

## ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.417

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНО-ЛЕСНЫХ И ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ДОЛГОРУКОВСКОЙ ЯЙЛЫ (ГОРНЫЙ КРЫМ)

© 2020 г. И. В. Костенко<sup>а</sup>, \*<sup>а</sup>, Н. Е. Опанасенко<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,  
Никитский спуск, 52, пгт. Никита, Ялта, 298648 Россия

\*e-mail: ik\_64@bk.ru

Поступила в редакцию 09.01.2019 г.

После доработки 26.12.2019 г.

Принята к публикации 26.12.2019 г.

Проведены сопряженные исследования горно-луговых и горно-лесных почв на всем протяжении Долгоруковской яйлы – горного плато, являющегося частью северного макросклона Главной гряды крымских гор, в диапазоне высот от 560 до 975 м над ур. м. Изучены морфологическое строение, гранулометрический состав, кислотность, состав ППК, содержание свободного железа, показатели гумусного состояния, оптические характеристики почвенных образцов. Лесные почвы в пределах всего склона относятся к буроземам кислым и темным (Cambisols, Luvisols), имеют сходное морфологическое строение профиля и близкий характер профильного распределения ила, гумуса и свободного железа. Под луговой растительностью в верхней части плато распространены горно-луговые, горно-луговые черноземовидные и остаточные-карбонатные почвы (Phaeozems), в нижней – переходные к черноземам предгорным (Chernozems). Запасы гумуса в слое 0–50 см почв под луговой растительностью варьировали от 16.6 до 42.2, под лесной – от 10.7 до 18.8 кг/м<sup>2</sup>. С увеличением высоты над уровнем моря в почвах под лесной и луговой растительностью наблюдалось увеличение кислотности и уменьшение степени насыщенности основаниями. Большая кислотность в пределах всего диапазона высот присуща лесным почвам, но в верхней части плато разница между лесными и луговыми почвами по этому показателю минимальна. В почвах под луговой растительностью с увеличением высоты также наблюдалось увеличение содержания оксалаторастворимого железа, а его среднее содержание в гор. А (226 ± 67 мг/100) было выше, чем в лесных почвах (183 ± 41 мг/100 г). Основными причинами, обуславливающими более интенсивную окраску почв под травянистой растительностью по сравнению с лесными почвами при равном содержании в них гумуса, являются различия в степени гумификации органического вещества и оптической плотности гуминовых кислот.

*Ключевые слова:* Cambisols, Luvisols, Phaeozems, Chernozems, гумусированность, кислотность, оптическая плотность гуминовых кислот

**DOI:** 10.31857/S0032180X20070072

#### ВВЕДЕНИЕ

Горное плато Долгоруковская яйла вместе с Чатыр-Дагом и Караби-яйлой относится к системе восточных яйл Крыма, которые обособлены от западных широкими горными проходами. Верхняя (южная) часть Долгоруковской яйлы через Терке-яйлу примыкает к горному массиву Демерджи, а южная ее оконечность постепенно сливается с межгрядовой долиной между Внешней и Внутренней грядами крымских гор. На востоке от Караби-яйлы она отделена глубоким ущельем р. Бурульча, а на западе обрывается каменистыми склонами долины р. Салгир [6, 19, 25].

Ранее нами была дана характеристика основных типов полноразвитых почв западной части Главной гряды Горного Крыма, выявлены неко-

торые закономерности варьирования их свойств в широком диапазоне высот [13, 15].

Долгоруковская яйла не вошла в эти исследования, хотя данный горный массив очень интересен как объект для изучения закономерностей пространственного варьирования почвенных показателей под различными типами растительности в зависимости от высоты над уровнем моря. Обусловлено это, прежде всего, рельефом яйлы, которая представляет собой пологий склон С–СЗ экспозиции протяженностью около 15 км и со средним уклоном 1.7° в пределах высот от 560 до 1025 м над ур. м. При такой крутизне влияние склоновых процессов на почвообразование выражено слабо, поэтому на всем протяжении плато можно подобрать участки с полноразвитыми неэродированными почвами. Второй особенностью

Долгоруковской яйлы является произрастание на всем ее протяжении двух типов растительности — лесов и горных лугов, что позволяет проводить сопряженные исследования почв под разными растительными сообществами в широком диапазоне гидротермических условий.

Яйла, как и большинство горных массивов в пределах Главной гряды, сложена верхнеюрскими известняками, поэтому на ее поверхности сформировался типичный карстовый рельеф. По данным Ены с соавт. [7] в морфологической структуре яйлинских ландшафтов доминируют карровые поля и оголенные известняковые пространства с фрагментарной древесно-травянистой (лугово-степной) растительностью, на которых сформирован слабо развитый почвенный покров, представленный, главным образом, карбо-литоземами (Calcaric Leptosols). Участки полноразвитых горно-луговых почв (Phaeozems) приурочены к карстовым котловинам и другим понижениям, заполненным выщелоченным элюво-делювием верхнеюрских известняков.

Для северных оконечностей яйлинских массивов характерно сочетание пониженных пространств — оврагов и балок, в благоприятных условиях которых произрастает древесная растительность [4]. Долгоруковская яйла обрамлена поясом лесов в ее верхней (южной) и восточной частях, поскольку западная почти на всем ее протяжении обрывается крутыми склонами. Судя по космическим снимкам, на высотах примерно от 1000 до 800 м над ур. м. лес местами заходит на яйлу за пределы оврагов, и в настоящее время наблюдается постепенная экспансия древесной растительности на луга. По мере уменьшения высоты лесная растительность отступает к склонам, и граница между лесом и лугом проходит большей частью по кромке оврагов.

Цель исследований — провести сравнительный анализ основных свойств горно-лесных (Cambisols, Luvisols) и горно-луговых (Phaeozems, Chernozems) почв Долгоруковской яйлы и определить степень их изменчивости во всем диапазоне высот.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В ходе исследований Долгоруковской яйлы было заложено 12 разрезов, из которых 5 под лесной растительностью и 7 под лугово-степной на различном удалении от границы леса. Глубина закладки разрезов лимитировалась глубиной залегания плотных известняков, либо смесью обломочного материала известняков с глиной. Данные по трем разрезам, а также по 25 образцам почв из слоя 0—10 см не были включены в таблицы, но использовались для статистической обработки результатов.

Метеонаблюдения непосредственно на Долгоруковской яйле не проводились, поэтому для получения ориентировочных данных о гидротермических условиях исследуемой территории были использованы результаты наблюдений всех метеостанций и метеопунктов, в разное время функционировавших вблизи плато [24], а также данные по осадкам на Чатыр-Даге за 1978—2000 гг. Ялтинской гидрогеологической и инженерно-геологической партии. На основе этих сведений были установлены зависимости среднегодовых значений количества осадков ( $r = 0.99$ ;  $n = 8$ ) и температуры ( $r = -0.99$ ;  $n = 7$ ) от высоты над уровнем моря и рассчитаны значения ГТК Селянинова [23]. Согласно Важову [2], климат нижней и средней частей склона яйлы относится к влажному (ГТК = 1.1–1.4), а верхней — к избыточно влажному (ГТК > 1.4).

Луговая растительность (горная луговая степь) на экспериментальных участках, представленная группой сообществ *Cariceta humilis*, а также вариантами горного разнотравья [3], характеризовалась очень мощным травостоем с проективным покрытием равным 100%.

