

УДК 631.46, 574.42

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Статья поступила в редакцию 23.05.2016

Изучены изменения флоры, биологических свойств черноземов обыкновенных в естественном сукцессионном ряду разновозрастных залежей. Выделены стадии сукцессий на разновозрастных залежах. За 83 года происходит уменьшение плотности почвы, изменения pH почв от щелочной реакции среды на пашне до слабощелочной реакции на 83 летней залежи, увеличение содержания гумуса в 3,6 раза, активности инвертазы в 2,3 раза, активности дегидрогеназы в 1,4 раза, активность пероксидазы и полифенолоксидазы наоборот уменьшается.

Ключевые слова: залежь, чернозем, сукцессия, биологическая активность, гумус

В степной зоне Евразии находятся уникальные для России сообщества и ландшафты, но эти территории подвергаются значительной антропогенной нагрузке, и, прежде всего, сельскохозяйственному освоению. Массовая распашка степей приводит к деградации почвенного покрова, к исчезновению целого ряда представителей флоры и фауны из-за уничтожения их местообитаний. [3]. В последние десятилетия по различным причинам происходит сокращение площадей пашни за счет вывода из нее как малопродуктивных почв, так и хорошего качества, экологический потенциал которых остался невостребованным по экономическим причинам. В России выведено и не используется по разным данным от 4 до 5 млн. га пашни [5, 7]. Выведенные из севооборота пашни вступают в сложный процесс восстановления растительности и почвенного плодородия – залежную сукцессию. В целом обобщающая схема зацеplения степных залежей выглядит следующим образом: 1. Бурьянистая (стадия полевых сорняков); 2. Корневищная; 3. Рыхлакустовая (стадия дерновинных злаков); 4. Плотнокустовая (вторичная целина) [8, 11]. В зависимости от условий сукцессионные ряды могут состоять из различного числа стадий и иметь разную продолжительность [16].

При выводе почв из сельскохозяйственного оборота природные почвообразовательные процессы способствуют регенерации пахотных почв: под травянистой растительностью, бывшие пахотные горизонты трансформируются по дерновому типу [10], снижается плотность, возрастает водопроницаемость, отмечается

увеличение содержания гумуса и ферментативной активности [13, 15, 17], возрастает численность микроорганизмов. В настоящий момент актуальны вопросы восстановления биологических свойств, плодородия почв залежей в различных стадиях сукцессий, оценка возможности их дальнейшего вовлечения в сельскохозяйственный оборот. В связи с этим возникает необходимость в специальном изучении особенностей зарастания заброшенной пашни, видового состава растительности, стадий зацеplения и их длительности, изменения почвенных свойств на этих стадиях.

Цель работы: изучить изменения флоры, биологических свойств черноземов обыкновенных в естественном сукцессионном ряду разновозрастных залежей.

Объекты и методы исследования. Исследован памятник природы «Степь Приазовская», расположенный в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей рядом с пос. Танаис Мясниковского района Ростовской области. Участок исследования представляет собой серию залежей возрастом: 83 года, 27 и 17 лет. Рядом находится участок пашни учебно-опытного хозяйства Южного федерального университета «Недвиговка», от которого выводились из сельскохозяйственного использования земли. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднесиловый малогумусный тяжелосуглинистый [4, 6, 13, 15]. 35 лет назад было проведено комплексное исследование залежного участка «Степь Приазовская» В.Ф. Вальковым с соавт. [2]. Исследования проводили с использованием общепринятых методов в экологии, биологии и почвоведении [9]. Изучена активность ферментов двух классов: оксидоредуктаз (дегидрогеназа, пероксидаза, полифенолоксидаза) и гидролаз (β -фруктофуранозидаза, или инвертаза). Активность дегидрогеназы определяли по А.Ш. Галстяну, активность пероксидазы и полифенолоксидазы изучалась по методике Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловой, инвертазы – по А.Ш. Галстяну с фотокolorиметрическим окончанием по Ф.Х. Хазиеву. Содержание общего гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации Никитина, групповой фракционный состав гумуса по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой. Изучение флоры и растительности залежных степных сообществ проводили маршрутным методом в 2012–2013 гг. в соответствии со стандартными подходами [12]. Видовая принадлежность растений определялась по сводке «Флора Нижнего Дона» (1984 – 1985). Названия видов приведены по

