

УДК 631.46; 574

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ ЮГА РОССИИ НА ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

© 2016 Ю.С. Козунь, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Ю.В. Акименко, М.А. Мясникова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Статья поступила в редакцию 23.05.2016

Изучено влияние количества осадков на экологические и биологические свойства зональных почв юга России. Выведены уравнения регрессии зависимости биологических показателей верхних горизонтов от количества осадков. Установлена непрямолинейная зависимость ИПБС зональных почв юга России при пересчете на весь гумусовый профиль.

Ключевые слова: зональные почвы, юг России, биологическая активность, осадки

Почвообразующий эффект тепла и света проявляется только в том случае, если в почвах содержится достаточное для жизни растений количество влаги. Поэтому значение количества атмосферных осадков в почвообразовательном процессе также велико, как и тепла. Осадки вносят вклад при образовании почвенных профилей и основных генетических горизонтов. Влага участвует в вымывании из верхних горизонтов почвы веществ и вмывании их в нижние горизонты. Разность осадков и испаряемости, испарение, валовое увлажнение наиболее значимые климатические показатели, участвующие в формировании горизонтов [9]. С увеличением среднегодового количества осадков увеличиваются содержание азота, емкость поглощения, возрастает глубина залегания карбонатов [13-15, 18, 19]. Режим выпадения осадков определяет характер перераспределения солей в профиле почв [11]. От осадков напрямую и косвенно связан процесс гумусообразования и возникновение верхнего биогеогенного гумусо-аккумулятивного горизонта почвы [3, 8, 24]. Зависимость ферментативной активности почвы от ее влажности в первую очередь связана с тем, что влажность оказывает влияние на микробиологическую активность и на деятельность корневой системы [2, 20]. Установлено значительное влияние влажности на ферментативную активность разных типов почв [21-23, 25, 26, 27].

**Цель исследования:** выявить особенности влияния количества осадков на экологические и биологические свойства зональных почв юга России.

**Материалы и методики исследования.** Влияние количества осадков на биологическую активность рассматривали в двух аспектах. В первом выявили закономерности влияния климата на верхние горизонты изучаемых почв, а во втором на биологическую активность с учетом всего гумусового профиля. При получении аналитических данных, используемых в настоящей работе, применяли разработанную и апробированную методологию исследования биологической

активности с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов [4]. Были определены почвенно-экологические свойства: плотность, содержание карбонатов, легкорастворимых солей и биологические показатели: интенсивность выделения углекислого газа, содержание гумуса, активность почвенных ферментов (каталазы, инвертазы, дегидрогеназы, пероксидазы и полифенолоксидазы). Для определения различий в уровне биогенности и биологической активности разных почв рассчитали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы [3].

**Результаты и их обсуждение.** На исследуемой территории значительно изменяется среднегодовое количество осадков (от 1795 мм/год на пастбище Абаго до 160 мм/год в г. Астрахань). Из всех рассмотренных показателей на территории юга России значительнее всего изменяется среднегодовое количество осадков. То же можно отметить и для количества осадков за вегетационный период (от 902 мм до 100 мм). Не смотря на это, для пастбища Абаго отмечена минимальная доля осадков за вегетационный период от годового (50%). Большая доля осадков за вегетационный период выпадает в ст. Даховской и г. Элисте (67%; 492 и 211 мм соответственно). Доля летних осадков уменьшается при передвижении с запада на восток и с севера на юг. Изменение доли зимних осадков от годового количества изменяется в пределах от 19% (Яшкуль) до 31% (Вешенская, Абаго). Доля осадков по сезонам и в течение вегетационного периода изменялась незначительно, что свидетельствует о том, что в течение года осадки выпадают довольно равномерно на всей изучаемой территории. В связи с этим не представляется возможным применять данные показатели при выявлении зависимости биологической активности почв от количества осадков.

pH исследуемых почв изменяется в широких пределах, от кислых (4,7 в луговой субальпийской) до слабощелочных (7,8 в черноземе обыкновенном) [10]. По причине превышения годового количества осадков над испарением в почве накапливается влага, которая повышает выщелачивание солей и основных минералов вниз по профилю почвы. В связи с этим почва при увеличении среднегодового количества осадков почвы закисляется [1]. Зависимость величины pH от среднегодового количества осадков имеет линейный характер. Так, величины pH характеризуются максимальными значениями в условиях до 500 мм годового количества осадков.