Мертвопокровные леса имели сомкнутость крон около 0.8–0.9, мощность подстилки 2–3 см и слабо развитый напочвенный покров с проективным покрытием 10–30%.

В образцах почв определяли  $pH_{KCl}$ , содержание общего органического углерода (С общ), углерода гуминовых и фульвокислот (С гк, С фк) [12], оптическую плотность раствора гуминовых кислот ( $E_{с^{мг/мл}}$ ) [18]. Степень гумификации органического вещества (СГОВ) рассчитывали, как процент С гк от С общ. Гранулометрический состав определяли методом пипетки с пирофосфатной диспергацией образцов [1], обменную кислотность (ОК) и обменный алюминий (Al обм) — титрованием щелочью 1 М вытяжки KCl при соотношении почва : раствор 1 : 50, гидролитическую кислотность (Нг) — титрованием 1 М вытяжки ацетата натрия при соотношении почва : раствор 1 : 100 или 1 : 200, сумму обменных оснований (СО) — путем вытеснения 0.2 н раствором  $NH_4Cl$ . Насыщенность основаниями (НО) рассчитывали как отношение  $(CO/CO + Нг) \times 100\%$ . Содержание дитиониторастворимого железа ( $Fe_{dit}$ ) определяли по Коффину [8], оксалаторастворимого ( $Fe_{ox}$ ) — по Тамму.

Оптические свойства почв изучали по предложенной ранее методике [14] путем сканирования влажных образцов, нанесенных на прозрачную пенку [15]. Полученные сканы анализировались с помощью специальной программы для расчета величин цветовой модели *RGB*. Модель *RGB* основана на трех базовых цветах — красном (Red), зеленом (Green) и синем (Blue). Каждый базовый цвет характеризуется яркостью, которая варьиру-

ет от 0 до 255. Остальные цвета образуются при смешивании этих трех [30]. Значения *RGB* использовали для сравнительного анализа объектов исследований и оценки влияния свойств почвы на ее окраску. Связь между интенсивностью окраски и значениями *RGB* обратная, поэтому, чем темнее почва, тем меньше величины последних.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ Statistica 6.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Краткая характеристика почвенных разрезов.

Разрез 1341 был заложен в верхней части Долгоруковской яйлы под пологом мертвопокровного букового леса. В профиле почвы выделены серый, комковато-зернистый, легкосуглинистый, рыхлый серогумусовый гор. АУ, светло-бурый, зернисто-комковатый, легкосуглинистый с включениями обломков песчаника, более плотный гор. В, переходящий очень резко по гранулометрическому составу к бурому, уплотненному, ореховатому, с признаками оглинивания по граням структурных отдельностей, легкоглинистому метаморфическому, переходному к почвообразующей породе гор. ВМС, подстилаемому крупными обломками известняка и песчаника. Коэффициент дифференциации профиля по илу (КД), представляющий собой отношение между содержанием ила в гор. ВМС к его содержанию в гор. АУ, равен 6.3. Столь сильная дифференциация связана частично с лессиважем, но в большей степени с исходной литологической неоднородностью почвообразующей породы, представленной в верхней части профиля преимущественно элювием песчаников, а в нижней — известняков, что подтверждается резким уменьшением доли песка с глубиной: с 34% в гор. В до 7% в ВМС.

Почва в пределах всего профиля очень сильно кислая, за исключением сильнокислых верхней части гор. АУ и нижней — ВМС, контактирующей с подстилающими породами. ОК и АI обм обнаружены в пределах всего профиля с максимумом в нижней части гор. АУ. В этом же слое отмечено и наибольшее значение Нг. Содержание обменных оснований, а также НО почвы в нижней части гор. АУ и в гор. В были крайне низкими, что обусловлено высокой кислотностью указанных слоев и низким содержанием ила.

Содержание и запасы органического вещества были очень низкими, а основное его количество сосредоточено в гор. АУ, где содержалось 63% от общих запасов гумуса в слое почвы 0–50 см. Гумус гуматно-фульватного типа характеризовался низкими значениями СГОВ и  $E_{C}^{мг/мл}$ .

Содержание  $Fe_{dit}$  возросло вниз по профилю в соответствии с увеличением содержания ила ( $r = 0.99$ ;  $n = 8$ ), а основное количество  $Fe_{ox}$  сосредо-

точено в гор. АУ, свидетельствуя о преимущественно биогенном характере его накопления. Возрастание количества  $Fe_{ox}$  в гор. ВМС обусловлено утяжелением гранулометрического состава, поэтому более надежным индикатором его накопления является не общее содержание, а доля  $Fe_{ox}$  от  $Fe_{dit}$ , которая в пределах профиля уменьшалась с 26% в гор. АУ до 7% в ВМС.

К северу от опушки букового леса под луговой растительностью был заложен разрез 1342. Анализ изображений с сервиса Google Earth за период с 2007 по 2018 гг. свидетельствует об интенсивном зарастании прилегающих к буковому лесу участков луга древесно-кустарниковой растительностью. Исходя из этого, можно предположить, что раньше лес в верхней части плато простирался за пределы его нынешних границ, поэтому залегающие здесь почвы вполне могут быть вторично-одернованными.

В профиле почвы под лугом выделяется более мощный, по сравнению с лесной почвой, темно-серый во влажном состоянии, мелкокомковато-зернистый, среднесуглинистый, рыхлый гор. АУ, переходящий в близкий по гранулометрическому составу светло-бурый, комковато-зернистый, уплотненный гор. В. Переход к бурому комковато-ореховатому гор. ВМС, как и под лесом, очень резкий по содержанию ила, однако сам горизонт среднесуглинистый из-за преобладания песчаника в составе почвообразующей породы. Как и в предыдущем разрезе, по граням агрегатов в гор. ВМС выявлены глинистые кутаны, что подтверждает формирование этой почвы под пологом леса. Почва разр. 1342 менее дифференцирована по илу (КД = 2.8) по сравнению с лесной из-за более однородного ее литологического состава, поскольку среднее содержание песчаных фракций в гор. АУ, В и ВМС было равно соответственно 26, 36 и 24%.

По сравнению с буроземом, луговая почва также менее кислая и более насыщена основаниями в пределах гор. АУ и В, но более кислая и менее насыщена в гор. ВМС, поэтому ОК и АI обм в заметном количестве содержались только в нижней части профиля.

Из-за низкого содержания С общ и малой мощности гумусового горизонта запасы органического вещества в слое 0–50 см были самыми низкими среди луговых почв. Также почва характеризовалась очень узким отношением С гк/С фк, низкой СГОВ и средними значениями  $E_{C}^{мг/мл}$ . Несмотря на это, интенсивность окраски гумусового горизонта, судя по величинам *RGB*, была сравнима с более гумусированными лесными почвами. По нашему мнению, это связано с более высоким содержанием в последних ила, за счет которого наблюдается отмеченный ранее [14] эффект “разбавления” органического вещества, когда оно распределяется

