

УДК 574.9; 551.58; 631.46

UDC 574.9; 551.58; 631.46

**ВЛИЯНИЕ ТЕНЕВОГО ЭФФЕКТА КАВКАЗА
НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ
ПОЧВ¹**

**CHANGE OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF
SOILS OF NORTH CAUCASUS IN RELATION
TO CLIMATE**

Козунь Юлия Сергеевна

Kozun Yuliya Sergeevna

Казеев Камил Шагидуллович
д.г.н., профессор

Kazeev Kamil Shagidulloovich
Dr.Sci.Geol., Cand.Biol.Sci., professor

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Kolesnikov Sergey Ilich
Dr.Sci.Agr., professor
South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Климатические условия оказывают значительное влияние на биологические свойства почв Юга России. Из всех исследуемых показателей наиболее зависимыми от климата оказались содержание гумуса и активности полифенолоксидазы и пероксидазы. Значения интегрального показателя биологического состояния (ИПБС) по профилю почв снижаются по мере увеличения количества осадков, снижения температуры, увеличения высоты местности в ряду луговые субальпийские → бурые лесные → серые лесные → чернозем выщелоченный → чернозем типичный → чернозем обыкновенный

Climatic conditions have considerable impact on biological properties of soils of the South of Russia. From all studied indicators the most dependent on climate there was maintenance of a humus and activity of polyphenoloxidases and peroxidases. Values of the integrated indicator of a biological condition (ИПБС) on a profile of soils decrease in process of increase in an amount of precipitation, decrease in temperature, and increase in height of the district in next order: meadow subalpine → brown forest → gray forest → black leached soil → black typical soil → black ordinary soil

Ключевые слова: ПОЧВА, ЧЕРНОЗЕМ, КЛИМАТ

Keywords: SOIL, BLACK SOIL, CLIMAT

Введение

Теневой эффект гор – особая зональность на равнинах, не входящая в систему горной зональности. Однако обусловленная присутствием горных систем. Почвенные зоны теневого эффекта формируются в условиях усиленной конденсации атмосферной влаги или, наоборот, с ее подавлением в связи с горно-континентальным перегревом воздушных масс [3].

Климат зависит от географического положения территории, которое определяет приток солнечной энергии и количество осадков. Основные составляющие климата - температура воздуха, количество осадков, наличие ветра и многолетней мерзлоты. Осадки и температура определяют

¹ Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета (213.01-24/2013-85; 213.01-24/2013-44)

водный и тепловой режимы почвы, ее влажность, скорость и характер превращения органических остатков, минерализацию гумуса, разрушение минеральной части почвы.

Почвенные и климатические характеристики находятся в коррелятивной связи. Известны работы в области экологии почв по установлению закономерных связей в широком географическом плане между климатическими показателями и различными почвенными свойствами [4,6, 14,22].

Так как климат играет значительную роль в образовании почвы, то она в свою очередь является источником познания исторического изменения климата, сохраняя в себе свойства прошлых эпох [13]. Среди компонентов биотопа наибольшей скоростью изменения под влиянием климата обладают режимы температуры и влажности, газовый состав и биотические параметры почв [16]. Причем, по происходящим сейчас процессам в почве можно судить о будущих глобальных изменениях климата. Почва и почвенный покров являются свидетелями и индикаторами глобального изменения климата [19].

Представляемая работа является частью цикла научных исследований по изучению биологических свойств почв Юга России [8,11,12,15,17]. Целью настоящего исследования было изучить и описать воздействие теневого эффекта Кавказских гор на биологические свойства почв юга России. В качестве диагностических показателей были выбраны: плотность почвы, содержание гумуса и ферментативная активность почв.

Объекты исследования

Теневой эффект гор Кавказа распространяется на всю Азово-Кубанскую низменность, вплоть до Ростова-на-Дону. Наблюдается своеобразная фациальная зональность природы. Не было бы Кавказа, на

просторах Кубани и Дона господствовали бы сухие степи как в Волгоградской области и на юге Украины [3].

Исследования влияния теневого эффекта на биологические свойства почв проведены на территории Ростовской области, Краснодарском крае и республике Адыгея. Изучена трансекту длиной 450 км, общим направлением север-юг, от Ростова-на-Дону до пастбище Абаго на Кавказе. На протяжении трансекты были выбраны несколько участков, отличающиеся климатом, растительностью и почвенным покровом (табл.1).

