося климата и человеческой деятельности крайне важно продолжать исследовать и отслеживать состояние почв и водных ресурсов. Это позволит адаптировать сельскохозяйственные практики к новым условиям и минимизировать негативные последствия. Все эти факторы проявляются на фоне подтвержденных естественных климатических изменений, ведущих к усилению деградации почв из-за процессов водной и ветровой эрозии, что позволяет рассматривать территорию Равнинного Крыма как потенциальную зону активизации опустынивания. В современных условиях почвы представляют собой новый этап их эволюции, и прогнозирование темпов и направлений этого процесса без специальных исследований является довольно сложной задачей, особенно в условиях недостатка аналогичных воздействий. Это и стало причиной формирования цели данной работы, которая заключается в характеристике современного состояния почв постирригационных ландшафтов центральной части Равнинного Крыма для оценки трендов их дальнейшей эволюции.

Объекты и методы исследований

Обследованный участок приурочен к подгорной возвышенной наклонно-аккумулятивно-эрозионной равнине в северной оконечности ее склона, граничащего со степной частью Крыма.

Участки находятся на склоне западной экспозиции, примыкающем к правому берегу долины пра-Салгира.

Предгорная равнина в целом выполнена плащеобразно залегающими лентовидно-ярусными аллювиально-пролювиальными отложениями галечников, чередующимися с глинистыми и песчано-глинистыми осадками, в которых промыты речные долины и балки.

Переносу галечников на большие расстояния способствовали сильные уклоны в горах, интенсивные в межледниковый период временные потоки талых снеговых, ледниковых и дождевых вод, а также бурных рек, стекающих с Крымских гор. В результате верхнетретичное (плиоценовые) и четвертичные галечники с прослоями и линзами глины, песка и супеси сформировали в предгорье Крыма единую поверхность, полого наклонную на север. Наличие мелкоземистых отложений в толще галечников свидетельствуют о переводческом затухании пролювиальных процессов осадконакопления, что связано с неравномерностью поднятия Крымских гор и изменениями климатических условий.

В послеледниковый период по мере изменения климатических условий в сторону ксеротермичности и планации предгорных территорий, пролювиальные процессы стали затухать и уступили место делювиальным, которые переотложили с гор на подгорную равнину красно- и желто-бурые глины и суглинки. Эти суглинки и глины не что иное, как переотложенная с Крымских гор аллитно-сиалитная красноцветная и желто-бурая кора выветривания, сформированная во время субтропического климата. Они обогатились карбонатами в процессе смыва и сноса их с гор, сложенных преимущественно верхнеюрскими и меловыми известняками, а также вследствие выветривания и почвообразования в условиях сухого климата.

По мере протекания эпейрогенных движений суши, развития эрозионных процессов и формирования современной гидрографической сети на водоразделах, в балках и их склонах, в речных долинах предгорья Крыма происходили дальнейшие смыв и переотложение снесенных с гор галечникового-суглинисто-глинистых масс и продуктов их выветривания и почвообразования. В зависимости от высоты над уровнем моря, от интенсивности стока, эрозии и аккумуляции осадков, геологического строения и других природных условий развивались и процессы рельефообразования.

Обследуемые участки характеризуются увалисто-бугристо-балочным рельефом. Плащеобразно залегающие в меридиональном направлении аллювиально-пролювиальные галечники, покрытые делювиальными глинисто-суглинистыми отложениями, в свое время были размыты правым притоком реки Салгир. В настоящее время долина бывшей реки трансформировалась в глубокую балку.

Предварительно для исследований нами выделены участки на территории сельскохозяйственных угодий Учебно-научно-технологического комплекса Агротехнологической академии (структурного подразделения) Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского с различными системами земледелия, в пределах которых заложены разрезы для отбора проб (рис. 1). Административно это территория Симферопольского муниципального района. Климат Предгорно-степной зоны умеренно-континентальный, теплый, с мягкой зимой и, по сравнению с центральной степью, менее засушливый [15].

Гидротермический коэффициент Селянинова равен 0,89. Среднегодовая температура воздуха 9,7°C. Температура июля 19,4-22°C, января 0,5-1,5°C. Средний из

абсолютных годовых минимумов $-17^{\circ}\text{C} \dots -21^{\circ}\text{C}$, а абсолютный минимум достигает $-29^{\circ}\text{C} \dots -35^{\circ}\text{C}$. Сумма температур выше 10°C составляет 3110°C , выше 15°C – 2390°C . Среднегодовая сумма осадков 490 мм. За вегетацию выпадает 270 мм, максимальное количество – в июне (70 мм), минимальное (30 мм) – в феврале – апреле. Испаряемость в среднем за год 840 мм, в период активной вегетации растений – 645 мм.

Расчлененность рельефа накладывает существенный отпечаток на ветровой режим.