Таблица 1. Общая характеристика объектов исследований

№ разреза, высота над ур. м.	Координаты разрезов, с. ш./в. д.	Растительная ассоциация	Осадки, мм/Т, °С/ГТК	Почва по классификации 1977 г. [10]	Почва по WRB [28]
1341 975 м	44°49.805' 34°23.237'	Буковый лес	1020/6.6/2.1	Бурозем кислый легкосуглинистый на элюво-делювии известняков и песчаников	Leptic Cambisol (Loamic, Geoa abruptic, Humic)
1342 969 м	44°49.838' 34°23.196'	Луг в 30 м от опушки леса	1020/6.6/2.1	Горно-луговая легкосуглинистая на элюво-делювии известняков и песчаников	Leptic Cambisol (Loamic, Geoa abruptic, Humic)
1347 882 м	44°52.801' 34°23.804'	Буково-грабовый лес с участием дуба	956/7.0/1.8	Бурозем кислый среднесуглинистый на элюво-делювии известняков	Leptic Luvisol (Epiloamic, Kato clayic, Cutanic, Humic)
1348 886 м	44°52.808' 34°23.774'	Луг в 10 м от опушки леса	956/7.0/1.8	Горно-луговая легкоглинистая на элюво-делювии известняков	Luvic Leptic Phaeozem (Epiloamic, Katoclayic)
1343 820 м	44°52.396' 34°21.512'	Луг в центре карстовой котловины в 1.8 км от леса	911/7.3/1.6	Горно-луговая черноземовидная среднесуглинистая на элюво-делювии известняков и песчаников	Luvic Leptic Chernic Phaeozem (Abruptic, Epiloamic, Endoclayic)
1375 710 м	44°54.692' 34°18.495'	Буково-грабовый лес	828/7.8/1.4	Бурозем кислый тяжелосуглинистый на элюво-делювии известняков и песчаников	Leptic Luvisol (Loamic, Cutanic)
1344 709 м	44°54.535' 34°18.690'	Луг в 100 м от опушки леса	828/7.8/1.4	Горно-луговая остаточная карбонатная тяжелосуглинистая на элюво-делювии известняков	Calcaric Luvic Leptic Phaeozem (Loamic)
1377 622 м	44° 56.040' 34°17.757'	Дубовый лес	762/8.2/1.2	Бурозем темный тяжелосуглинистый на элюво-делювии известняков	Leptic Cambisol (Loamic, Humic)
1349 564 м	44°56.014' 34°16.618'	Луг на нижней границе плато в 160 м от опушки леса	714/8.4/1.1	Чернозем предгорный маломощный мицелярно-карбонатный тяжелосуглинистый на элюво-делювии известняков	Leptic Calcic Chernozem (Loamic)

на большей удельной поверхности минеральных частиц почвы.

Содержание  $Fe_{dit}$  в пределах гор. АУ и В с глубиной уменьшалось и затем резко увеличивалось в гор. ВМС в соответствии с утяжелением гранулометрического состава.  $Fe_{ox}$  распределялось по профилю так же как и в буроземе, однако его содержание в гор. АУ и доля от  $Fe_{dit}$  (36%) были больше в почве под луговой растительностью.

Ниже по склону в мертвопокровном буково-грабовом лесу с участием дуба был описан профиль бурозема на продуктах выветривания известняков (табл. 1, разр. 1347), в профиле которого выделены серый, рыхлый, комковато-порошистый, тяжело-

суглинистый гор. АУ, буровато-серый, комковато-ореховатый, легкоглинистый гор. В, бурый, плотный, крупнокомковато-ореховатый, с глинистыми пленками по граням агрегатов, среднеглинистый гор. ВМ и светло-бурый, плотный, комковатый, легкоглинистый гор. С, переходящий в очень плотную глинисто-хрящеватую подстилающую породу.

Почва разр. 1347 в пределах всего профиля литологически однородна, что видно по практически равномерному распределению количества песчаных фракций с постепенным убыванием от 6.4% в гор. АУ до 4.6 в С, поэтому есть основания считать сильную дифференциацию профиля по илу (КД = 3.7) следствием педогенных процессов — лессиважа и внутрпочвенного оглинивания.

Величины показателей кислотности и характер их распределения близки к почве разр. 1341. Наибольшие значения рН были приурочены к верхней части гор. АУ и к гор. С, залегающему на карбонатной подстилающей породе, а наименьшее — к нижней части гор. АУ, в котором отмечено также наиболее высокие значения Нг и самые низкие — СО и НО. ОК и АI обм определены во всех почвенных горизонтах, а их содержание соответствовало величинам рН. Несмотря на отмеченную близость почв разр. 1341 и 1347 по величинам показателей кислотности, насыщенность последней была заметно выше за счет более высокого содержания оснований.

Почва разр. 1347 содержала в гор. АУ столько же гумуса, что и 1341 и несколько больше — в остальной части профиля, чем обусловлены более высокие общие запасы органического вещества в последнем. Качественные показатели гумуса — СГОВ,  $E_{с}^{мг/мл}$  и С гк/С фк, также были близки к почве разр. 1341, но при этом более темная окраска гумусового горизонта, судя по величинам RGB, была присуща легкосуглинистому бурозему разр. 1341.

Профильное распределение  $Fe_{dit}$  соответствовало распределению ила ( $r = 0.94$ ;  $n = 10$ ), а  $Fe_{ox}$  — органического вещества ( $r = 0.85$ ;  $n = 10$ ). Доля  $Fe_{ox}$  от  $Fe_{dit}$  в гор. АУ описываемой почвы (17%) была меньше и снижалась с глубиной более резко (до 3%) по сравнению с залегающими выше по склону лесной и луговой почвами (табл. 2, 3).

В 40 м от разр. 1347 под луговой растительностью был заложен разр. 1348, в профиле которого были выделены темно-серый с бурым оттенком, мелкокомковато-порошистый, легкоглинистый, рыхлый перегнойно-темногумусовый гор. АН и буровато-серый, комковато-зернистый гор. АВ, подстилаемый смесью обломков известняка с глиной. Луговая почва по сравнению с лесной имела более тяжелый гранулометрический состав и отличалась меньшей дифференциацией профиля по илу с КД = 2.4.

По величинам рН почва сильно- и среднекислая, с очень низкими значениями ОК и АI обм, но близкими к лесной почве величинами Нг. Луговая почва характеризовалась также более высокими значениями СО и НО, особенно в нижней части гор. АН, где в буроземах кислых, как правило, наблюдается резкое уменьшение значений этих показателей.

Почва разр. 1348 отличалась повышенным содержанием  $Fe_{dit}$ , которое соответствовало тяжелому гранулометрическому составу и наиболее высоким среди изученных почв абсолютным содержанием  $Fe_{ox}$ , доля которого от  $Fe_{dit}$  снижалась вниз по профилю с 15 до 9%, то есть в верхней его части соответствовала разр. 1347, но не столь резко уменьшалась книзу.

Наряду с разрезами луговых почв, заложенными вблизи лесного массива Долгоруковской яйлы, в пределах ее западной части на расстоянии около 2 км от ближайшей опушки леса был заложен разр. 1343. Место закладки разреза представляет собой неглубокую (1–5 м) блюдцеобразную карстовую воронку общей площадью около 10 га. В составе растительной ассоциации на всей площади воронки доминировали ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.) и мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), тогда как в местах закладки других разрезов луговых почв доминирующими видами были мятлик и тимopheевка луговая (*Phleum pratense* L.).

В профиле разреза выделены темно-серый, почти черный во влажном состоянии, мелкокомковато-зернистый в верхней части и комковато-ореховатый в нижней, средне-тяжелосуглинистый, рыхлый гор. АН, буровато-серый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый, слегка уплотненный гор. АВ и бурый, комковато-зернистый, среднеглинистый, уплотненный гор. В, подстилаемый смесью обломков известняка с глиной.