Таблица 1

Климатические параметры исследуемых участков

Участок	Почва	Географические координаты		Высота над уровнем моря, м
		с.ш.	в.д.	
Пастбище Абаго, субальпийский луг	Луговая субальпийская	43°56	40°14	1865
п. Гузерибль, лес	Бурая лесная	44°01	40°09	689
п. Хамышки, лес	Серая лесная	44°07	40°07	607
п. Даховская, лес	Серая лесная	44°12	40°11	502
г. Майкоп, лес	Серая лесостепная	44°07	40°07	289
г. Белореченск, лесхоз	Чернозем выщелоченный слитой	44°45	39°55	157
ст. Кирпильская, пастбище	Чернозем выщелоченный	45°22	39°42	57
ст. Березанская, залежь	Чернозем типичный	45°41	39°37	37
с. Краснопартизанское, залежь	Чернозем карбонатный	46°04	39°46	27
с. Степное, залежь	Чернозем обыкновенный	46°38	39°40	54
Ботанический сад, г. Ростов-на-Дону, залежь	Чернозем обыкновенный	47°14	39°39	50

При передвижении с севера на юг от Ростова до предгорий и гор Кавказа климат становится более гумидным, с увеличением высоты над уровнем моря среднегодовое количество осадков увеличивается в несколько раз по сравнению с предгорными районами (табл.2). В

отдельных горных районах исследуемой территории, таких как п. Гузерипль осадки выпадают практически круглогодично. Так же наблюдается снижение амплитуды годовых температур. Степные равнинные ландшафты заменяются лесостепью, а затем и горными лесами. Естественно это не может не отразиться на почвенном покрове, который так же резко меняется при передвижении на юг. Мощные степные почвы заменяются мелкопрофильными горными лесными почвами (рис.1.).

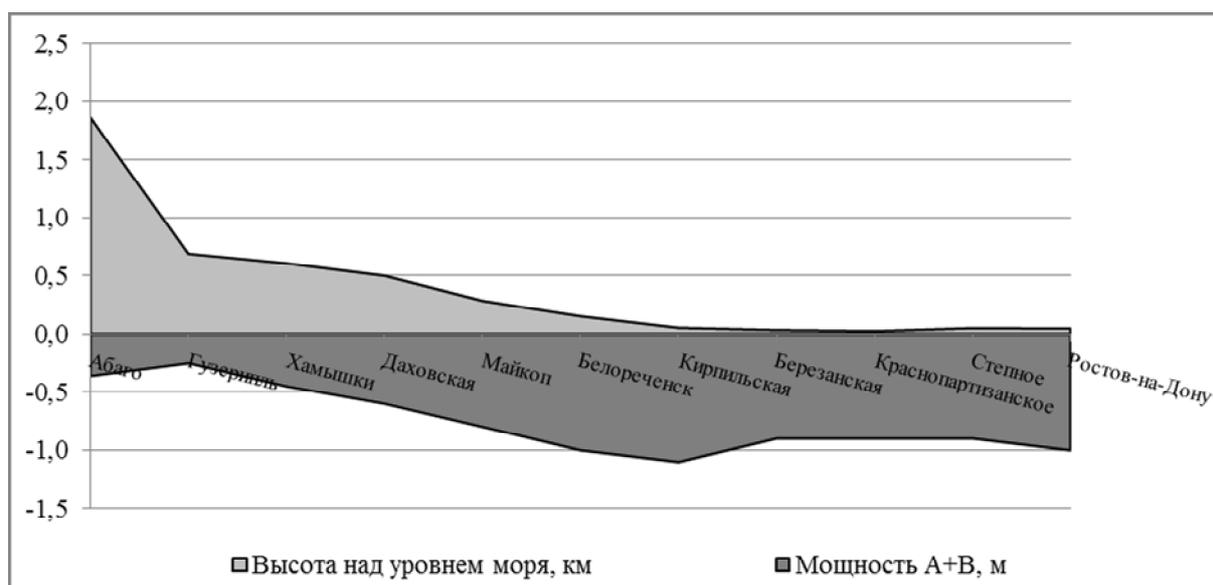


Рис.1. Изменение высоты местности исследуемых пунктов и мощности горизонтов А+В

Проведенный ранее анализ климатических параметров исследуемого района показал, что для выявления влияния климата на биоту и биологическую активность почв, больше подходят средняя максимальная амплитуда температур воздуха и годовое количество осадков [11,17].