*Козунь Юлия Сергеевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель. E-mail: kuz.yuliya@mail.ru*

*Казеев Камил Шагидулович, доктор географических наук профессор. E-mail: kamil\_kazeev@mail.ru*

*Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования. E-mail: kolesnikov@sfn.edu.ru*

*Акименко Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, ассистент. E-mail: akimenkojuliyu@mail.ru*

*Мясникова Маргарита Алексеевна, кандидат биологических наук, ассистент. E-mail: margarita\_prudnikova@mail.ru*

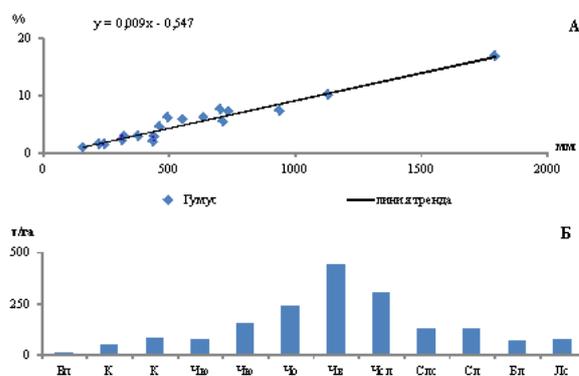
**Таблица 1.** Географические координаты и климатические показатели исследуемых зональных почв [12, 16, 17]

Населенный пункт	Почва	Географические координаты		Среднегодовое количество осадков, мм
		с.ш.	в.д.	
п. Персиановский	чернозем обыкновенный	47°30'	40°9'	505
п. Зимовники	каштановая	47°08'	42°30'	379
с. Ремонтное	каштановая	46°32'	43°37'	322
г. Элиста	каштановая	46°18'	44°27'	315
п. Яшкуль	бурая полупустынная	46°10'	45°17'	243
с. Хулхута	бурая полупустынная	46°19'	46°15'	221
г. Астрахань	бурая полупустынная	46°15'	47°49'	160
п. Октябрьский	чернозем южный	49°35'	41°41'	438
х. Кружилинский	чернозем южный	49°25'	41°40'	442
г. Кашары	чернозем южный	49°01'	40°49'	461
г. Каменск-Шахтинский	чернозем южный	48°16'	40°17'	414
г. Ростов-на-Дону	чернозем обыкновенный	47°08'	42°30'	495
с. Степное	чернозем обыкновенный	47°30'	40°09'	479
ст. Березанская	чернозем типичный	45°41'	39°37'	556
ст. Кирпильская	чернозем выщелоченный	45°22'	39°42'	637
г. Белореченск	чернозем слитой	44°45'	39°55'	713
г. Майкоп	серая лесостепная	44°07'	40°07'	702
ст. Даховская	серая лесная	44°12'	40°11'	738
с. Хамышки	темно-серая лесная	44°07'	40°07'	941
п. Гузерипль	бурая лесная	44°01'	40°09'	1132
Пастбище Абаго	луговая субальпийская	43°56'	40°14'	1675

Плотность верхнего горизонта изменяется также значительно. Наблюдается снижение плотности при увеличении среднегодового количества осадков (1,5 г/см<sup>3</sup> для чернозема южного и 0,3 г/см<sup>3</sup> для луговой субальпийской). В литературе имеются данные о том, что при увеличении среднегодового количества осадков возрастает плотность почв. Осадки оказывают как прямое воздействие на плотность почвы, так и косвенное. Косвенное воздействие на плотность почвы происходит через увеличение ее влажности свыше влажности физической спелости (когда вода больше не может поглощаться почвенными коллоидами и начинает замещать почвенный воздух). Прямое механическое воздействие осадков – удары капель по почве механически разрушают структуру и уплотняют ее верхний слой. Исследуемые почвы, расположенные в областях с избыточным увлажнением, как правило, лесные. Кроны деревьев и листовой опад препятствуют механическому разрушению почвы под действием осадков. По этой причине не прослеживается зависимость плотности исследуемых почв от их влажности. Причиной уменьшения плотности является увеличение органического вещества, которое, как известно [1], так же оказывает воздействие на плотность почв, большое количество которого, уменьшает ее. В данном исследовании, наличие органического вещества играет преобладающую роль, именно по этой причине происходит уменьшение плотности почвы при перемещении на юг.