Почва сильно дифференцирована по илу (КД = 3.9), что, видимо, обусловлено педогенными процессами в верхней и средней частях профиля и литологической неоднородностью почвообразующей породы в нижней. Последнее подтверждается резким скачком содержания ила на переходе от гор. АВ к В и таким же резким уменьшением количества песка — с 9.2% в слое 40–50 см до 0.7% в слое 50–60 см.

Интересной особенностью почвы разр. 1343 является характер профильного распределения кислотности, которая, судя по величинам рН, постепенно возрастала с глубиной, достигая наибольших значений на контакте с обломками известняков. В то же время величины Нг вниз по профилю уменьшались и наименьших значений достигали также на границе с подстилающими породами. Таким образом, наибольшие значения Нг соответствовали наименьшим значениям рН, что обусловлено высоким содержанием органического вещества в верхней части профиля, которое удерживает алюминий в составе комплексных органо-минеральных соединений [17]. Последний практически не экстрагируется растворами нейтральных солей, обуславливая повышенные значения рН солевого высокогумусных почв, но, в то же время, переходит в раствор гидролитически щелочных солей при определении Нг.

Количество оснований и степень насыщенности ими ППК с глубиной, по мере уменьшения гумусированности уменьшались, а в гор. В из-за резкого утяжеления гранулометрического состава — возрастали.

Среди всех изученных горно-луговых почв Долгоруковской яйлы почва разр. 1343 выделялась

Таблица 2. Свойства лесных и луговых почв Долгоруковской яйлы

Горизонт, глубина, см	Ил, %	рН <sub>KCl</sub>	СО	Нг	ОК	Al обм	НО, %	Fe <sub>dit</sub>	Fe <sub>ox</sub>
			смоль(+)/кг					мг/100 г	
Бурозем кислый легкосуглинистый (разр. 1341)									
АУ, 0–5	6	4.25	9.0	11.1	0.7	0.2	45	684	159
5–10	6	3.50	2.4	12.4	4.6	3.7	16	705	196
В, 10–40	11	3.83	2.1	6.7	1.9	1.3	24	725	116
ВМС, 40–70	38	4.15	19.8	5.8	1.4	0.4	77	2460	161
Горно-луговая легкосуглинистая почва (разр. 1342)									
АУ, 0–20	9	4.69	12.0	8.5	<0.1	<0.1	59	851	306
В, 20–40	10	4.44	5.6	3.5	0.2	<0.1	62	749	119
ВМС, 40–80	25	3.94	9.2	7.5	2.5	1.8	55	1104	135
Бурозем кислый среднесуглинистый (разр. 1347)									
АУ, 0–5	15	4.44	21.3	13.5	0.6	0.2	61	1132	209
5–10	15	3.28	9.9	17.5	5.5	3.9	36	1255	205
В, 10–20	21	3.95	11.9	10.7	1.0	0.4	53	1520	156
20–30	34	3.98	15.7	9.1	1.2	0.5	63	1700	123
ВМ, 30–50	55	3.88	30.0	10.4	1.5	0.6	74	2685	118
С, 50–90	40	4.22	33.4	5.4	0.6	0.1	86	1827	53
Горно-луговая легкоглинистая почва (разр. 1348)									
АН, 0–10	26	4.72	28.3	13.7	0.3	<0.1	67	1872	289
10–20	30	4.43	26.5	9.6	0.3	<0.1	79	2032	321
20–30	35	4.39	23.7	15.8	0.4	<0.1	60	2136	302
АВ, 30–40	45	4.41	19.9	13.3	0.5	<0.1	62	2347	222
40–50	61	4.54	30.0	10.9	0.4	<0.1	73	2833	246
Горно-луговая черноземовидная среднесуглинистая почва (разр. 1343)									
АН, 0–10	15	4.85	27.3	12.6	0.2	<0.1	68	1333	252
10–30	20	4.60	22.9	13.0	0.3	<0.1	64	1654	248
АВ, 30–50	23	4.46	15.7	9.7	0.4	<0.1	62	1797	196
В, 50–60	58	4.30	31.4	8.1	0.7	<0.1	79	2911	178
Бурозем кислый тяжелосуглинистый (разр. 1375)									
АУ, 0–10	15	4.52	12.6	7.1	0.3	<0.1	63	1310	229
АВ, 10–20	18	4.73	11.5	4.3	0.2	<0.1	73	1457	138
В, 20–40	25	4.23	12.1	3.1	0.2	<0.1	80	1529	176
ВМ, 40–60	42	4.66	21.4	3.8	0.2	<0.1	85	1851	198
ВС, 60–80	48	4.84	25.6	3.8	0.1	<0.1	87	2018	207
Горно-луговая остаточной карбонатной тяжелосуглинистая почва (разр. 1344)									
АУ, 0–10	21	5.83	26.9	2.9	–	–	90	1148	125
10–40	31	6.04	25.5	1.8	–	–	93	1209	107
АВса, 40–50	32	6.83	–	–	–	–	–	817	40
Вса, 50–70	28	7.1	–	–	–	–	–	970	31
Бурозем темный тяжелосуглинистый (разр. 1377)									
АУ, 0–5	23	6.72	28.4	0.9	–	–	97	1628	176
АВ, 5–20	32	5.81	21.4	1.9	–	–	92	2166	190
ВМ, 20–50	38	5.27	22.5	2.3	–	–	90	2460	136
ВС, 50–80	33	5.64	21.5	0.4	–	–	98	2020	80
Чернозем предгорный маломощный тяжелосуглинистый (разр. 1349)									
АУса, 0–10	23	6.83	–	–	–	–	–	1131	86
10–20	25	6.93	–	–	–	–	–	1160	86
АВса, 20–30	32	6.92	–	–	–	–	–	1159	85
30–50	35	7.02	–	–	–	–	–	866	76