Таблица 2

Изменение климатических показателей исследуемой территории по направлению север-юг (Справочник по климату СССР, 1966, 1968)

Населенный пункт	Расстояние от Ростова-на-Дону, км	Среднегодовое количество осадков, мм	Средняя максимальная температура июля, °С	Средняя минимальная температура января, °С	Средняя годовая амплитуда температур
Ростов-на-Дону	0	495	29,0	-8,5	28,6
Степное	79	479	29,7	-7,3	27,4
Березанская	207	556	30,2	-6,6	26,4
Кирпильская	238	637	29,8	-5,4	25,4
Белореченск	326	713	29,3	-6,6	24,9
Майкоп	347	702	28,5	-5,6	23,8
Даховская	375	738	26,5	-6,7	21,6
Хамышки	390	941	25,7	-6,9	20,2
Гузерибль	403	1132	25,5	-6,7	20,4
Партизанская поляна	440	1675	24,9	-3,0	19,4

Первыми участками исследования на севере является г. Ростов-на-Дону, почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным. Крайней точкой на юге является пастбище Абаго с луговыми субальпийскими почвами.

Методика исследований

При получении аналитических данных, используемых в настоящей работе, применялась разработанная и апробированная методология исследования биологической активности [2,7,15] с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов [9,23].

В основу исследований был положен системный подход к познанию природных объектов и явлений. Изучение биологической активности почв проводилось в двух аспектах: сравнительно-географическом и профильно-генетическом.

Для изучения морфологии почв и отбора почвенных образцов для последующих лабораторных работ были заложены полнопрофильные

разрезы и прикопки к ним на типичных по рельефу и растительности ключевых участках. Географические координаты определены GPS навигатором Garmin. Были определены содержание гумуса, активность каталазы, инвертазы, дегидрогеназы, пероксидазы и полифенолоксидазы (Казеев и др, 2003). Поскольку биологические свойства почв отличаются значительным природным варьированием, все образцы были отобраны в течение одного дня в сходных погодных условиях.

Активность почвенных ферментов изучали при естественном pH почвы. Содержание гумуса определяли методом И.В. Тюрина в модификации Никитина по окисляемости хромовой смесью.

В работе использованы индексы континентальности по Горчинскому, Конраду, Ценкеру, Хромову, индексы аридности по Де Мартонну и гидротермический коэффициент по Мезенцеву [1,5,24,25].

Индекс аридности Де Мартонна: $I_a = P / (T + 10)$, где P- годовое количество осадков, T- среднегодовая температура

Индекс континентальности по Горчинскому: $K = 1,74A / \sin\varphi$, где A- годовая амплитуда температуры, φ - широта местности

Индекс континентальности по Хромову: $K = (A - 5,4 \times \sin\varphi) / A$, где A- годовая амплитуда температуры, φ - широта местности

Индекс континентальности по Ценкеру: $K = (A / \varphi) \times 100$, где A- годовая амплитуда температуры, φ - широта местности

Индекс континентальности по Конраду: $K = 1,7 * A / \sin(\varphi + 10) - 14$, где A- годовая амплитуда температуры, φ - широта местности

Для обобщения результатов воздействия климата на биологические свойства почв использовали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы [10].

Результаты исследования

В целом при обобщении климатических параметров населенных пунктов, расположенных на исследуемом маршруте выявлено, что при

передвижении с севера на юг и при увеличении высоты местности увеличивается среднегодовое количество осадков и снижается среднегодовая амплитуда температур. Вычисление климатических индексов показало (табл.3), что при передвижении на юг увеличивается индекс аридности по Де Мартонну, а следовательно снижается аридность климата. Все исследуемые индексы континентальности снижаются, что говорит о увеличении гумидности климата.