Мясникова Маргарита Алексеевна, кандидат биологических наук, ассистент кафедры экологии и природопользования. E-mail: margarita_prudnikova@mail.ru

Казеев Камил Шагидулович, доктор географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования. E-mail: kamil_kazeev@mail.ru

Ермолаева Ольга Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники. E-mail: ermoлаeva@mail.ru

Черникова Мария Петровна, аспирантка. E-mail: bordjiam@mail.ru

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

Акименко Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, ассистент кафедры экологии и природопользования. E-mail: jvakimenko@sfedu.ru

Козунь Юлия Сергеевна, кандидат биологических наук, ассистент кафедры экологии и природопользования. E-mail: kuz.yuliya@mail.ru

работе «Сосудистые растения России и сопредельных государств» [19]. Анализ флоры проведен по общепринятым методикам [18].

Результаты и их обсуждение. На территории исследуемого участка памятника природы «Степь Приазовская» всего было зарегистрировано 109 видов сосудистых растений, принадлежащих к 81 роду, 24 семействам. На 83-летней залежи зафиксирован 71 вид, на 27-летней – 61 вид, на 17-летней – 70 видов.

83-летняя залежь находится на типчаковой стадии сукцессии. Ведущую роль в сложении флоры данного участка играют такие семейства, как *Asteraceae*, *Poaceae*, *Lamiaceae*. Состав семейства *Asteraceae* представлен степными видами – *Achillea leptophylla* M. Bieb., *A. nobilis* L., *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Artemisia austriaca* Jacq., *Centaurea orientalis* L., *C. trichocephala* M. Bieb., *Galatella linostris* (L.) Rchb., *G. villosa* (L.) Rchb., *Inula germanica* L., *Tanacetum millefolium* (L.) Tzvelev. Злаки (сем. *Poaceae*) представлены как корневищными (*Festuca regaliana* Pavlov, *Hierochloa repens* (Host) P. Beauv., *Melica transsilvanica* Schur), так и дерновинными видами (*Koeleria cristata* (L.) Pers., *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. & Rupr.). Доминирующую роль на данном участке играют плотнодерновинные злаки (*Stipa lessingiana*, *Festuca valesiaca*, *Stipa ucrainica*), одни из характерных степных видов, часто доминирующие в степных растительных сообществах. Семейство *Lamiaceae* играет значительную роль в сложении разнотравья и представлено такими видами, как *Ajuga reptans* L., *Ballota nigra* L., *Marrubium praecox* Janka, *Nepeta parviflora* M. Bieb., *Salvia nutans* L., *Stachys atherocalyx* K. Koch, *Teucrium polium* L., *Thymus marschallianus* Willd. Коэффициент флористического сходства Жаккара между 83-х летней залежью и более молодыми залежами варьировал от 0,3 до 0,4, что говорит о среднем сходстве между данными участками (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты сходства Жаккара (K_j) исследованных залежей по флористическому составу

	Залежь 83 года	Залежь 27 лет	Залежь 17 лет
залежь 83 года	-		
залежь 27 лет	0,4	-	
залежь 17 лет	0,3	0,5	-

Залежи 17- и 27-летнего возраста представляют собой корневищно-злаковую стадию сукцессии. На этих участках доминирующую роль играет корневищный мезофильный злак *Calamagrostis epigeios*. Кроме этого, на отдельных участках значительную роль играют и другие корневищные злаки *Melica transsilvanica*, *Elytrigia elongata*, *E. repens*, а также дерновинные *Festuca valesiaca*, *Stipa lessingiana*. Состав разнотравья флористически разнороден, даже в пределах одного участка залежи. Также значительно участие сорных видов. Коэффициент флористического сходства Жаккара между 17- и 27 летней залежью участками равен 0,5.