Таблица 3. Показатели гумусного состояния и оптические характеристики почв

Горизонт, глубина, см	С общ	СГОВ	Ес <sup>мг/мл</sup>	С гк/С фк	R	G	B
	%						
Бурозем кислый легкосуглинистый (разр. 1341)							
AY, 0–5	4.06/10.7*	16	7.1	0.86	74	59	29
5–10	2.54	18	8.6	0.99	81	64	33
B, 10–40	0.61	11	11.8	0.78	132	105	56
BMC, 40–70	0.38	–	–	–	135	102	46
Горно-луговая легкосуглинистая почва (разр. 1342)							
AY, 0–20	3.39/16.6	20	12.8	1.0	56	45	18
B, 20–40	0.45	16	14.9	0.85	118	95	50
BMC, 40–80	0.21	–	–	–	140	111	51
Бурозем кислый среднесуглинистый (разр. 1347)							
AY, 0–5	4.25/14.7	16	7.8	0.85	82	62	31
5–10	2.35	14	9.0	0.71	104	78	41
B, 10–20	1.50	13	11.1	0.76	115	86	44
20–30	0.87	10	10.4	0.50	125	93	46
BM, 30–50	0.71	7	6.3	0.29	132	92	38
C, 50–90	0.50	12	8.8	0.67	139	112	55
Горно-луговая легкоглинистая почва (разр. 1348)							
АН, 0–10	7.14/39.3	17	13.4	0.95	45	31	7
10–20	4.71	25	16.6	1.29	45	31	7
20–30	3.46	27	18.2	1.49	52	38	13
AB, 30–40	2.08	24	16.8	1.09	76	54	21
40–50	1.65	16	13.2	0.64	92	61	22
Горно-луговая черноземовидная среднесуглинистая почва (разр. 1343)							
АН, 0–10	7.83/42.2	23	16.6	1.37	18	13	3
10–30	4.59	31	18.9	2.38	22	14	2
AB, 30–50	1.70	31	19.6	1.55	53	36	9
B, 50–60	1.03	27	16.3	0.82	114	72	27
Бурозем кислый тяжелосуглинистый (разр. 1375)							
AY, 0–10	2.13/8.9	20	9.1	0.99	90	71	40
AB, 10–20	0.76	22	12.0	1.11	110	84	44
B, 20–40	0.49	20	11.4	1.0	119	90	48
BM, 40–60	0.45	–	–	–	113	81	38
BC, 60–80	0.39	–	–	–	–	–	–
Горно-луговая остаточно карбонатная тяжелосуглинистая почва (разр. 1344)							
AU, 0–10	5.59/28.3	20	14.8	1.51	44	37	16
10–40	2.42	39	14.8	3.32	57	50	26
ABca, 40–50	0.70	24	11.3	1.61	118	101	38
Bca, 50–70	0.51	18	7.8	1.09	132	112	65
Бурозем темный тяжелосуглинистый (разр. 1377)							
AU, 0–5	6.18/18.8	18	9.9	1.06	59	48	23
AB, 5–20	2.18	21	13.5	1.73	77	64	31
BM, 20–50	0.90	23	13.6	1.34	109	87	41
BC, 50–80	0.51	15	12.5	1.15	124	102	54
Чернозем предгорный мицелярно-карбонатный маломощный тяжелосуглинистый (разр. 1349)							
AUca, 0–10	7.05/38.4	13	12.5	1.00	49	38	15
10–20	4.30	17	15.9	1.38	49	39	16
ABca, 20–30	3.28	20	15.8	1.34	52	42	18
30–50	1.98	17	16.7	1.20	72	51	24

\* Запасы гумуса в слое 0–50 см, кг/м<sup>2</sup>.

наиболее высокими значениями содержания  $C_{org}$  и запасов гумуса в слое 0–50 см, а также фульфатно-гуматным и гуматным типом гумуса в пределах гор. АН и АВ. СГОВ не превышала соответствующих значений луговых почв, залегающих у кромки леса, а величины  $E_{с}^{мг/мл}$  отличались повышенными значениями в пределах поверхностного слоя почв. Сочетание указанных особенностей обусловило очень темную окраску гор. АН, о чем свидетельствуют самые низкие величины  $RGB$  слоя почвы 0–30 см по сравнению с остальными почвами данного типа.

Таким образом, учитывая комплекс показателей гумусного состояния и морфологические особенности почвы разр. 1343, ее можно признать эталоном горно-луговых черноземовидных почв Крыма. Формированию такой почвы способствовало благоприятное сочетание гидротермических условий, состава растительности и отсутствие антропогенного воздействия на почвенный покров в течение достаточно длительного периода. Последнее обстоятельство является наиболее важным, поскольку территория плато легкодоступна для транспорта, является популярным туристическим объектом и в прошлом интенсивно использовалась для выпаса скота. Отметим, что кроме Долгоруковской яйлы, горно-луговые почвы с подобными характеристиками были выявлены нами на верхнем плато Чатыр-Дага [22] и на небольших участках горных лугов, сохранившихся в пределах лесного массива на северной оконечности нижнего плато Чатыр-Дага [13].

Содержание и характер профильного распределения  $Fe_{dit}$  были типичны для текстурно-дифференцированных почв Долгоруковской яйлы. По содержанию  $Fe_{ox}$  описываемая почва уступала луговой почве разр. 1348, но имела более высокую долю от  $Fe_{dit}$ , которая по профилю варьировала от 19 до 6%.

Разрез лесной почвы 1375 был заложен в букво-грабовом лесу, произрастающем в нижней части западного склона ложбины, примыкающей в восточной части плато. Крутизна склона в месте закладки разреза около  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$ , расстояние от кромки леса 100 м. Как отмечалось ранее, в северной части Долгоруковской яйлы лес почти не выходит за пределы кромки оврагов, что не позволило включить в исследования участки леса и луга на близких по рельефу позициях. Локальные особенности мезорельефа данного участка способствуют, с одной стороны, дополнительному увлажнению и улучшению условий произрастания растений, а с другой — развитию поверхностной эрозии почв. В связи с этим, произрастающие в данном месте деревья бука характеризовались лучшим состоянием по сравнению с участком леса, расположенным на плато (разр. 1347), а почва — очень слабо развитым гумусовым горизонтом.

В ее профиле были выделены серый, комковато-порошистый, тяжелосуглинистый, рыхлый гор. АУ, серовато-бурый, глыбисто-комковатый, тяжелосуглинистый гор. АВ, палево-бурый, глыбистый, тяжелосуглинистый, уплотненный гор. В, темно-бурый, глыбисто-ореховатый, оглиненный по граням агрегатов, легкоглинистый, плотный гор. ВМ и темно-бурый до шоколадного, глыбистый, легкоглинистый, плотный гор. ВС. Почва характеризовалась сильной текстурной дифференциацией ( $KD = 3.1$ ), причиной которой, судя по плавному увеличению количества ила с глубиной и наличию глинистых кутан в гор. ВМ, являются педогенные процессы, а глубже — литологическая неоднородность породы.

По сравнению с лесными почвами, сформировавшимися выше по склону, почва разр. 1375 характеризовалась более высокими, среднекислыми значениями рН, значительно меньшими величинами Нг и близкими к нулю величинами ОК и АІ обм.

Из-за подверженности данной почвы водной эрозии содержание  $C_{общ}$  и запасы органического вещества в слое 0–50 см оказались самыми низкими среди всех лесных почв. В то же время, почва разр. 1375 отличалась от лесных почв, залегающих выше по склону большей степенью гумификации ОВ и более широким отношением  $C_{гк}/C_{фк}$ . Высокие значения  $RGB$  гор. АУ соответствовали его светлой окраски из-за низкого содержания гумуса.

По содержанию и профильному распределению  $Fe_{dit}$  данная почва не отличалась от описанных выше лесных и луговых почв, поскольку общее количество свободного железа тесно коррелировало с содержанием ила ( $r = 0.99$ ;  $n = 9$ ). По содержанию  $Fe_{ox}$  почва разр. 1375 превосходила все лесные почвы, а по доле  $Fe_{ox}$  от  $Fe_{dit}$  в гор. АУ (17%) уступала только почве разр. 1341.

Разрез луговой почвы 1344 был в пределах тех же высот, что и предыдущий разрез лесной почвы. В его профиле выделены темно-серый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый, рыхлый темногоумусовый гор. АУ, серовато-коричневый, комковатый, тяжелосуглинистый, карбонатный, уплотненный гор. АВса и коричневый, комковатый, тяжелосуглинистый, карбонатный, уплотненный гор. Вса, подстилаемый смесью обломков известняка с глиной. В небольшом количестве обломки известняка встречались во всех горизонтах почвы. Отметим, что на этой высоте нами описана первая почва, в мелкоземе которой содержалось небольшое количество (1–4%) карбонатов. Последние обнаруживались только по вскипанию и морфологически не были выражены, что позволило считать их унаследованными от почвообразующей породы, а почву диагностировать как остаточнокорбонатную.