Таблица 3

Климатические индексы исследуемых объектов

	ИА по Де Мартону	ИК по Хромову	ИК по Горчинскому	ИК по Ценкеру	ИК по Конраду
Абаго	90,7	0,81	49	44,2	26,8
Гузерибль	62,2	0,82	51	46,4	28,9
Хамышки	55,0	0,81	50	45,8	28,4
Даховская	38,8	0,83	54	48,9	31,3
Майкоп	34,2	0,84	59	53,9	35,9
Белореченск	35,1	0,85	62	55,6	37,8
Кирпильская	30,9	0,85	62	56,0	38,5
Березанская	27,5	0,85	64	57,8	40,3
Степное	24,8	0,86	66	58,8	41,8
Ростов-на-Дону	26,6	0,86	68	60,6	43,8

В результате исследования было выявлено, что горные почвы имеют меньшую плотность верхнего горизонта, чем лесостепные и степные. Плотность почв варьирует в пределах от 0,3 г/см³(луговая почва) до 1,3 г/см³ (чернозем типичный). Низкая плотность горных почв связана с оторфованностью поверхностных горизонтов, высоким содержанием слаборазложившегося органического вещества.

Наиболее зависимым от климата из всех изучаемых биологических показателей является содержание в почве гумуса. Содержание гумуса положительно коррелирует с индексом аридности де Мартонна ($r=0,93$) и отрицательно со всеми индексами континентальности (ниже $-0,70$ для всех рассчитанных индексов). Содержание гумуса увеличивается при

возрастании гумидности климата, т. е. верхние горизонты лесных почв более обогащены органическим веществом, чем степных почв. Но расчет запаса органического вещества в профиле каждой исследуемой почвы показал, что при передвижении в более сухую равнинную местность запас гумуса в профиле увеличивается. И в первую очередь это связано с большей мощностью профиля равнинных почв (рис.2).

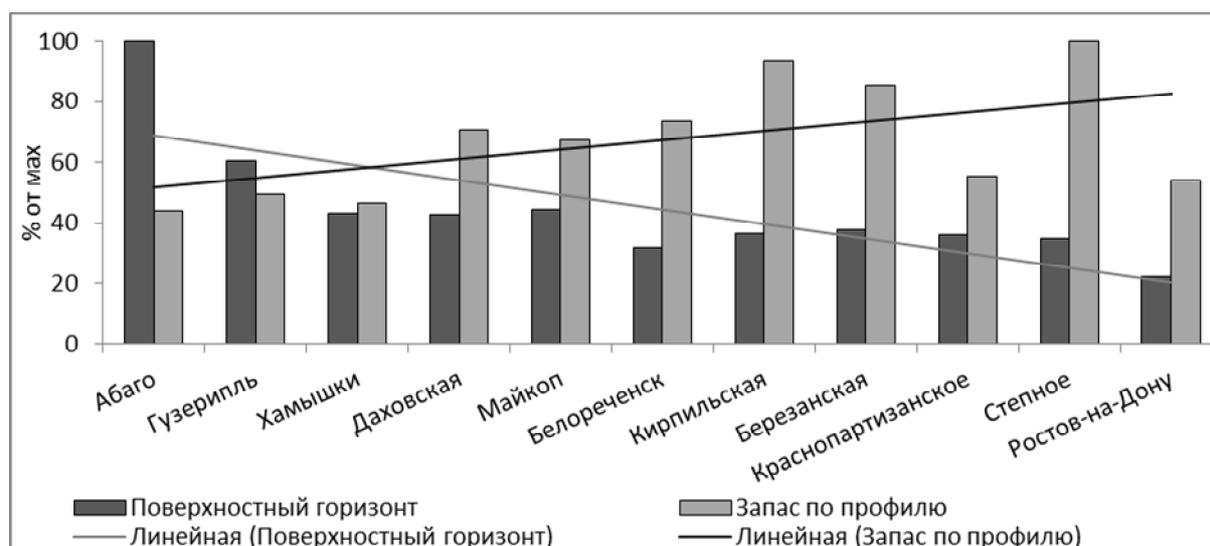


Рис.2. Содержание гумуса в верхнем горизонте и запас по профилю в исследуемых почвах