На участках 27-летней залежи в составе флоры лидируют такие семейства, как *Asteraceae*, *Poaceae*, *Scrophulariaceae*. Среди представителей семейства *Asteraceae*, играющего основную роль в составе разнотравья, можно отметить *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Artemisia absinthium* L., *A. scoparia* Waldst. & Kit., *Carduus acanthoides* L., *C. crispus* L., *Cichorium intybus* L., *Senecio jacobaea* L., *Tragopogon dubius* Scop. Кроме того, в

составе флоры большую роль играют сорные виды *Carduus acanthoides* L., *C. crispus* L., *Meniscus linifolius* (Stephan) DC., *Linaria vulgaris* Mill., *Senecio jacobaea* L., *S. vernalis* Waldst. & Kit., *Veronica polita* Fr.

В составе флоры 17-летней залежи лидируют такие семейства как *Asteraceae*, *Poaceae*, *Scrophulariaceae*. Во флористическом отношении, участки этой залежи достаточно разнородны. Из злаков, доминирующую роль играет *Melica transsilvanica* Schur. Кроме него часто встречаются *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia elongata* (Host) Nevski, *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Отдельными куртинами встречается дерновины *Festuca valesiaca* Gaudin. Из разнотравья здесь обильны *Centaurea diffusa* Lam., *Lathyrus tuberosus* L., *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Falcaria vulgaris* Bernh. Значительно участие сорных видов, например, *Avena fatua* L., *Carduus crispus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Daucus carota* L., *Nigella arvensis* L. На этих участках залежи встречается карантинный сорняк *Ambrosia artemisiifolia* L.

Таблица 2. Участие экологических групп растений на исследованных участках, %

Экологическая группа	Возраст сукцессии, лет		
	17	27	83
ксерофиты (К)	15	18	25
мезофиты (М)	30	25	18
ксеромезофиты и мезоксерофиты (КМ+МК)	53	55	54
мезогидрофиты	2	2	3
К/М	0,5	0,7	1,4

Основное число видов (53–55%) на всех исследованных участках представлены ксеромезофитами и мезоксерофитами (табл. 2). Степень ксерофитности, т.е. отношение числа ксерофитов к мезофитам (К/М), в ходе сукцессии на участках постепенно возрастает от 17-летней залежи к 83-летней залежи. При сравнении данных полученных В.Ф. Вальковым с соавт. [2] отмечено, что за 35 лет на 83-х летней залежи не происходит увеличения ксерофитных, мезоксерофитных и ксеромезофитных видов и составляет 79%.

Влажность почвы верхних горизонтов исследованных участков варьирует от 13 до 20%, максимальная влажность отмечена на 27-летней залежи – 20%, а минимальная на 17-летней залежи – 13% (табл. 3). Температура верхних горизонтов колеблется от 25 до 18°C. Максимальное её значение отмечено на пашне, а минимальное на 27-летней залежи. pH почвы изменяется в ряду 83-летняя залежь > пашня в сторону щелочной реакции среды, что может быть связано со снижением границ содержания карбонатов в залежах по сравнению с пашней (табл. 3). Если на старых залежах вскипание от 10 %-го раствора HCl наблюдается с 28–30 см, то почва пашни вскипает с поверхности. Плотность верхнего горизонта на исследованных участках варьирует от 1,03 до 1,20 г/см³ (табл. 3). Максимальная плотность отмечена на пахотном варианте – 1,20 г/см³. Минимальная плотность была зафиксирована на 83-летней залежи 1,03 г/см³, при исследовании этого участка 35 лет назад её плотность составляла 1,04 г/см³ [2], т.е. за это время она не изменилась. Плотность почвы на всех исследованных участках оптимальна для большинства растений, при таких показателях почва хорошо водопроницаема и влагоемка.