Здесь преобладают юго-западные (45%) и северные (41%) ветры. Сильные ветры (до 4 м/с) на возвышенных местах наблюдаются до 30 дней в году. В теплое время с апреля по октябрь бывают 10-12 дней с суховеями.

Центральная равнинная часть Крыма занята ныне почти полностью распаханными типичными и типчаково-ковыльными и разнотравно-типчаково-ковыльными степями, размещенными на черноземах южных. На крайнем юге, уже в предгорьях, они сменяются луговыми степями, развитыми на предгорных черноземах [15].

Согласно Классификации... почв, 1977 [12], почвы территории исследований: предгорные карбонатные черноземы на элювии и делювии карбонатных пород, слабосмытые тяжелосуглинистые.

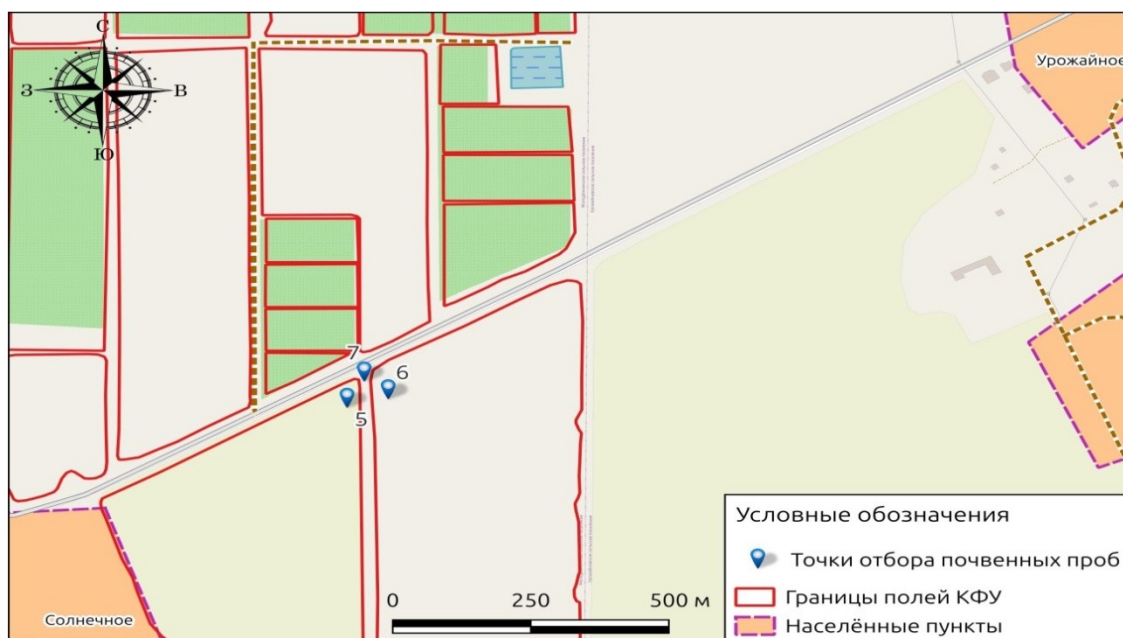


Рис. 1 Местоположение участков исследования

Цифрами обозначены: 5- участок Гр 5 – постирригационный участок; 6 - участок Гр 6 – не орошаемый; 7- участок Гр 7 – залежный участок.

В пределах территории исследования заложены 3 ключевых участка для изучения свойств почв в различных условиях их использования, все они расположены в границах одной почвенной разности на расстоянии не более 1 км.

Участок Гр 5 – заложен на поле с полевым севооборотом, орошаемом до 1989 г., в настоящее время этот участок находится в постирригационном режиме и засеян озимой пшеницей.

Участок Гр 6 – заложен на не орошаемом - поле (богара), на момент исследований тоже засеянное пшеницей. Согласно [2] –богарá (богарные поля, богарное земледелие, – земли в зоне орошаемого земледелия, на которых сельскохозяйственные культуры возделывают без искусственного орошения.

Участок Гр 7 – залежный участок. Участок хорошо задернован травянистой растительностью. Проективное покрытие до 90%. Фитоценоз представлен злаковыми и разнотравными ассоциациями с участием осота полевого (*Sonchus arvensis*), овсяница валлисская или типчак (*Festuca valesiaca*), мятлика лугового (*Poa pratensis*).

В близлежащей лесополосе встречается гледичия (*Gleditsia*), тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis*), шиповник (*Rosa*).

Выбор этого участка как эталонного, обусловлен необходимостью изучения динамики свойств всего ряда почв с различными режимами функционирования: залежь – богара (ранее не орошаемый) – разновременные постирригационные участки.