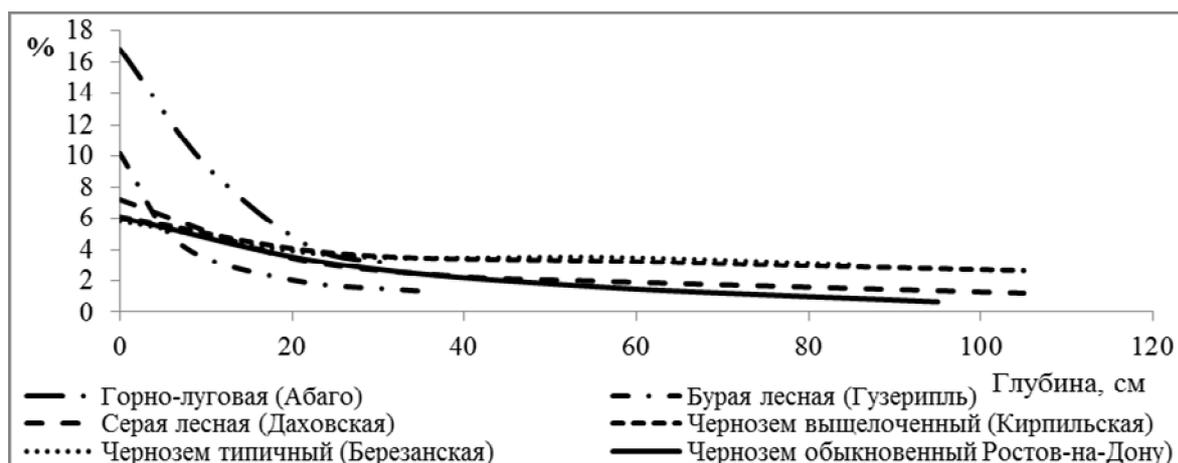


Рис.3. Содержание гумуса в профиле основных типов почв

Характер распределения содержания гумуса в профилях исследуемых почв убывающий (рис.3). В лесных почвах отмечено резкое

снижение органического вещества в первом двадцатисантиметровом слое почвы. В лесостепных и степных почвах содержание органики снижалось плавно с глубиной.

Ферментативная активность, как правило, увеличивается при передвижении на юг. Но это касается не всех ферментов. Наиболее зависимыми от климата оказались активности пероксидазы, полифенолоксидазы. Так коэффициент корреляции данных ферментов с индексом аридности составил -0,58 и -0,70 соответственно. С индексами континентальности корреляция положительна, например, с индексом континентальности Конрада Коэффициент составил 0,72 и 0,67.

Не выявлено линейной взаимосвязи между климатическими параметрами и активностью каталазы, дегидрогеназы и инвертазы в верхних горизонтах исследуемых почв.

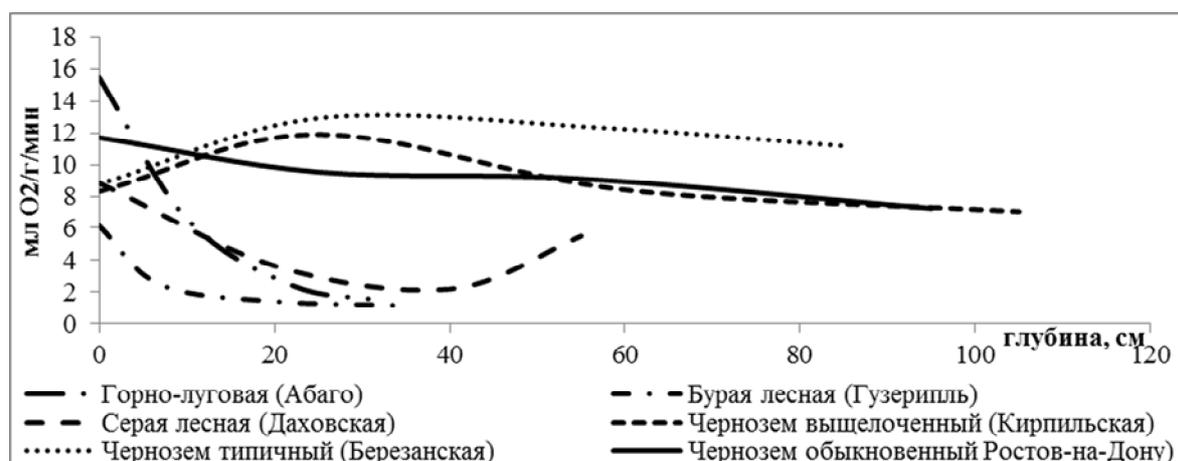


Рис.4. Распределение активности каталазы в профилях основных типов исследуемых почв.