Текстурная дифференциация профиля была менее выраженной ( $K_D = 1.5$ ) по сравнению с выщелоченными почвами и обусловлена, вероятнее всего, внутрипочвенным оглиниванием, поскольку наибольшее содержание ила наблюдалось в середине профиля на переходе от гор. АУ к АВса, а содержание песка с глубиной плавно уменьшалось: от 14% в слое 0–10 см до 6% в слое 60–70 см.

Количества атмосферных осадков, выпадающих на высотах от 700 м над ур. м. и ниже недостаточно для полного выщелачивания карбонатов под луговой растительностью. Их присутствие обусловило слабокислую реакцию, очень низкие значения Нг и высокую НО.

Из-за резкого уменьшения количества С общ с глубиной запасы гумуса были меньше по сравнению со всеми разрезами луговых почв, кроме 1342. СГОВ в гор. АУ была высокой, значения  $E_{с\text{мг/мл}}$  соответствовали минимальным среди луговых почв, тип гумуса фульватно-гуматный и гуматный, а величины  $R$ - $RGB$  – близкими к луговой почве разр. 1348.

Профильное распределение свободного железа в нейтральной, остаточной карбонатной почве существенно отличалось от кислых и выщелоченных почв отсутствием связи между илом и  $Fe_{\text{dit}}$  из-за резкого падения количества последнего в карбонатном горизонте. Содержание  $Fe_{\text{ox}}$  также резко уменьшалось с глубиной, а его доля от  $Fe_{\text{dit}}$  в гор. АУ (7%) была самой низкой среди луговых почв.

Разрез 1377 бурозема темного был заложен вблизи нижней границы леса, где основными породами в верхнем ярусе являются дуб, клен, груша, черешня, а в нижнем – ясень, кизил, орешник. Бук на этой высоте не встречается даже в виде единичных экземпляров.

Профиль почвы состоит из темно-серого во влажном состоянии, комковато-зернистого, тяжелоуглинистого, рыхлого, обильно пронизанного корнями гор. АУ, буровато-серого, крупнокомковатого, легкоглинистого слабоуплотненного, гор. АВ, бурого, ореховатого, легкоглинистого, с глинистыми пленками по граням агрегатов, плотного, гор. ВМ, и светло-бурого, ореховатого, тяжелоуглинистого, уплотненного, гор. ВС. Почвообразующей породой является выщелоченный элюво-делювий известняков. Почва слабодифференцирована по илу ( $K_D = 1.2$ ) и, судя по характеру его профильного распределения в пределах горизонтов АУ – ВМ, литологически однородна. В гор. ВС наблюдалось на 10% большее содержание фракций песка по сравнению с гор. ВМ, что может свидетельствовать об увеличении с глубиной доли песчаника в составе известняка.

Данной почве присущи нейтральная реакция верхней части профиля, переходящая глубже в слабокислую, очень низкие значения Нг, отсутствие обменной кислотности. Содержание обмен-

ных оснований и насыщенность ими ППК сопоставимы с луговыми почвами средней части плато.

Содержание С общ в слое 0–5 см также близко к луговым почвам, но за счет резкого падения гумусированности с глубиной общие запасы органического вещества не достигали уровня почв под травянистой растительностью, хотя были наибольшими среди лесных. Величины СГОВ и  $E_{с\text{мг/мл}}$  близки к лесной почве разр. 1375, а отношение С гк/С фк уже ближе к луговым почвам. Величины  $RGB$  верхней части разр. 1377 выше, чем во всех остальных лесных почвах и также больше соответствуют луговым.

Профильное распределение  $Fe_{\text{dit}}$  соответствовало распределению ила, а  $Fe_{\text{ox}}$  – гумуса. Доля  $Fe_{\text{ox}}$  в составе  $Fe_{\text{dit}}$  уменьшалась вниз по профилю с 11 до 4%, что характерно для луговых почв нижней части плато.

Разрез 1349 заложен на нижней границе ареала горно-луговых почв Долгоруковской яйлы, поскольку в нем на глубине 30–50 см отмечены новообразования в виде карбонатного псевдомицелия, характерные для черноземов. В профиле почвы были выделены темно-серый, комковато-зернистый, тяжелоуглинистый, карбонатный (0.5%), рыхлый гор. АУса и темно-серый с буроватым оттенком, комковато-зернистый, легкоглинистый, карбонатный (2.5%), с обломками известняка, уплотненный гор. АВса, подстилаемый смесью дресвы известняка с глиной. По морфологическому строению и свойствам данная почва близка к чернозему предгорному обыкновенному мицелярно-карбонатному [5, 20], однако отличается от последнего укороченными генетическими горизонтами и профиля в целом. Профиль почвы однороден по литологическому составу и слабодифференцирован по илу ( $K_D = 1.5$ ).

По содержанию С общ и запасам гумуса в слое 0–50 см почва разр. 1349 была близка к разр. 1348, но при этом отличалась меньшими значениями СГОВ и  $E_{с\text{мг/мл}}$ , а также соотношением между величинами  $RGB$  (табл. 3). Равенство последних соответствует оттенкам серого [30], поэтому, чем меньше разница между  $R$ ,  $B$  и  $G$ , тем больше окраска гор. А близка к монохромной, типичной для черноземов [15]. Так, для луговых почв верхней части склона соотношение  $R : G : B$  равно 1 : 0.70 : 0.19 (разр. 1348) и 1 : 0.65 : 0.10 (1343), а нижней – 1 : 0.85 : 0.40 (1344) и 1 : 0.80 : 0.32 (1349), подтверждая тем самым, что почвы разр. 1344 и 1349 являются переходными от горно-луговых к черноземам.

Профильное распределение  $Fe_{\text{dit}}$  в почве разр. 1349 соответствовало гранулометрическому составу и содержанию карбонатов, поскольку возрастало с глубиной в верхней части профиля и уменьшалось в нижней. Содержание  $Fe_{\text{ox}}$  было

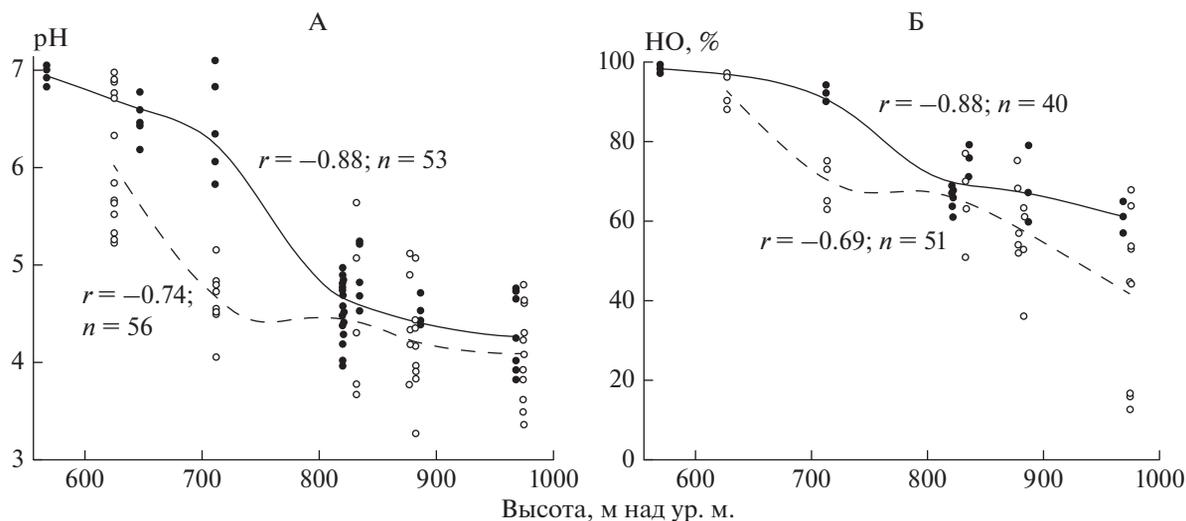


Рис. 1. Зависимость величин pH (А) и насыщенности основаниями (Б) горно-луговых (сплошная линия, черные круги) и горно-лесных (пунктирная линия, белые круги) почвах Долгоруковской яйлы от высоты над уровнем моря.

