

УДК: 631.417.2:631.458:631.445.51

## **Экологическое состояние темно-каштановых почв агрогенно-трансформированных экосистем Оренбургского Зауралья**

Саблина О. А.

Исследованы темно-каштановые почвы Оренбургского Зауралья на различных сельскохозяйственных угодьях. Сопоставление их свойств с целинными аналогами показало, что по степени агрогенной трансформации и ухудшению экологического состояния изученные почвы образуют следующий ряд: целинные — сенокосные — пастбищные — залежные — пахотные.

Ключевые слова: темно-каштановые почвы, агроценоз, антропогенная трансформация, целина, сенокос, пастбище, залежь, пашня.

## **Ecological State of Dark Chestnut Soil in Agrogene-transformed Ecosystems of Orenburg Zauralye**

Sablina O. A.

The dark chestnut soil in various farmland are investigated in Orenburg Zauralye. The comparison of soil with virgin analogues showed that the degree of agrogenic transformation and environmental degradation of these soils increases in the following series: virgin — hayfield — grazing areas — fallow land — arable land.

Keywords: dark chestnut soil, agrocenosis, anthropogenic transformation, virgin land, hayfield, grazing areas, fallow land, arable land.

### **Введение**

Многочисленные исследования прошлых лет [2, 3, 6, 10] наглядно показывают, что сельскохозяйственное использование почв является мощнейшим фактором их антропогенной эволюции, оказывающим влияние на все аспекты функционирования почвенной системы: от теплового, воздушного, водного режимов до системы гумусовых веществ и биологической активности.

Наиболее полно влияние агрогенного фактора изучено на примере пахотных почв [3, 6, 7]. В последнее десятилетие внимание исследователей также обращается к почвам залежей и пастбищ, в то время как экосистемы, например, естественных сенокосов оказываются изучены в меньшей степени.

Если рассматривать вопрос исследования почв агроценозов в зонально-географическом аспекте, то следует отметить, что лучше изучены в этом плане черноземы [2, 10]. Это связано с тем, что они являются наиболее плодородными и ценными в сельскохозяйственном отношении почвами, агрогенная трансформация которых приобрела масштабы, угрожающие устойчивости почвенной системы в целом. Однако указанные процессы отмечаются и для почв других типов, в том числе каштановых, находящихся длительное время в сельскохозяйственном использовании.

На территории Оренбургской области каштановые почвы, представленные подтипом темно-каштановые, занимают всего 4,3 % от общей площади земель этого региона, однако в восточной части области, так называемом Оренбургском Зауралье, эти почвы являются доминирующими в структуре почвенного покрова — ими занято около 70 % площади (в комплексе с солонцами и солончаками). При этом 8,6 % пашни, 18,7 % пастбищных земель и 18,4 % сенокосов на территории Зауралья расположено на темно-каштановых почвах [5]. Таким образом, почвы данного подтипа активно эксплуатируются в Оренбургском степном Зауралье для сельскохозяйственных нужд, а следовательно, нуждаются в постоянном мониторинге и контроле за экологическим состоянием.

### **Цель исследования**

Цель данной работы заключалась в оценке экологического состояния темно-каштановых почв Оренбургского Зауралья, расположенных в различных сельскохозяйственных угодьях (пашня, сенокос, залежь, пастбище), путем сравнения их свойств (физических, химических и биологических) с аналогичными целинными почвами.

### **Материал и методы**

Исследование проводилось в течение вегетационного периода 2014 года на территории Новоорского района Оренбургской области (окрестности сел Кумак и Горьковское). Изучаемая территория располагается в Оренбургском Зауралье на Орской равнине, имеющей высоту 180—200 м над уровнем моря.

Климат Оренбургского Зауралья является резко континентальным, с холодной, продолжительной, малоснежной зимой, жарким, сухим, с большим количеством ясных и малооблачных дней летом; непродолжительными осенью и весной. Холодным временем года является период с октября по март, теплым — с апреля по сентябрь. Продолжительность безморозного периода — 120—130 дней в году. Самый холодный месяц в году — январь, его среднемесячные температуры составляют 16—18 °С ниже нуля. Высота снежного покрова (средняя из наибольших декадных) не превышает 40 см, а глубина промерзания почвы на конец февраля составляет 120—140 см и более. Самый теплый месяц — июль со средними температурами 20—22 °С. Среднегодовая температура является положительной — 3, 5—4, 0 °С. Сумма температур воздуха выше +10 °С составляет 2400—2600 °С. Увлажнение территории Оренбургского Зауралья незначительно и неустойчиво: среднегодовое количество осадков — 300—350 мм. Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова равен 0, 6—0, 7 [9].