Таблица 3. Некоторые характеристики исследуемых черноземов

Участок	pH водный	Плотность, г/см ³	Глубина вскипания от 10% раствора HCl, см	Влажность, %	E ₄ :E ₆	C _{гк} /C _{фк}
залежь 83 года	7,31	1,03	28	14±1,6	4,07	1,07
залежь 27 лет	7,44	1,10	30	20±2,2	3,34	1,56
залежь 17 лет	7,66	1,12	5	13±1,0	2,98	1,91
пашня	8,11	1,20	0	15±1,6	1,80	1,27

Содержание гумуса - наиболее важный показатель экологического состояния и плодородия почв, определяющий выполнение ею экологических функций. Различия в содержании гумуса на исследованных участках наблюдаются по всему профилю (рис. 1). Содержание гумуса уменьшается в ряду от 83-летней залежи к пашне. При сравнении данных полученных В.Ф. Вальковым с соавт. [2] отмечено, что содержания гумуса на 83-х летней залежи увеличилось на 30% за 35 лет и составляет 5,9%. По сравнению с пахотным вариантом содержание гумуса на 83-х летней залежи возрастает в 3,6 раза, а на 27- и 17-летней залежи увеличивается в 2,2-2,3 раза. По профилю наблюдается более резкое снижение на 83-летней залежи, каждые 20-30 см в 1,5-2 раза. На пашне ввиду регулярной обработки с оборотом пласта профильное распределение не дифференцировано.

Используя характеристику гумусного состояния почв по Д.С. Орлову с соавторами [14] было выявлено, что содержание гумуса на залежных участках соответствует уровню ниже среднего, а на пахотном варианте отмечается малое содержание. При оценке типа гумуса, было отмечено, что почвы 27- и 17-летней залежи имеют гуматный тип гумуса ($C_{гк}/C_{фк}$ варьирует от 1,56 до 1,91), а 83-летняя залежь и пашня фульватно-гуматный ($C_{гк}/C_{фк}$ варьирует от 1,07 до 1,27). Наибольшая величина коэффициента цветности E₄:E₆ характерна для 83-летней залежи, что указывает на

повышенное количество в молекулах гуминовой кислоты боковых радикалов. Более низкое значение коэффициента соответствует гуминовым кислотам чернозема пашни.

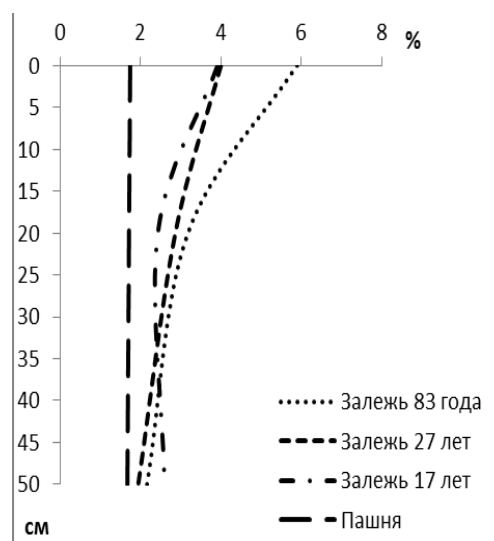


Рис. 1. Профильное распределение содержания гумуса в почвах залежей разных возрастов