При полевых и лабораторных исследованиях использованы принятые в почвоведении ГОСТы, ДСТУ и методики. Для аналитических исследований отбирали смешанные образцы почвы, соответственно ГОСТу 58595-2019 [6]. Гранулометрический состав мелкозема определяли методом пипетки пирофосфатным способом и микроагрегатный – по Качинскому [11], объемную массу мелкозема отбирали цилиндром по Н.А. Качинскому – ГОСТ 5180-2015 [7], общую пористость определяли расчетным методом [4]. Гумус определяли методом Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91) [9]. Солевой состав почв оценивали на основании определения катионно-анионного состава водной вытяжки (ГОСТ 26483-85) [8], обменные катионы – по Пфефферу в модификации Молодцова, Игнатовой [5] (Определение кальция комплексонометрическим методом, определение суммы кальция и магния комплексонометрическим методом, определение натрия методом фотометрии пламени). Степень и химизм засоления почвы оценивали по классификации Базилевич и Панковой [1]. Величину pH водной суспензии – потенциометрически (ГОСТ 26483-85) [8], общие карбонаты кальция – газоволуметрическим методом определения углекислоты карбонатов (по объему CO₂) [13].

Результаты и обсуждения исследования

Среди антропогенных факторов орошение имеет наиболее выраженное воздействие на физические свойства почв. Влияние орошения на почву многообразно. В литературе по сей день можно встретить противоречивые сведения о влиянии ирригации на физическое состояние почвы. Отмечаются как благоприятные изменения структурного состояния почв при орошении, так и его ухудшение [10]. О процессах, происходящих в почве после прекращения орошения, т.е. в постирригационный период, до сих пор известно крайне мало, что не дает оснований для окончательных обобщений.

Данные исследований основных участков (табл. 1) указывают на то, что по гранулометрическому составу все участки представлены легкой глиной с преобладанием иловых фракций, при этом различия между ними являются незначительными. Гранулометрический состав почвы на постирригационном участке, возрастом 34 года с полевым севооборотом (Гр 5), однороден, представлен глиной лёгкой с преобладанием илистых фракций – 64,83% (табл. 1). С глубиной содержание физической глины незначительно увеличивается на 5,60% и в среднем составляет 35,65%.

Средней дефляционно опасной пыли, в слое 0-200 см содержится 10,49% равномерно по всему профилю. Распределение пыли мелкой по профилю не однородно, с глубиной этот показатель вырос почти в два раза, от 14,32 в слое 0-10 см до 28,36% в слое 160-180 см. Содержание песчаных фракций — 5,58%.

Богарный участок под полевым севооборотом (Гр 6) по гранулометрическому составу распределен не равномерно и представлен в целом глиной лёгкой – 64,85%, с преобладанием иловатых частиц (табл.1). В верхнем слое почва тяжелосуглинистая –

58,95%, а в нижних слоях – 72,68%. Почва обеспечена илистыми фракциями – 35,81%. В отличие от предыдущего разреза (Гр 5) распределение этой фракции равномерное по всему профилю. Дефляционно опасной средней пыли немного меньше, чем на орошаемом участке на 0,69% и среднее значение содержания этой фракции в слое 0-200 см составляет 9,80%, распределялась не равномерно по профилю. Содержание пыли мелкой существенно увеличивается с глубиной и варьирует от 12,77% в слое 30-40 см до 27,00% в слое 160-180 см, среднее значение составило – 19,23%. Количество пыли крупной с глубиной уменьшается, среднее значение составляет 22,31%.

На залежном участке (Гр 7) почва по гранулометрическому составу тяжёлая и представлена лёгкой глиной с преобладанием илистой фракции (табл.1). Среднее значение физической глины составляет 64,82%, а илистых фракций – 37,50. В верхнем слое содержание физической глины составляло – 58,55% - тяжёлый суглинок, а в нижних слоях глина лёгкая – 70,12%. Дефляционно опасной средней пыли немного меньше, чем на предыдущих двух участках среднее значение в слое 0-200 см равно 9,26%, распределялась не равномерно по профилю. Содержание пыли мелкой значительно увеличивается с глубиной от 8,70% в слое 0-20 см до 25,49% в слое 140-160 см, затем этот показатель резко уменьшается в слое ниже до 20,20%, среднее значение составило – 18,04%.

Содержание пыли крупной с глубиной уменьшается, среднее значение составляет 21,87%. В данном варианте содержание песчаных фракций было самым большим – 6,64%.