Почвы изучаемой территории — темно-каштановые карбонатные мало-мощные легкосуглинистые на элювиальных карбонатных суглинках. Объектами исследования явились почвы различных сельскохозяйственных угодий (многолетняя пашня с посевами яровой пшеницы, естественный сенокос, 12-летняя залежь, среднесбитое пастбище). В качестве контрольного участка для сравнения свойств почв и оценки их агрогенной трансформации был выбран условно целинный участок, характеризующийся максимальным из возможного (в условиях интенсивного антропогенного воздействия) сохранением естественной степной растительности. При выборе участков исследования учитывалось их расположение на выровненных водоразделах в типичных для изучаемой почвенной подзоны биоклиматических условиях и под характерными растительными ассоциациями (таблица 1).

Изучение экологических особенностей почв агрогенных ландшафтов проводилось с использованием полевых и лабораторных методов исследования. Полнопрофильные разрезы для описания морфологических свойств почв закладывались в 2009 году, в течение полевого сезона 2014 года на каждом участке делались три прикопки для отбора проб почвы из горизонтов А и В<sub>1</sub> послойно через каждые 10 см с целью определения влажности, плотности сложения, структурно-агрегатного состава, химических и биологических свойств. Плотность определяли с помощью стальных цилиндров-буров известного объема [1]. Для геоботанического описания участков исследования закладывались пробные площадки размером 10×10 м, на которых определяли флористический состав, тип растительной ассоциации, среднюю высоту тра-

востоя, ярусность, общее проективное покрытие [4]. Величину надземной фитомассы определяли на укосных площадках размером 1 м<sup>2</sup>, величину подземной фитомассы — изъятием почвенных монолитов размером 20×20×20 см.

Таблица 1 — Геоботаническая характеристика исследованных участков

Показатели	Целина	Пашня	Сенокос	Залежь	Пастбище
Растительная ассоциация	Полынно-ковылково-типчачковая	Зерновой агроценоз	Тонконогово-ковылково-типчачковая	Горько-полынно-тысячелистниковая	Житняково-полынно-типчачковая
Общее проективное покрытие, %	55—60	20—25	55—60	40—45	45—50
Средняя высота травостоя, см	20	25	12	30	20
Надземная фитомасса, ц/га	40, 5	9, 8	30, 2	40, 3	38, 6
Подземная фитомасса, ц/га	178, 6	18, 2	182, 2	136, 7	149, 4
Подземная/надземная	4, 4	1, 9	6, 0	3, 4	3, 9

Подготовка проб почвы к химическому анализу проводилась по ГОСТ 26269-91. Для определения структурно-агрегатного состава почвы производили фракционирование образца воздушно-сухой почвы массой 1—1, 5 кг на стандартном наборе сит (сухое просеивание по методу Н. И. Саввинова). Коэффициент структурности ( $K_{стр}$ ) рассчитывали как отношение суммы агрегатов размером 0, 25—10 мм к сумме агрегатов диаметром более 10 мм и менее 0, 25 мм [1]. Содержание общего гумуса определяли методом мокрого озоления по И. В. Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). Интенсивность продуцирования углекислого газа («дыхание почв») определяли адсорбционным методом В. И. Штатнова. Дыхание почв выражали в мг СО<sub>2</sub> на 1 кг почвы за 1 час. Активность каталазы определяли газометрическим методом по количеству кислорода, выделившегося в ходе реакции 3 % раствора пероксида водорода с навеской почвы массой 1 г и 0, 5 г карбоната кальция. Показания снимали через 1 мин после контакта почвы с пероксидом водорода; активность каталазы выражали в мл О<sub>2</sub> на 1 г почвы за 1 мин [9].

## Результаты и обсуждение

Сельскохозяйственное использование экосистем всегда сопряжено с изменением растительности, что в свою очередь сказывается на многих параметрах ценоза: от микроклимата до активности почвенных ферментов. Коренное преобразование фитоценоза, сопряженное с уничтожением естественного степного и образованием нового, агрогенного, отличающегося монодоминантностью, более низкой продуктивностью и иной структурой запасов фитомассы, наблюдается при пахотном использовании почв (таблица 1). Следует отметить, что общая продуктивность агроценоза ниже в 7, 8 раза по сравнению с целиной, при этом запасы подземной фитомассы на пашне снижаются в 9, 8 раз. С учетом ежегодного отчуждения растительной массы при уборке урожая, суммарное поступление органического вещества в агропочву на порядок ниже такового на целине, что не может не сказаться на трансформации гумусового состояния.