Что касается профильного распределения ферментов, то в отличие от содержания гумуса характер распределения активности каталазы в почвах сильно изменяется. Выявлен убывающий характер распределения в профиле активности этого фермента для лесных почв. В степных почвах на глубине 20-40 см наблюдается увеличение активности каталазы (рис.4).

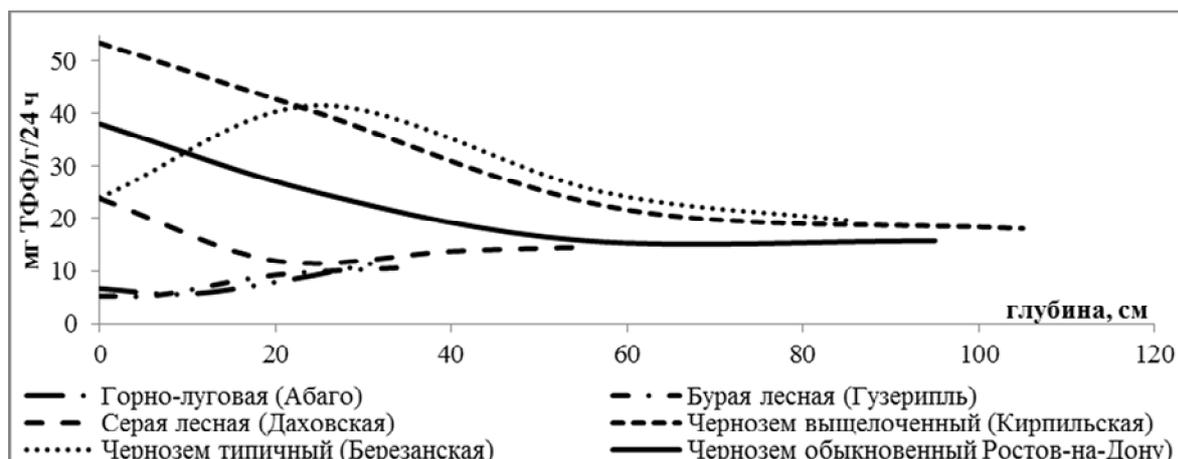


Рис.5. Распределение активности дегидрогеназы в профилях основных типов исследуемых почв.

Активность дегидрогеназы в степных почвах значительно выше, чем в лесных (рис.5). Это касается не только верхних горизонтов, но и распределения по всему профилю. Максимальную активность дегидрогеназы в верхнем горизонте имеет чернозем выщелоченный (ст. Кирпильская). В степных почвах активность дегидрогеназы чаще всего плавно снижается. В лесных почвах, наоборот, с глубиной активность возрастает, но все равно не достигает до уровня активности черноземов.

То же можно отметить для активностей полифенолоксидазы и пероксидазы. Отмечена более высокая активность этих ферментов в степных почвах как по профилю, так и в верхних горизонтах. В степных почвах с глубиной активность данных ферментов повышается, а в лесных понижается.

Что касается активности инвертазы, то во всех исследуемых почвах характер распределения активности данного фермента не однозначен. Наблюдаются инверсии в профильном распределении инвертазы.

Для обобщения влияния климатических показателей на биологические свойства почв использовали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС). При расчете ИПБС учитывались следующие биологические показатели: содержание гумуса, активности

каталазы, дегидрогеназы, инвертазы, пероксидазы и полифенолоксидазы. Расчет ИПБС проводили в двух аспектах: ИПБС верхних горизонтов почв, где учитывались значения биологических показателей только для верхних горизонтов и ИПБС профиля, где учитывали биологическую активность по всему профилю почвы до горизонта С. В результате вычислений было выявлено, что ИПБС верхних горизонтов слабо зависит от значений климатических показателей, в то время как ИПБС профиля имеет высокую степень зависимости от показателей климата ($r \geq |0,70|$). Таким образом, при изучении воздействий климата на почву необходимо учитывать его влияние не только на верхние горизонты, которые непосредственно соприкасаются с окружающей средой, но и нижележащие.