Варьирование содержания гумуса в верхних горизонтах всех исследуемых почв очень высоко, от очень низкого в бурых полупустынных (0,9%) до очень высокого в луговых субальпийских (16,8%) [10]. Содержание гумуса в почве находится в тесной связи с количеством осадков,  $r=0,97$ . Выведено линейное уравнение регрессии (рис.1). Из этого уравнения следует, что при увеличении количества осадков на 100 мм содержание гумуса в верхних горизонтах почв увеличивается приблизительно на 0,96%. Не выявлено линейной зависимости содержания гумуса при пересчете на весь

гумусовый горизонт от среднегодового количества осадков. Но из графика видно, что максимальным содержанием гумуса обладает чернозем выщелоченный, изученный в ст. Кирпильской (Краснодарский край, количество осадков 637 мм/год). При увеличении и снижении количества осадков запасы гумуса снижаются. Минимальные значения наблюдаются для бурой полупустынной почвы.

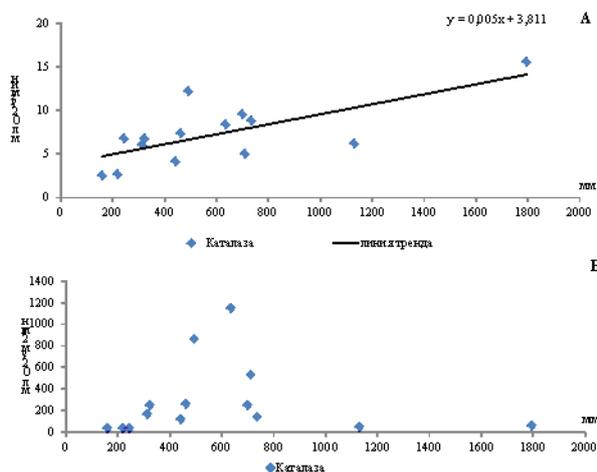


**Рис. 1.** Изменение содержания гумуса в зональных почвах юга России в верхних горизонтах (А) и при пересчете на весь гумусовый профиль (Б) в зависимости от количества осадков:

Лс – луговая субальпийская; Бл – бурая лесная; ТСл – темно-серая лесная; Сл – серая лесная; Слс – серая лесостепная; Чсл – чернозем слитой; Чв – чернозем выщелоченный; Чт – чернозем типичный; Чю – чернозем обыкновенный; Чю – чернозем южный; К – каштановая; Бл – бурая полупустынная

Зависимость ферментативной активности от количества осадков выражена слабее, чем содержание гумуса. Из всех изучаемых ферментов более всего от количества осадков зависит активность каталазы. Коэффициент корреляции зависимости каталазы от количества осадков составил 0,7. Из полученного линейного уравнения следует, что активность каталазы меняется 0,5 мл О<sub>2</sub>/г/мин прямо пропорционально

изменению количества осадков на 100 мм (рис. 2). Максимальная активность каталазы при пересчете на весь гумусовый горизонт выявлена при среднегодовом количестве осадков около 600 мм/год. В данных значениях, так же как и при рассмотрении содержания гумуса, расположен участок с черноземами выщелоченными. Выше и ниже данных значений количества осадков наблюдается снижение активности каталазы при пересчете на гумусовый горизонт.

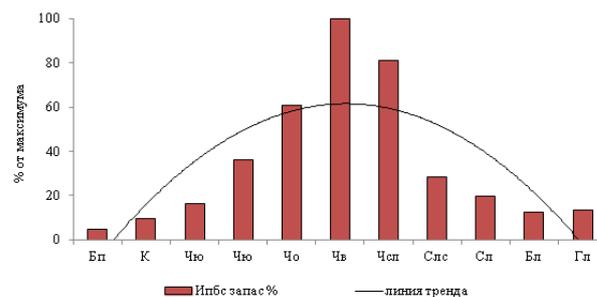


**Рис. 2.** Изменение активности каталазы в зональных почвах юга России в верхних горизонтах (А) и при пересчете на весь гумусовый профиль (Б) в зависимости от среднегодового количества осадков

Установлена линейная зависимость инвертазы от среднегодового количества осадков. В связи с большой разрозненностью показаний невозможно достоверно рассчитать уравнение зависимости. При пересчете на гумусовый профиль максимальные значения инвертазы наблюдаются в черноземе выщелоченном. Из всех исследованных ферментов наименьшая зависимость от климатических характеристик и индексов выявлена для активности дегидрогеназы.