Таблица 1

Гранулометрический состав и физические свойства исследованных почв Симферопольского р-на

Слой почвы, см	Содержание фракций, мм						Сумма фракций <0,01 мм	Плотность сложения, г/см ³
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
ГР 5 постирригационный участок								
0-10	2,81	9,82	23,59	11,01	14,32	38,45	63,78	1,12
10-20	2,72	10,08	23,52	11,04	14,24	38,40	63,68	1,19
20-30	2,79	9,61	23,91	10,28	15,01	38,40	63,69	1,38
30-40	2,92	11,76	24,36	9,56	13,08	38,32	60,96	1,40
40-50	2,25	10,31	25,27	9,97	14,71	37,49	62,17	1,42
50-57	2,02	8,45	26,48	10,12	16,14	36,79	63,05	1,42
57-80	1,75	6,72	27,64	11,20	17,29	35,40	63,89	1,47
80-100	1,79	7,97	25,67	10,91	17,89	35,77	64,57	1,49
100-120	1,83	8,29	24,65	10,78	18,65	35,80	65,23	1,50
120-140	1,91	9,09	23,20	10,68	19,20	35,92	65,80	1,56
140-160	1,98	7,73	22,19	10,30	26,15	31,65	68,10	1,58
160-180	2,08	7,44	21,20	10,28	28,36	30,64	69,28	1,54
190-200	2,06	7,99	21,31	10,31	27,87	30,46	68,64	1,54
ГР 6 богарный участок								
0-10	4,39	13,68	21,58	10,60	13,58	36,18	60,36	1,14
10-20	4,47	13,69	21,56	10,52	13,60	36,16	60,28	1,19
20-30	4,46	12,38	24,21	10,08	12,77	36,10	58,95	1,24
30-40	4,49	10,39	26,64	9,76	12,68	36,04	58,48	1,30
40-50	3,81	10,32	24,62	9,89	15,36	36,00	61,25	1,39
50-60	3,12	11,07	22,76	10,29	17,62	35,14	63,08	1,43

Продолжение таблицы 1

60-80	2,07	7,65	22,04	11,00	22,24	35,00	68,24	1,49
80-100	2,05	7,62	22,01	10,89	22,29	35,14	68,32	1,55
100-120	2,04	9,64	23,23	8,11	20,43	36,55	65,09	1,55
120-140	2,00	10,04	23,32	7,64	20,40	36,60	64,64	1,57
140-160	2,38	6,49	21,69	8,35	25,09	36,00	69,44	1,59
160-180	2,97	6,51	18,24	10,20	27,00	35,08	72,28	1,58
180-200	2,96	5,11	18,25	10,15	26,95	35,58	72,68	1,59
Гр 7 залежный участок								
0-10	4,39	13,97	23,09	10,31	8,70	39,54	58,55	1,20
10-20	4,42	13,22	23,16	10,28	8,88	40,04	59,20	1,24
20-30	4,39	13,83	21,36	9,59	10,98	39,85	60,42	1,30
30-40	4,33	13,23	20,08	8,96	14,04	39,36	62,36	1,39
40-50	4,24	12,17	21,11	8,75	14,12	39,61	62,48	1,43
50-60	3,75	11,8	21,21	8,61	16,38	38,25	63,24	1,51
60-80	2,78	9,34	22,84	8,72	22,36	33,96	65,04	1,54
80-100	2,74	9,11	22,78	8,70	22,40	34,27	65,37	1,58
100-120	2,18	5,35	22,50	9,70	25,43	34,84	69,97	1,60
120-140	2,09	5,43	22,48	9,76	25,40	34,84	70,00	1,57
140-160	2,05	5,43	22,40	9,75	25,49	34,88	70,12	1,55
160-180	3,13	8,19	20,72	8,68	20,20	39,08	67,96	1,55
180-200	3,14	8,18	20,70	8,69	20,24	39,05	67,98	1,56

Если сравнивать результаты по гранулометрическому составу между собой всех исследуемых участков, то прослеживаются незначительные различия. Первое, что следует отметить, это неравномерное распределение физической глины по профилю: во всех вариантах оно разное. С илистыми фракциями сложилась аналогичная ситуация, а также на залежном участке (Гр 7) (залеж) ила было на 1,77% больше, чем на постирригационном (Гр 5) и богарном (Гр 6) участках.

Таблица 2

Общая характеристика исследуемых почв

Глубина, см	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	СаСО ₃ , %	рН водный	Нитраты	Р ₂ О ₅	К ₂ О
					мг/кг		
Гр 5 постирригационный участок							
0-10	3,66	36,89	0,77	6,97	10,20	13,35	383,31
10-20	3,05	32,66	2,73	7,39	7,80	9,78	321,74
20-30	2,39	10,68	0,68	7,56	4,00	5,91	326,07
30-40	2,29	10,56	0,60	7,45	3,20	8,06	311,37
40-50	1,87	9,21	0,85	7,58	2,80	6,20	264,38
50-57	1,49	13,32	0,43	7,78	<1	4,20	255,46
57-80	1,12	4,44	11,53	7,81	<1	4,63	210,39
80-100	0,63	10,79	17,94	8,32	<1	4,06	189,91
100-120	-	-	19,22	8,40	<1	4,77	192,68
120-140	-	-	14,95	8,46	<1	2,77	202,20
140-160	-	-	31,19	8,48	<1	2,20	183,16
160-180	-	-	40,59	8,50	<1	2,77	200,63
180-200	-	-	28,20	8,48	<1	1,62	198,10
Гр 6 не орошаемый участок							
0-10	3,54	36,32	1,08	7,32	4,20	14,92	375,12
10-20	2,93	31,38	0,58	7,59	<1	5,91	282,81
20-30	2,87	32,02	0,42	7,63	<1	4,34	266,31
30-40	2,47	28,89	0,92	7,78	<1	3,63	260,28
40-50	1,95	24,39	8,00	8,05	<1	3,05	241,84
50-60	1,40	18,01	27,08	8,29	<1	3,34	186,05