Из приведенных выше результатов исследования можно сделать следующие выводы: климатические условия оказывают значительное влияние на биологические свойства почв Юга России. Из всех исследуемых показателей наиболее зависимыми от климата оказались содержание гумуса и активности полифенолоксидазы и пероксидазы. Климат оказывает воздействие не только на верхние «соприкасающиеся» с окружающей средой горизонты, но и на нижележащие. Почвы, сформированные в разных климатических условиях, имеют различный характер распределения биологической активности по профилю. Так, например, в более сухих регионах содержание гумуса с глубиной снижается постепенно, в то время как, в горных хорошо увлажненных почвах разница в содержании гумуса в верхнем и нижележащем горизонте может снижаться более чем в 2 раза.

Список литературы

1. Eds Oliver J.E., Fairbridge R.W. The Encyclopedia of Climatology // The Encyclopedia of Earth Sciences. New York: van Nostrand Reinhold, 1987. 963 p.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методология исследования биологической активности почв на примере Северного Кавказа // Научная мысль Кавказа. Издательство СКНЦВШ. 1999. №1. С. 32-37.

3. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России. Ростов н/Д: Изд-во Эверест, 2008. 276 с.
4. Волобуев В.Р. Климатические условия и почвы. // Почвоведение, 1956, №4. С. 25-37.
5. Дажо Р. Основы экологии – М.: Прогресс, 1975. 354 с.
6. Иенни Г. Факторы почвообразования / Г. Иенни ; пер. с англ.
7. Казеев К.Ш. Изменение биологической активности почв предгорий Северо-Западного Кавказа при антропогенном воздействии. Диссертация...канд.биол.наук. Краснодар. 1996. 133 с.
8. Казеев К.Ш., Козин В.К., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические особенности почв влажных субтропиков // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1474-1478.
9. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 380 с.
10. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Рост.ун-та, 2003. 204 с.
11. Казеев К.Ш., Кузнецова Ю.С. Эколого-биологические особенности аридных почв Прикаспийской низменности // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. № 5. С. 83-85.
12. Казеев К.Ш., Фомин С.Е., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические свойства локально переувлажненных почв Ростовской области // Почвоведение. 2004. № 3. С. 361-372.
13. Каширская Н.Н., Хомутова Т.Э., Демкина Т.С., Салманова К.А., Кузнецова Ю.С., Демкин В.А. Биологическая активность современной и погребенной каштановых почв сухих степей // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19. № 2(55). С. 64-72.
14. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.:изд-во «Наука», 1973. Т.1-2.
15. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. 2000в. №3. С. 193-201.
16. Кудеяров В.Н., Демкин В.А., Гиличинский Д.А., Горячкин С.В., Рожков В.А. Глобальные изменения климата и почвенный покров //Почвоведение. 2009. № 9. С. 1027-1042.
17. Кузнецова Ю.С., Казеев К.Ш. Влияние засоления на биологические свойства гидроморфных почв ильменей Астраханской области // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. №1. С. 90-93.
18. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. С 689.
19. Рожков В.А. Почвы и почвенный покров – свидетели и индикаторы глобальных изменений климата //Почвоведение. 2009. № 2. С. 134-143.
20. Справочник по климату СССР. Осадки. Вып. 13, часть 4, Ленинград, Гидрометеиздат, 1968, 492 с.
21. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Вып. 13, часть 2, Ленинград, Гидрометеиздат, 1966, 492 с.
22. Тюрин И. В. Органическое вещество почв и его роль в плодородии. —М.: Наука. —1965. — 317 с.
23. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука. 1990. 189 с.
24. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология: Учебник. 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 528 с.

25. Хрусталеv Ю.П., Борликов Г.М., Хулхачиев Б.С. Эколого-географический словарь-справочник. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. 231 с.