В зонах полупустынь и сухих степей, почвы имеют низкую биологическую активность не только в верхних горизонтах, но и во всем профиле. Недостаток влаги в данных регионах препятствует нормальному протеканию в почве биологических процессов. При перемещении в более увлажненные районы наблюдается увеличение биологической активности, как в поверхностных горизонтах, так и при пересчете на гумусовый профиль. Установлено, что наибольшими запасами биологической активности обладают черноземы выщелоченные, расположенные в благоприятных (теплых и хорошо увлажненных) для гумусоаккумуляции и протекания биохимических процессов условиях. Несмотря на то, что горные почвы обеспечены достаточным количеством влаги, они так же имеют низкую биологическую активность профилей. В данном случае для повышения биологической активности лимитирующим фактором является избыток влаги, приводящий к промыванию профиля от оснований и питательных элементов, формированию кислой реакции среды. На высокогорьях к этому добавляется короткий вегетационный период с активными температурами в почвенном профиле. Максимальные значения ИПБС верхних горизонтов имеют горные почвы, при увеличении аридности климата значения ИПБС снижаются. Не установлены закономерности изменения интегрального показателя поверхностных горизонтов почв

от осадков. Применение профильного подхода позволило показать пространственные закономерности распределения биологической активности (рис. 3). В данном случае минимальные и максимальные значения количества осадков приводят к снижению биологической активности, выраженной через ИПБС. При пересчете биологической активности на мощность гумусового профиля почв выявлено, что максимальные значения ИПБС имеют черноземы, расположенные в условиях с количеством осадков около 500-700 мм. В данных климатических условиях формируются черноземы выщелоченные. В условиях с большими и меньшими значениями, ИПБС снижается.



**Рис. 3.** Изменение ИПБС профиля зональных почв юга России:

Лс – луговая субальпийская; Бл – бурая лесная; ТСл – темно-серая лесная; Сл – серая лесная; Слс – серая лесостепная; Чсл – чернозем слитой; Чв – чернозем выщелоченный; Чт – чернозем типичный; Чо – чернозем обыкновенный; Чю – чернозем южный; К – каштановая; Бп – бурая полупустынная

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-9072.2016.11).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вальков, В.Ф. Экологическая обусловленность почвенных характеристик климатическими факторами в условиях Северо-Западного Кавказа // Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Естественные науки. 1982. №3. С. 11-14.
2. Вухрер, Э.Г. Активность некоторых ферментов в почвах Центрального Тянь-Шаня / Э.Г. Вухрер, К.Т. Шамшиева // Почвоведение. 1968. № 3. С. 94-100.
3. Казеев, К.Ш. Биология почв Юга России / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
4. Казеев, К.Ш. Биодиагностика почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. 260 с.
5. Козунь, Ю.С. Зависимость эколого-биологических показателей почв Ростовской области от климата // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Серия: естественные науки. 2013. № 3. С. 83-85.
6. Козунь, Ю.С. Влияние теневого эффекта Кавказа на биологическую активность почв / Ю.С. Козунь, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2013. Т. 93. №93(03). С. 439-456.
7. Козунь, Ю.С. Использование интегрального показателя для оценки пространственной дифференциации биологических свойств почв юга России в градиенте аридности климата / Ю.С. Козунь, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Сибирский экологический журнал. 2015. Т. 22. №1. С. 112-120.
8. Кононова, М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М.: АН СССР, 1951. 440 с.