Продолжение таблицы 2

60-80	1,00	26,82	37,91	8,31	<1	3,34	155,93
80-100	0,67	18,69	34,16	8,37	<1	2,91	141,95
100-120	-	-	35,82	8,48	<1	1,91	173,40
120-140	-	-	23,74	8,37	<1	1,62	215,33
140-160	-	-	29,99	8,49	<1	1,77	202,56
160-180	-	-	38,32	8,42	<1	1,77	187,74
180-200	-	-	43,74	8,40	<1	1,48	189,91
Гр 7 залежный участок							
0-10	4,32	46,65	2,50	7,94	2,90	15,21	472,60
10-20	3,22	35,93	1,00	7,72	<1	6,49	323,06
20-30	2,80	32,76	2,17	7,92	<1	4,34	289,80
30-40	2,33	29,14	1,25	7,90	<1	2,77	265,10
40-50	1,69	21,75	1,25	8,03	<1	2,91	236,06
50-60	1,16	15,76	20,83	8,28	<1	2,48	198,70
60-80	0,84	23,28	29,57	8,38	<1	2,20	165,57
80-100	0,59	16,78	26,24	8,40	<1	1,62	173,40
100-120	-	-	39,57	8,44	<1	2,77	151,71
120-140	-	-	33,32	8,57	<1	1,77	158,10
140-160	-	-	25,41	8,49	<1	1,62	209,91
160-180	-	-	21,66	8,48	<1	1,05	219,91
180-200	-	-	20,83	8,49	<1	1,77	235,10

На постирригационном участке (Гр 5) содержание пыли крупной было на 1,98% больше, чем на богарном (Гр 6) и залежном (Гр 7) участках. И на оборот песчаных фракций на постирригационном участке (Гр 5) меньше всего – 5,54%, а 6,34% и 6,64% на богарном (Гр 6) и залежном (Гр 7) участках, соответственно.

Наиболее плотная почва на залежном участке (Гр 7), где в верхнем слое ее значение составило 1,20 г/см³ и с глубиной этот показатель существенно увеличивался (в слое 100-120 см – 1,60 г/см³). На постирригационном и богарном участке плотность почвы в верхних горизонтах была рыхлой (Гр 5) и (Гр 6) – 1,12 и 1,14 г/см³ соответственно, это связано с обработкой почвы техникой, с глубиной плотность увеличивалась и доходила до очень плотной – 1,59 г/см³ ниже 60 см, т.е под влиянием различных факторов сформировалась почва с различной плотностью сложения.

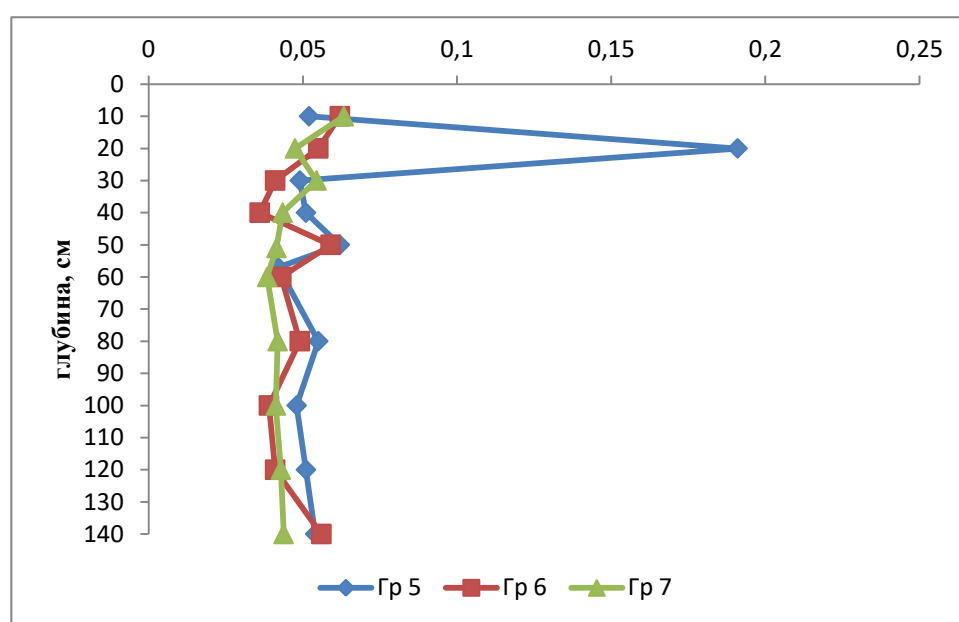


Рис. 1 Сумма солей (%) водной вытяжки почвы.