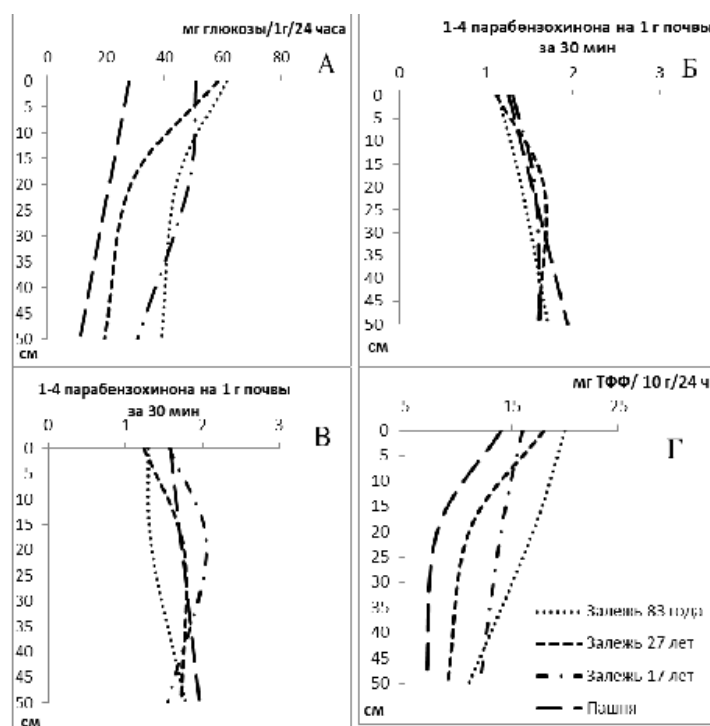


Рис. 2. Профильное распределение активности инвертазы (А), полифенолоксидазы (Б), пероксидазы (В) и дегидрогеназы (Г)

Активность инвертазы и дегидрогеназы, также как и содержание гумуса, уменьшается в ряду от 83-летней залежи к пашне (рис. 2А). По сравнению с пашней активность инвертазы на 83-летней и 27-летней залежи увеличивается в 2,1-2,2 раза, на 17-летней залежи в 1,8 раз. Это объясняется тем, что активность этого фермента в большей степени связана с содержанием гумуса. Подобная зависимость ферментативной активности от содержания гумуса известна и по литературным данным [1, 4]. Активность дегидрогеназы на 83-летней залежи по сравнению с пашней увеличивается меньше, чем активность инвертазы, всего в 1,4 раза (рис. 2Г). Отличия между пашней и 17-летней залежью до глубины 20 см незначительны. Активности пероксидазы (ПО) и полифенолоксидазы (ПФО) уменьшается в ряду от 83-летней залежи к пашне (рис. 2Б, 2В). Активность ПО на 83- и 27-летних залежах меньше на 18-21%, чем на пахотном участке, а активность ПФО уменьшается на 10-11%. Отличия между 17-летней залежью и пашней незначительны. Активность полифенолоксидазы по профилю увеличивается, исключение составляет 27-летняя залежь, где с глубины 50 см происходит ее уменьшение. Активность пероксидазы также увеличивается по профилю, исключение составляет 27- и 17-летняя залежь, где с глубины 20 см она снижается.

Был проведен корреляционный анализ между возрастом залежи и исследованными показателями. В результате анализа выявлена высокая прямолинейная зависимость между возрастом залежи и содержанием гумуса ($r=0,95$), а также активностью дегидрогеназы ($r=0,85$). Для остальных показателей характерна средняя корреляция, причем активность полифенолоксидазы и пероксидазы имеют обратную зависимость (соответственно $r=-0,63$ и $-0,67$).

Выводы: на исследованном участке можно выделить следующие стадии сукцессии: типчаковая стадия сукцессии- 83-летняя залежь, корневищно-злаковая стадия сукцессии- 27- и 17-летние залежи. Наибольшее сходство в флористическом составе отмечено между 27- и 17-летней залежью. В ходе залежной сукцессии на участках наблюдается усиление ксерофитизации от ранних стадий восстановления к более поздним. В процессе восстановительных сукцессий происходит уменьшение плотности почвы, снижение границ содержания карбонатов, рН почв изменяется от щелочной реакции среды на пашне до слабощелочной реакции на 83-летней залежи. За 83 года содержание гумуса увеличилось в 3,6 раза, а за 17-27 лет в 2,2-2,3 раза. 27- и 17-летней залежи имеют гуматный тип гумуса, а 83-летняя залежь и пашня фульватно-гуматный. Активность инвертазы и дегидрогеназы увеличивается с возрастом залежи, а активность пероксидазы и полифенолоксидазы, наоборот, уменьшается. Более чувствительными к процессам восстановления почв оказались активность дегидрогеназы и содержание гумуса.