Растительные ассоциации на сенокосах в среднем мало уступают целинным по величине проективного покрытия, средней высоты травостоя и запасам фитомассы (до сенокоса), однако в конце вегетационного периода за счет произведенного укоса резко падает высота травостоя и снижается надземная биомасса, что приводит к возрастанию отношения запасов подземной фитомассы к надземной до 6, 0 по сравнению с 4, 4 на целине.

На пастбищном участке, несмотря на доминирование типичных для ассоциаций на темно-каштановых почвах *Festuca valesiaca* Gaudin. и *Artemisia austriaca* Jacq., возрастает представленность разнотравья (*Gypsophila paniculata* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Eryngium planum* L. и др.). Ряд исследователей объясняют это уплотнением верхнего слоя почвы под давлением копыт крупного и мелкого скота, в связи с чем злаки с мочковатыми корнями, наиболее требовательные к благоприятным физическим свойствам почвы, уступают место растениям со стержневой корневой системой. За счет этого снижаются запасы подземной фитомассы (на 16—17 %) и отношение корневой биомассы к надземной (до 3, 9).

Доминированием разнотравья (*Achillea millefolium* L., *Artemisia absinthium* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Artemisia austriaca* Jacq., *Convolvulus arvensis* L. и др.) отличается и залежный участок, который за более чем десятилетний период не сумел восстановиться до состояния, приближенного к естественному степному сообществу. По сравнению с целиной здесь также весьма

низкие показатели проективного покрытия, запасов корневой биомассы и отношения подземной фитомассы к надземной.

Таким образом, для естественных фитоценозов на темно-каштановых почвах характерны невысокие значения общего проективного покрытия, высоты травостоя и запасов надземной фитомассы при значительных запасах корневой массы, что и определяет сухостепной тип гумусообразования и гумусонакопления. Сельскохозяйственное использование темно-каштановых почв меняет структуру распределения запасов растительной биомассы в сторону снижения доли подземной органики. Это происходит за счет полного сведения естественной степной растительности (пашня, залежь) или доминирования стержнекорневых растений, не обладающих способностью формировать плотный дерн в верхнем слое почвы (пастбище, залежь).

Изменение растительного покрова приводит к значительной трансформации структурно-агрегатного состояния и физических свойств темно-каштановых почв, находящихся в сельскохозяйственном использовании (таблица 2).

Таблица 2 — Плотность и структура темно-каштановых почв на различных сельскохозяйственных угодьях

Вид угодий	Горизонт	Слой почвы, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание агрегатов, %			K <sub>стр</sub>
				> 10 мм	10—0, 25 мм	< 0, 25 мм	
Целина	А	0—10	1, 15	37, 47	50, 74	11, 79	1, 03
		10—20	1, 27	30, 68	52, 67	16, 65	1, 11
	В <sub>1</sub>	20—30	1, 27	31, 64	53, 88	14, 48	1, 17
Пашня	А <sub>пах</sub>	0—10	1, 14	34, 62	48, 48	16, 90	0, 94
		10—20	1, 49	37, 44	46, 71	15, 84	0, 88
	В <sub>1</sub>	20—30	1, 40	39, 73	45, 41	14, 86	0, 83
Сенокос	А	0—10	1, 20	34, 12	53, 51	12, 37	1, 15
		10—20	1, 27	33, 28	53, 17	13, 55	1, 14
	В <sub>1</sub>	20—30	1, 27	30, 84	55, 95	13, 21	1, 27
Залежь	А	0—10	1, 21	36, 93	48, 47	14, 60	0, 94
		10—20	1, 31	40, 73	41, 80	17, 47	0, 72
	В <sub>1</sub>	20—30	1, 27	37, 17	44, 30	18, 53	0, 80
Пастбище	А	0—10	1, 22	38, 17	50, 26	11, 57	1, 01
		10—20	1, 26	36, 89	48, 15	14, 96	0, 93
	В <sub>1</sub>	20—30	1, 27	37, 16	47, 57	15, 27	0, 91