На всех участках обнаружены скелетные фракции в виде мелкой гальки. Ее количество на постирригационном (Гр 5) и богарном (Гр 6) участках составляло 2,7% и 4,5% соответственно от веса почвы, а на залежном участке (Гр 7) в верхних слоях – 6,3%. Существенное уменьшение скелета, скорее всего, связано с интенсивным орошением.

Реакция почвенной среды на всех участках изменяется от 6,97 до 8,50. pH с глубиной увеличивается (табл. 2). В среднем, по всем участкам реакция почвенной среды щелочная, что в значительной степени обусловлено присутствием карбоната натрия.

Содержание гумуса до 1 метра во всех участках было низким и в среднем составило более 2%. По классификации такая почва относится к малогумусной. Если анализировать верхний слой 0-30 см, то больше всего гумуса содержится на залежном участке (Гр 7) – 3,44%, немного меньше на постирригационном (Гр 5) и богарном (Гр 6) участках – 3,03% и 3,11% соответственно (табл.2). Это связано с постоянным использованием почвы под посадку злаковых культур – (Гр 5) и (Гр 6). Как видно из таблицы 2, с глубиной содержание гумуса значительно уменьшается.

На всех участках в Симферопольском р-не почва содержит карбонаты (CaCO_3) (табл. 2). Меньше всего CaCO_3 содержалось в слое 0-50 см, на постирригационном участке (Гр 5) – 1,01%. На богарном участке (Гр 6) – 2,20%, а на залежном участке (Гр 7) – 1,63%. Такое распределение связано с вымыванием в нижележащие слои CaCO_3 . Ниже 50 см содержание карбонатов существенно увеличивается и достигает от 20% до 43%. В среднем такую почву классифицируют как средне- и сильнокарбонатную.

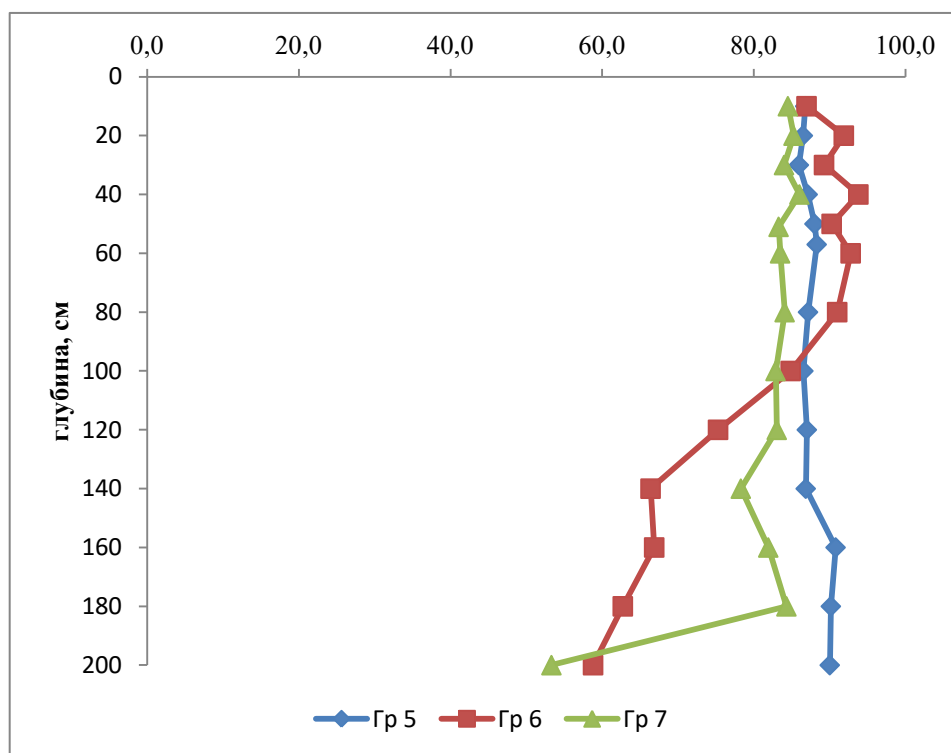


Рис. 2 Состав поглощенных оснований, % от суммы катионов Ca^{2+} .