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. Абрамян, С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. 1992. №7. С. 70-82.
2. Вальков, В.Ф. Биологическая характеристика чернозема обыкновенного / В.Ф. Вальков, А.А. Казадаев, Л.Ф. Гайдакина и др. // Почвоведение. 1989. №7. С. 67-74.
3. Вальков, В.Ф. Почвы Юга России / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2008. 276 с.
4. Гончарова, Л.Ю. Сезонная динамика содержания гумуса и ферментативной активности чернозёма обыкновенного карбонатного / Л.Ю. Гончарова, О.С. Безуглова, В.Ф. Вальков // Почвоведение. 1990. № 10. С. 86.
5. Государственный (Национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2010 году. – М.: «Росреестр», 2011. 257 с.
6. Даденко, Е.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню / Е.В. Даденко, М.А. Мясникова, К.Ш. Казеев и др. // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724-734.
7. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 48 с.
8. Залесский, К.М. Залежная и пастбищная растительность Донской области. – Ростов-на-Дону: Изд. Сенного отд. Дон. обл. прод. упр., 1918. С. 5-18.
9. Казеев, К.Ш. Биодиагностика почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Изд-во: Южного федерального университета, 2012. 260 с.
10. Кечайкина, И.О. Постагрогенная трансформация органического вещества дерново-подзолистых почв / И.О. Кечайкина, А.Г. Рюмин, С.Н. Чуков // Почвоведение. 2011. № 10. С. 1178-1192.
11. Лавренко, Е.М. Степи Евразии / Е.М. Лавренко, З.В. Карамышева, Р.Н. Никулина. – Л.: Наука, 1991. 146 с.
12. Миркин, Б.М. Современное состояние основных концепций науки о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – Уфа: Изд-во: Гилем, 2012. 488 с.
13. Мясникова, М.А. Биологические особенности разновозрастных постагрогенных черноземов ростовской области / М.А. Мясникова, О.Ю. Ермолаева, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. С. 722.
14. Орлов, Д.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918-926.
15. Прудникова, М.А. Использование биологических показателей в мониторинге постагрогенных черноземов / М.А. Прудникова, Е.В. Даденко, О.Ю. Ермолаева и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. №3(4). С. 1406-1409.
16. Разумовский, С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. 231 с.
17. Русанов, А.М. Изменение основных свойств степных черноземов как результат их постагрогенной трансформации / А.М. Русанов, А.В. Тесля // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6. С. 98-102.
18. Толмачев, А.И. Введение в географию растений. – Л.: Изд-во: Ленингр. ун-та, 1986. 244 с.
19. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья-95, 1995. 990 с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT AGE POST-AGROGENE CHERNOZEMS IN ROSTOV OBLAST

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

Southern Federal University, Rostov-on-Don

Changes of flora, biological characteristics of chernozems ordinary in different age deposits in natural succession are studied. Stages of successions on different age deposits are allocated. For 83 years there is a reduction of soil density, change in soils pH from alkaline reaction of the environment on the arable land to alkalescent reaction in 83rd year deposit, increase in humus maintenance by 3,6 times, activity of invertase by 2,3 times, activity of dehydrogenase by 1,4 times, activity of peroxidase and polyphenoloxidase on the contrary decreases.

Key words: *deposit, chernozem, succession, biological activity, humus*

Margarita Myasnikova, Candidate of Biology, Assistant at the
Department of Ecology and Nature Management. E-mail:
margarita_prudnikova@mail.ru

Kamil Kazeev, Doctor of Geography, Professor at the
Department of Ecology and Nature Management. E-mail:
kamil_kazeev@mail.ru

Olga Ermolaeva, Candidate of Biology, Associate Professor at the
Botany Department. E-mail: ermolaeva@mail.ru

Maria Chernikova, Post-graduate Student. E-mail:
bordjiam@mail.ru

Sergey Kolesnikov, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the
Department of Ecology and Nature Management. E-mail:
kolesnikov@sfsedu.ru

Yuliya Akimenko, Candidate of Biology, Assistant at the
Department of Ecology and Nature Management. E-mail:
jvakimenko@sfsedu.ru

Yuliya Kozun, Candidate of Biology, Assistant at the Department
of Ecology and Nature Management. E-mail: kuz.yuliya@mail.ru