9. Неданчук, И.М. Взаимосвязь климатических параметров с ареалами распространения почвенных генетических горизонтов равнинной территории России. Автореферат дисс. ...к.б.н. – М., 2010. 31с.
10. Орлов, Д.С. Зависимость запасов гумуса от продолжительности периода биологической активности почв / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, И.М. Рыжова // Почвоведение. 1997. № 7. С. 818-822.
11. Панкова, Е.И. Климат и засоленность почв пустынь центральной Азии / Е.И. Панкова, М.В. Конюшкова // Почвоведение. 2013. №7. С. 771.
12. Панов, В.Д. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра / В.Д. Панов, П.М. Лурье, Ю.А. Ларионов. – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2006. 487 с.
13. Раменский, Л.Г. Классификация земель по их растительному покрову // Проблемы ботаники. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. С. 83-109.
14. Розанов, Б.Г. Морфология почв. – М.: Академический проект, 2004. 432 с.
15. Соколов, Д.Ф. Влияние продуктов распада растительных остатков на лесорастительные свойства почв сосняков / Д.Ф. Соколов, Е.Ф. Иваницкая. – М.: Наука. 1971. 88 с.
16. Справочник по климату СССР. Осадки. Выпуск 13, часть 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1968, 492 с.
17. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Выпуск 13, часть 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1966, 492 с.
18. Титлянова, А.А. Подземные органы растений в травянистых экосистемах / А.А. Титлянова, Н.П. Косых, Н.П. Мironьчева-Токарева, И.П. Романова // Новосибирск: Наука, 1996. 128 с.
19. Уткаева, В.Ф. Влияние содержания и состава гумуса на структурное состояние аллювиальных почв / Экология и биология почв: Мат-лы междунауч. конф. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 2005. С. 512-514.
20. Хазиев, Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. 180 с.
21. Baldrian, P. Distribution of microbial biomass and activity of extracellular enzymes in a hardwood forest soil reflect soil moisture content / P. Baldrian, V. Merhautova, M. Petrakova et al. // Applied Soil Ecology. 2010. №46. P. 177-182.
22. Chowdhury, N. Soil microbial activity and community composition as affected by interaction of matric and osmotic potential / N. Chowdhury, P. Marschner, R.G. Burns // Soil Biology & Biochemistry. 2011. №43. P. 1229-1236.
23. Fierer, N. Effects of drying-rewetting frequency on soil carbon and nitrogen transformations / N. Fierer, J.P. Schimel // Soil Biology & Biochemistry. 2002. №34. P. 777-787.
24. Jobbagy, E.G. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation / E.G. Jobbagy, R.B. Jackson // Ecology. 2000. № 10. P. 423-443.
25. Schimel, J. Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem function / J. Schimel, T.C. Balser, M. Wallenstein // Ecology. 2007. № 88. P. 1386-1394.
26. Sinsabaugh, R.L. Stoichiometry of soil enzyme activity at global scale / R.L. Sinsabaugh, C.L. Lauber, M.N. Weintraub et al. // Ecology. 2008. № 11. P.1252-1264.
27. Weintraub, M.N. The effects of tree rhizodeposition on soil exoenzyme activity, dissolved organic carbon, and nutrient availability in a subalpine forest ecosystem / M.N. Weintraub, L.E. Scott-Denton, S.K. Schmidt, R.K. Monson // Ecology. 2008. № 154. P. 327-338.

## EFFECT OF SOIL MOISTURE IN THE SOUTH OF RUSSIA ON THEIR BIOLOGICAL CHARACTERISTICS

© 2016 Yu.S. Kozun, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov, Yu.V. Akimenko, M.A. Myasnikova

Southern Federal University"

Studied the effect of rainfall on the ecological and biological characteristics of zonal soils in the south of Russia. Derive equations of regression dependence of biological indicators of the upper horizons of rainfall are conclude. It was established the non-rectilinear dependence of the integral index of biological status of zonal soils in south of Russia, based on the total humus profile.

Key words: *zonal soils, south of Russia, biological activity, rainfall*

---

*Yuliya Kozun, Candidate of Biology, Senior Lecturer. E-mail:*

*kuz.yuliya@mail.ru*

*Kamil Kazeev, Doctor of Geography, Professor. E-mail:*

*kamil\_kazeev@mail.ru*

*Sergey Kolesnikov, Doctor of Agriculture, Professor, Head of*

*the Department of Ecology and Nature Management. E-mail:*

*kolesnikov@sfedu.ru*

*Yuliya Akimenko, Candidate of Biology, Assistant. E-mail:*

*akimenkojuliya@mail.ru*

*Margarita Myasnikova, Candidate of Biology, Assistant.*

*E-mail: margarita\_prudnikova@mail.ru*