Содержание подвижных форм питательных веществ (фосфор и калий) на всех участках неоднородное (табл. 2). На всех участках максимальное количество P_2O_5 сосредоточено в слое 0-40 см и обеспеченность подвижным фосфором очень низкая.

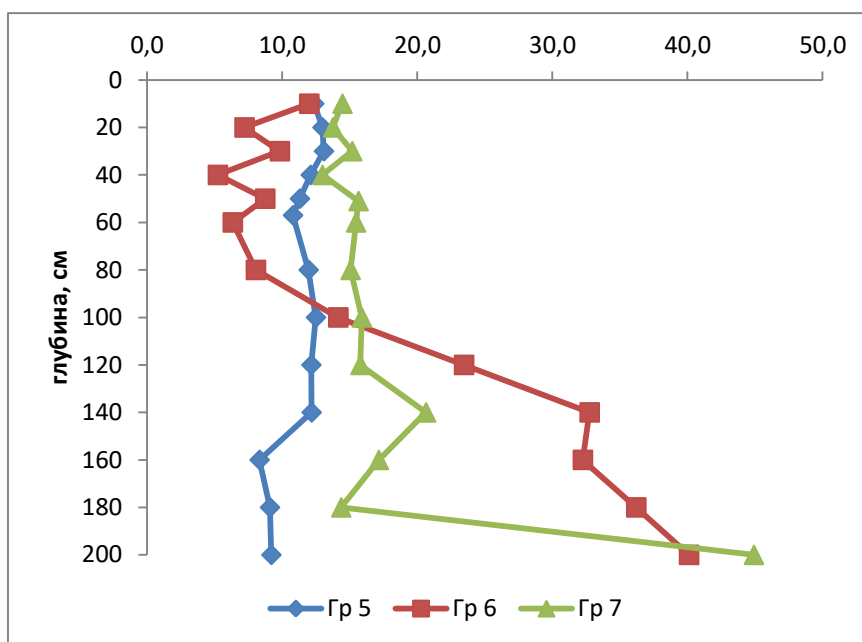


Рис. 3 Состав поглощенных оснований, % от суммы катионов Mg^{2+}

Содержание обменного калия в основном сосредоточено в верхней части профиля и его обеспеченность высокая. Больше всего K_2O содержалось на постирригационном участке (Гр 5), среднее значение составляло – 321 мг/кг, меньше всего на богарном участке (Гр 6) – 285 мг/кг.

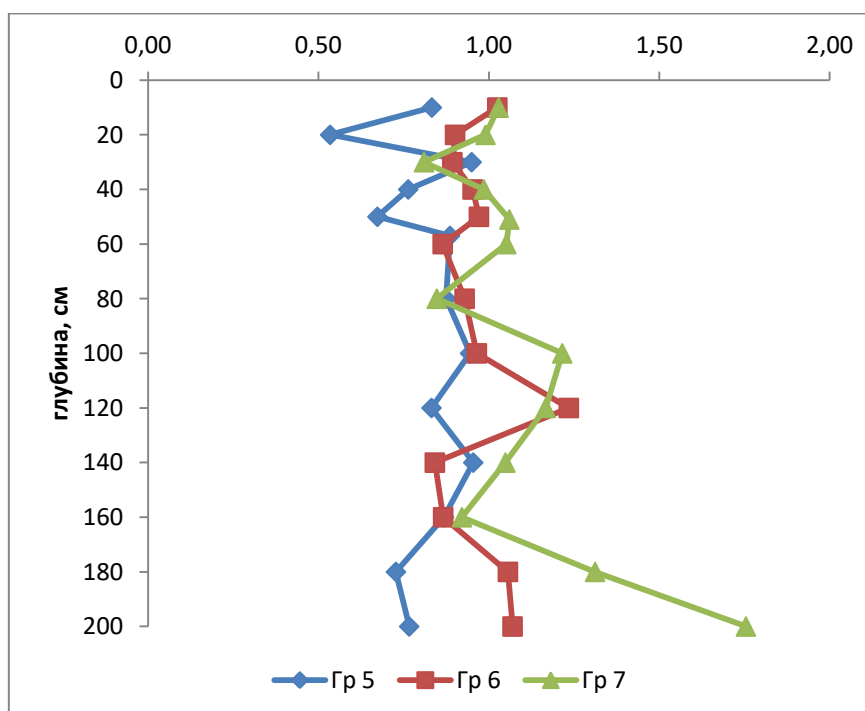


Рис. 4 Состав поглощенных оснований, % от суммы катионов Na^+

Анализ водной вытяжки на всех участках (Гр 5-7) показал, что на всю глубину почвенного профиля почва не засолена, сумма солей не превышает 0,063% по профилю (рис. 1). В составе легкорастворимых солей, переходящих в водную вытяжку, отсутствует наиболее токсичная для растений соль – сода – карбонат натрия,

минимальное количество хлоридов (0,001-0,006%) и сульфатов (0,001-0,018%). Степень засоления – незасоленные.