References

1. Eds Oliver J.E., Fairbridge R.W. The Encyclopedia of Climatology // The Encyclopedia of Earth Sciences. New York: van Nostrand Reinhold, 1987. 963 p.
2. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Metodologija issledovanija biologicheskoj aktivnosti pochv na primere Severnogo Kavkaza // Nauchnaja mysl' Kavkaza. Izdatel'stvo SKNCVSh. 1999. №1. S. 32-37.
3. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Pochvy juga Rossii. Rostov n/D: Izd-vo Jeverest, 2008. 276 s.
4. Volobuev V.R. Klimaticheskie uslovija i pochvy. // Pochvovedenie, 1956, №4. S. 25-37.
5. Dazho R. Osnovy jekologii – M.: Progress, 1975. 354 s.
6. Ienni G. Faktory pochvoobrazovanija / G. Ienni ; per. s angl.
7. Kazeev K.Sh. Izmenenie biologicheskoj aktivnosti pochv predgorij Severo-Zapadnogo Kavkaza pri antropogennom vozdejstvii. Dissertacija...kand.biol.nauk. Krasnodar. 1996. 133 s.
8. Kazeev K.Sh., Kozin V.K., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskie osobennosti pochv vlaznyh subtropikov // Pochvovedenie. 2002. № 12. S. 1474-1478.
9. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Biodiagnostika pochv: metodologija i metody issledovanij. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. 2012. 380 s.
10. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskaja diagnostika i indikacija pochv: metodologija i metody issledovanij. Rostov n/D: Izd-vo Rost.un-ta, 2003. 204 s.
11. Kazeev K.Sh., Kuznecova Ju.S. Jekologo-biologicheskie osobennosti aridnyh pochv Prikaspijskoj nizmennosti // Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2010. № 5. S. 83-85.
12. Kazeev K.Sh., Fomin S.E., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskie svojstva lokal'no pereuvlazhnyh pochv Rostovskoj oblasti // Pochvovedenie. 2004. № 3. S. 361-372.
13. Kashirskaja N.N., Homutova T.Je., Demkina T.S., Salmanova K.A., Kuznecova Ju.S., Demkin V.A. Biologicheskaja aktivnost' sovremennoj i pogrebennoj kashtanovyh pochv suhih stepej // Aridnye jekosistemy. 2013. T. 19. № 2(55). S. 64-72.
14. Kovda V.A. Osnovy uchenija o pochvah. M.:izd-vo «Nauka», 1973. T.1-2.
15. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. Vlijanie zagrjaznenija tjazhelymi metallami na jekologo-biologicheskie svojstva chernozema obyknovenного // Jekologija. 2000v. №3. S. 193-201.
16. Kudejarov V.N., Demkin V.A., Gilichinskij D.A., Gorjachkin S.V., Rozhkov V.A. Global'nye izmenenija klimata i pochvennyj pokrov //Pochvovedenie. 2009. № 9. S. 1027-1042.
17. Kuznecova Ju.S., Kazeev K.Sh. Vlijanie zasolenija na biologicheskie svojstva gidromorfnyh pochv il'menej Astrahanskoj oblasti // Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. 2010. №1. S. 90-93.
18. Mineev V.G. Praktikum po agrohimii. M.: Izd-vo MGU, 2001. S 689.
19. Rozhkov V.A. Pochvy i pochvennyj pokrov – svideteli i indikatory global'nyh izmenenij klimata //Pochvovedenie. 2009. № 2. S. 134-143.
20. Spravochnik po klimatu SSSR. Osadki. Vyp. 13, chast' 4, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1968, 492 s.

21. Spravochnik po klimatu SSSR. Temperatura vozduha i pochvy. Vyp. 13, chast' 2, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1966, 492 s.
22. Tjurin I. V. Organicheskoe veshhestvo pochv i ego rol' v plodorodii. —M.: Nauka. — 1965. — 317 s.
23. Haziev F.H. Metody pochvennoj jenzimologii. M.: Nauka. 1990. 189 s.
24. Hromov S. P., Petrosjanc M. A. Meteorologija i klimatologija: Uchebnik. 5-e izd., pererab. i dop. - M.: Izd-vo MGU, 2001. - 528 s.
25. Hrustalev Ju.P., Borlikov G.M., Hulhachiev B.S. Jekologo-geograficheskij slovar'-spravochnik. Rostov-na-Donu: SKNC VSh, 2002. 231 s.