очень низким по всему профилю, что характерно для карбонатных почв.

**Взаимосвязи между отдельными свойствами почв и их зависимость от высоты местности.** Ранее по результатам наших исследований и данным ряда зарубежных ученых было показано, что с высотой местности и, следовательно, с увлажненностью территории связаны некоторые показатели гумусного состояния, кислотности и содержания свободных форм железа. Для С общ не выявлено общих закономерностей его варьирования с высотой, поскольку содержание гумуса в горных почвах сильно зависит от других факторов, кроме гидротермических условий, включая экспозицию и крутизну склона, состав и состояние растительного покрова и др. [11, 13, 15, 16, 26, 27, 29].

По результатам почвенных исследований в пределах Долгоруковской яйлы было выявлено влияние высоты над уровнем моря и типа растительности на pH и насыщенность почв основаниями. На рис. 1 видно, что по мере увеличения высоты происходит достоверное снижение pH и НО как лесных, так и луговых почв. В верхней части плато их значения в значительной степени перекрываются, однако, судя по характеру кривых, средние величины pH и НО лесных почв во всем диапазоне высот ниже луговых. Наиболее сильно эти различия выражены на высотах около 700 м над ур. м., а ниже по склону снова наблюдается их сближение за счет повышенных значений pH верхнего слоя лесных почв в районе разр. 1377.

Достоверная отрицательная связь отмечена между высотой и  $E_{c}^{мг/мл}$  лесных почв ( $r = -0.63$ ;  $n = 42$ ). Для луговых такая связь не выявлена, поскольку среди них наибольшие значения  $E_{c}^{мг/мл}$  присущи горно-луговым черноземовидным почвам, залегающим на высоте около 820 м над ур. м.

Содержание  $Fe_{dit}$  в почвах Долгоруковской яйлы зависит, как было отмечено выше, от содержания ила и входящего в состав свободного железа  $Fe_{ox}$  ( $R = 0.85$ ;  $r_{ил} = 0.85$ ;  $r_{Fe} = 0.64$ ;  $n = 109$ ).

Содержание  $Fe_{ox}$  луговых почв с высотой связано слабо ( $r = 0.50$ ;  $n = 53$ ), лесных — не связано вообще. По результатам множественной корреляции на количество  $Fe_{ox}$  в почвах плато достоверное влияние оказывает содержание углерода гумусовых веществ, экстрагируемых пирофосфатной вытяжкой, (С гв) и pH ( $R = 0.80$ ;  $r_{Сгв} = 0.76$ ;  $r_{pH} = -0.64$ ;  $n = 89$ ). Общее количество свободного железа ( $Fe_{dit}$ ) не влияло на содержание  $Fe_{ox}$ , подтверждая тем самым преимущественно биогенный характер накопления последнего. Среднее содержание  $Fe_{ox}$  в гор. А луговых почв ( $226 \pm 67$  мг/100;  $n = 31$ ) было больше, чем в лесных ( $183 \pm 41$  мг/100 г;  $n = 27$ ), что несколько противоречит распространенному мнению об интенсивном накоплении аморфного железа в верхней части профиля как характерном признаке буроземов [9, 21]. Из наших данных следует, что аккумуляция  $Fe_{ox}$  присуща всем кислым почвам Горного Крыма, а его количество довольно тесно связано с содержанием органического вещества.

Из представленных на рис. 2 кривых, описывающих зависимость интенсивности  $R-RGB$  от С общ, видно, что при равном содержании органического вещества интенсивность окраски луговых почв заметно выше (значения  $R$  меньше), чем лесных. Основными причинами, обуславливающими эти различия, являются более высокие значения СГОВ и  $E_{c}^{мг/мл}$  луговых почв, равные соответственно  $24 \pm 7\%$  и  $14.6 \pm 3.0$  ( $n = 46$ ), по сравнению с лесными —  $17 \pm 5\%$  и  $9.6 \pm 2.3$  ( $n = 43$ ). Положительное (осветляющее) влияние на окрас-

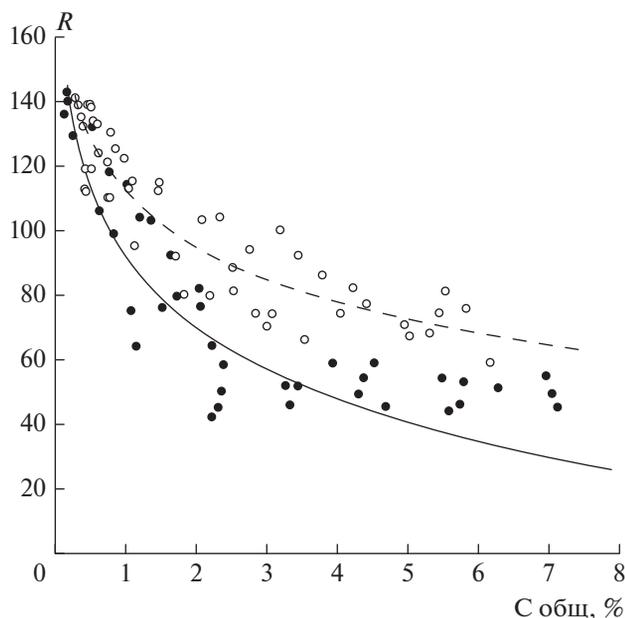


Рис. 2. Зависимость величин  $R$ - $RGB$  от содержания  $C_{общ}$  в горно-луговых (сплошная линия, черные круги) и горно-лесных (пунктирная линия, белые круги) почвах Долгоруковской яйлы.

ку почв оказывает содержание  $Fe_{dit}$ , что подтверждается результатами множественной корреляции при анализе всего массива данных ( $R = 0.95$ ;  $r_{C_{общ}} = -0.90$ ;  $r_{E_c} = -0.66$ ;  $r_{C_{ГОВ}} = -0.46$ ;  $r_{Fe} = 0.32$ ;  $n = 89$ ). Раздельная обработка данных показала, что интенсивность окраски почв, сформировавшихся под лугово-степными сообществами, зависит только от показателей гумусного состояния, поскольку железо в них маскируется темноокрашенными гуминовыми кислотами ( $R = 0.95$ ;  $r_{C_{общ}} = -0.92$ ;  $r_{E_c} = -0.76$ ;  $r_{C_{ГОВ}} = -0.40$ ;  $n = 46$ ). В лесных почвах, обогащенных бурой ГК, напротив, влияние железа статистически достоверно, но при этом недостоверным оказывается влияние оптической плотности ГК ( $R = 0.90$ ;  $r_{C_{общ}} = -0.86$ ;  $r_{C_{ГОВ}} = -0.48$ ;  $r_{Fe} = 0.34$ ;  $n = 46$ ).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горно-лесные почвы, относящиеся к типу буроземов, распространены во всем диапазоне высот Долгоруковской яйлы — от 600 до 1000 м над ур. м. В пределах этих высот сохраняется близкое морфологическое строение почв, характер профильного распределения ила, гумуса и свободного железа. С высотой, по мере увеличения увлажненности, в почвах под лесом наблюдается достоверное увеличение кислотности и уменьшение оптической плотности ГК.