На всех участках (Гр 5-7) сумма обменных оснований 26,10-44,80 мг-экв на 100 г почвы (рис. 2, 3, 4). Содержание обменного натрия по профилю всех участков составляет 0,67-1,75% от суммы поглощенных оснований. И по этому параметру почва относится к не солонцеватой в слое 0-200 см. Из поглощенных катионов на участках преобладал кальций, который составил в основном 81,9-93,8% от суммы катионов, содержания обменного магния составило 10,8-40,1% от суммы катионов.

Заключение

Исследования разновозрастных постирригационных агроландшафтов, свидетельствуют, о том, что в почвах на протяжении довольно длительного времени сохраняются свойства, сформированные на протяжении полувекового этапа орошения. Гранулометрический состав претерпевает незначительные изменения. Все варианты исследованных почв, представлены лёгкой глиной с преобладанием илистых фракций, отличаются большой плотностью сложения и низкой пористостью. Обработка почвы сельскохозяйственной техникой, способствует ухудшению физических свойств почвы в подпахотном горизонте.

Реакция почвенной среды во всех вариантах неоднородна от 6,97 до 8,50. pH с глубиной увеличивается. В среднем по всем вариантам реакция почвенной среды щелочная.

Содержание гумуса до 1 метра на всех вариантах низкое и в среднем составило более 2%. По классификации такая почва относится к малогумусной. Если брать верхний слой 0-30 см, то больше всего гумуса содержится на залежном участке (Гр 7) – 3,44%, немного меньше на постирригационном (Гр 5) и богарном (Гр 6) участках – 3,03 и 3,11% соответственно. Это связано с постоянным использованием почвы под посадку злаковых культур – (Гр 5) и (Гр 6).

Благодарность

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-17-20020 <https://rscf.ru/project/24-17-20020/> и Министерства образования, науки и молодежи Республики Крым.

Список литературы

1. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 1972. – Вып. 5. – С. 36-40.
2. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров – М.: Советская энциклопедия, 1970. – Т. 3. – 524 с.
3. Бондарев А.Г., Модина С.А., Рыбина В.В. Изменение физических свойств почв солонцового комплекса Нижнего Заволжья под влиянием орошения // Физические и физико-механические свойства почв и их изменение при интенсификации земледелия: Научн. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1979. – С. 111-123.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М. Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 272 с.
6. ГОСТ 58595-2019 Межгосударственный стандарт. Почвы. Отбор проб (введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2019 г. № 954).

7. ГОСТ 5180-2015 ГОСТ 5180-84 Межгосударственный стандарт. Грунты Методы лабораторного определения физических характеристик (введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1.04.2016).

8. ГОСТ 26483-85 "Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.06.2022 N 519-ст с 01.01.2023).

9. ГОСТ 26213-91 Определение органического вещества в почве проводилось согласно "Почвы. Методы определения органического вещества", утвержденному в 1993 году".

10. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. – Симферополь: ДОЛЯ, 2004. – 208 с.

11. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – Москва: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.

12. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 221 с.

13. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 592 с.

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

15. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа: Справ. изд. – Симферополь: Таврия. – 1988. – 192 с.

16. Экология Крыма. Угрозы устойчивому развитию. План действий / под ред. Тарасенко В.С. – Симферополь: ИТ – «Ариал», 2014. – 176 с.

Статья поступила в редакцию 01.08.2025 г.

Plugatar Yu.V, Ergina E.I., Novitsky M.L. Soil properties of post-irrigation agrolandscapes in the central part of Crimea // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2025. – № 156. – P. 47-58.

The studies were conducted on agrolandscapes of different ages (fallow, irrigation, and bagorny areas). We have found that the soil retains the properties that have been formed over a long period of half a century of irrigation. The granulometric composition undergoes only minor changes. All the studied soils, consisting mainly of light clay with a predominance of silt fractions, have a high density of composition and low porosity. The reaction of the soil environment in various variants is heterogeneous and varies from 6.97 to 8.50; the pH increases with depth. In general, for all variants, the nature of the soil environment is alkaline.

The humus content at depths up to 1 m is low everywhere, averaging more than 2%. According to the classification, such soils are classified as low-humus. In the upper layer of 0-30 cm, the maximum humus was recorded in the fallow area (Gr 7) - 3.44%, slightly lower in the irrigation (Gr 5) and rain-fed (Gr 6) areas - 3.03% and 3.11%, respectively. This is due to the regular use of the soil for crops of cereals in the Gr 5 and Gr 6 variants.

Key words: *post-irrigation agrolandscapes; irrigation; granulometric composition; humus; bagorny area; soil properties*