Горно-луговые выщелоченные почвы изучены в пределах от 700 до 970 м над ур. м. В центральной части плато, на большом удалении от кромки леса

залегают наиболее темноокрашенные, высокогумусные горно-луговые черноземовидные почвы. По мере уменьшения высоты и увлажненности горно-луговые выщелоченные почвы сменяются остаточно-карбонатными, а затем — переходными к черноземам предгорным мицелярно-карбонатными. С высотой в луговых почвах достоверно увеличивалась кислотность и содержание  $Fe_{ок}$ .

Отсутствие карбонатов в профиле лесных почв нижней части плато свидетельствует о более интенсивном их выщелачивании под пологом деревьев, чем под луговыми сообществами при равном количестве осадков.

Основными причинами, обуславливающими более темную окраску почв под травянистой растительностью по сравнению с лесными почвами при равном содержании в них гумуса, являются различия в СГОВ и оптической плотности ГК.

### БЛАГОДАРНОСТЬ

Выражаем искреннюю благодарность сотрудникам Ялтинской гидрогеологической и инженерно-геологической партии за данные по осадкам в Горном Крыму.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // Тр. Никитского бот. сада. 1977. Т. 71. С. 92–120.
3. Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности растений и растительных сообществ Крымской яйлы // Сб. научных трудов Государственного Никитского бот. сада. 1978. Т. 74. С. 5–70.
4. Гришанков Г.Е. Природа и ландшафты Восточных яйл Крыма. Автореф. дис. ... канд. геогр. н. Воронеж, 1956. 15 с.
5. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
6. Ена В.Г. В горах и на равнинах Крыма. Симферополь: Таврия, 1973. 112 с.
7. Ена В.Г., Ена Ал.В., Ена Ан.В. Открыватели земли Крымской. Симферополь: Бизнес-Информ, 2007. 520 с.
8. Зонн С.В. Железо в почвах (генетические и географические аспекты). М: Наука, 1982. 207 с.
9. Канивец В.И. Буроземообразование в лесных почвах Украинских Карпат // Почвоведение. 1991. № 4. С. 19–28.
10. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
11. Ковалева Н.О., Евдокимова Т.И. Характеристика органического вещества горных почв северного склона Киргизского хребта Тянь-Шаня // Почвоведение. 1995. № 10. С. 1239–1247.
12. Кононова М.М., Бельчикова Н.П. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв // Почвоведение. 1961. № 10. С. 75–87.

13. *Костенко И.В.* Атлас почв Горного Крыма. Київ: Аграрна наука, 2014. 184 с.
14. *Костенко И.В.* Изучение оптических свойств образцов дерново-степных песчаных почв юга Украины при помощи сканера // Почвоведение. 2009. № 9. С. 1090–1098.
15. *Костенко И.В.* Связь показателей гумусного состояния лесных и луговых почв с высотой местности на Главной гряде Крымских гор // Почвоведение. 2017. № 5. С. 532–543. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17050082>
16. *Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И.* Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.
17. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И.* Химия почв. М.: Высшая шк., 2005. 558 с.
18. *Плотникова Т.А., Пономарева В.В.* Упрощенный вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром // Почвоведение. 1967. № 7. С. 73–85.
19. *Подгородецкий П.Д.* Крым: Природа: Справочное издание. Симферополь: Таврия, 1988. 192 с.
20. *Половицкий И.Я., Гусев П.Г.* Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
21. Почвоведение / Под ред. Ковды В.А., Розанова Б.Г. Ч. 2. Типы почв, их география и использование. М.: Высш. шк., 1988. 368 с.
22. *Ревина Я.С., Ергина Е.И., Костенко И.В.* Характеристика горно-луговых черноземовидных почв яйл Крымских гор как объектов Красной книги почв Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Сер. География. Геология. 2015. Т. 1(67). № 2. С. 67–70.
23. *Селянинов Г.Т.* К методике сельскохозяйственной климатологии // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1930. Вып. 2. С. 45–89.
24. Справочник по Климату СССР. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. Вып. 10. Украинская ССР. Ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. 696 с.
25. *Щепинский А.А.* Красные пещеры: Долгоруковская яйла. Симферополь: Таврия, 1987. 112 с.
26. *Badía D., Ruiz A., Girona A., Martí C., Casanova J., Ibarra P., Zufiaurre R.* The influence of elevation on soil properties and forest litter in the Siliceous Moncayo Massif, SW Europe // J. Mountain Science. December 2016. V. 13. Iss. 12. P. 2155–2169. <https://doi.org/10.1007/s11629-015-3773-6>
27. *Griffiths R.P., Madritch M.D., Swanson A.K.* The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties // Forest Ecology and Management. 2009. V. 257 P. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.010>
28. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome. 192 p.
29. *Shishkov T., Kolev N.* The Soils of Bulgaria. World Soils Book Series. Springer Science + Business Media Dordrecht. 2014. 208 p.
30. *Viscarra Rossel R.A., Minasny B., Roudier P., McBratney A.B.* Colour space models for soil science // Geoderma. 2006. V. 133. P. 320–337. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.07.017>

## Comparative Characteristics of Mountain-Forest and Mountain-Meadow Soils of Dolgorukovskaya Yayla (the Crimea Mountains)

I. V. Kostenko<sup>1,\*</sup> and N. E. Opanasenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the RAS, Yalta, 298648 Russia

\*e-mail: ik\_64@bk.ru

Integrated studies of mountain-meadow and mountain-forest soils were carried out throughout Dolgorukovskaya Yayla in the altitudinal range from 560 to 975 m a. s. l. This area is a plateau located on the northern macroslope of the Main Ridge of the Crimean Mountains. Soil morphology, texture, acidity, exchangeable cations, non-silicate iron content, indicators of the humus status, and optical characteristics of soils were studied. The forest soils within the entire slope were defined as acid and dark burozems; they have similar morphological properties and similar profile patterns of clay, humus and non-silicate iron content. Under meadow vegetation in the upper part of the plateau, mountain-meadow, mountain-meadow chernozem-like and residual-carbonate soils are common; in the lower part, soils are transitional to foothill chernozems. Humus reserves in the layer of 0–50 cm of soils under meadows varied from 16.6 to 42.2, under forests – from 8.9 to 18.8 kg/m<sup>2</sup>. With increasing altitude, soil acidity increased and base saturation decreased. Higher acidity was recorded for forest soils, while in the upper part of the plateau the difference in acidity between forest and meadow soils was minimal. In soils under meadows, oxalate-soluble iron content was also increasing, and its average content in the A horizon (226 ± 67 mg/100) was higher than that in forest soils (183 ± 41 mg/100 g). The main reasons for more intense color of the soils under grass vegetation compared to soils under forests are differences in the degree of organic matter humification and optical density of humic acids, total humus content being similar in both groups of soils.

**Keywords:** Luvisol, Phaeozem, Cambisol, Chernozem, humus content, acidity, humic acids optical density