Наиболее низкие значения плотности почв отмечаются на целине: 1, 15 г/см<sup>3</sup> в слое 0—10 см и 1, 27 г/см<sup>3</sup> в слое 10—30 см. На пашне верхний слой почвы отличается рыхлым сложением, в то время как слои 10—20 и 20—30 см, где, очевидно, проходит так называемая «плужная подошва», весьма уплотнен — значения обсуждаемого параметра достигают 1, 49 г/см<sup>3</sup>. Возрастание плотности агропочв в подпахотном горизонте отмечается многими исследователями, поэтому выявленный факт является вполне ожидаемым. Увеличение плотности в слое 10—20 см на 0, 1 г/см<sup>3</sup> наблюдается и в залежной почве, что с некоторой долей осторожности можно расценивать как признак, унаследованный от прежнего пахотного состояния. То есть за более чем десятилетний период полного разуплотнения почвы на залежи не произошло. Почвы кормовых угодий имеют близкие к целинным показатели плотности на глубине 10—30 см, а в слое 0—10 см превосходят их на 4, 3 % (сенокос) и 6, 1 % (пастбище). Это может быть связано как с механическим воздействием сельскохозяйственной техники и вытаптыванием скотом, так и с изменением растительности и снижением доли злаков (для пастбищных угодий), мочковатые корневые системы которых разуплотняют почву.

Следует отметить, что исследованные почвы в целом слабо оструктурены, это заметно уже на этапе полевых работ и подтверждается лабораторными методами: структурно-агрегатный состав почв характеризуется преобладанием глыбистой фракции (30—40 % от общей массы просеянной почвы) и значительной долей микроагрегатов (11—18 %). Вследствие этого коэффициент структурности темно-каштановых почв очень низкий: 1, 03—1, 17 на целине; 1, 14—1, 27 на сенокосе; на пастбище этот показатель снижается до 0, 91—1, 01, а на пашне и залежи не превышает 0, 94. Таким образом, неблагоприятная структура изученных почв, определяемая зонально-генетическими особенностями, еще более ухудшается под воздействием агрогенного фактора.

Трансформация почв под влиянием антропогенного воздействия сказывается на их биологической активности, являющейся интегральным показателем экологического состояния, четко реагирующим на все изменения параметров почвенной среды. Предыдущими исследованиями [7] установлено, что при агрогенном воздействии на почвы Оренбургского Зауралья наиболее показательными являются изменения активности каталазы и интенсивности продуцирования углекислого газа.

В отношении активности каталазы (таблица 3) выявлена следующая зависимость: для темно-каштановых почв на сенокосах и пастбищах в слое 0-20 см интенсивность выделения кислорода при разложении перекиси была до-

стоверно выше, чем для целинной почвы, а на пашне и залежи почвы, напротив, характеризуются более низкими значениями ферментативной активности, что может свидетельствовать о сильном угнетении почвенной микробиоты. Наиболее интенсивное «дыхание почв» (4, 8—5, 2 мг CO<sub>2</sub>/кг·час) отмечается на целинном участке, в то время как наименьшие значения указанного параметра (3, 6—3, 9 мг CO<sub>2</sub>/кг·час), достоверно различающиеся с контрольными, выявлены для пахотной почвы.

Таблица 3 — Содержание гумуса и биологическая активность темно-каштановых почв на различных сельскохозяйственных угодьях

Вид угодий	Горизонт	Слой почвы, см	n	Показатель, М±m		
				Активность каталазы, мл O <sub>2</sub> /мин	Продуцирование CO <sub>2</sub> , мг/кг·час	Содержание гумуса, %
Целина	А	0—10	6	7, 5 ± 0, 1	5, 2 ± 0, 3	3, 35 ± 0, 08
		10—20	6	8, 3 ± 0, 1	4, 8 ± 0, 3	2, 14 ± 0, 07
	В <sub>1</sub>	20—30	6	8, 6 ± 0, 1	4, 9 ± 0, 3	2, 17 ± 0, 05
Пашня	А <sub>пах</sub>	0—10	6	7, 8 ± 0, 1	3, 9 ± 0, 3*	2, 56 ± 0, 06*
		10—20	6	7, 7 ± 0, 2*	3, 6 ± 0, 2*	2, 14 ± 0, 05
	В <sub>1</sub>	20—30	6	7, 3 ± 0, 2*	3, 6 ± 0, 2*	2, 32 ± 0, 04
Сенокос	А	0—10	6	8, 8 ± 0, 1*	5, 1 ± 0, 3	3, 27 ± 0, 09
		10—20	6	9, 8 ± 0, 1*	4, 6 ± 0, 2	2, 91 ± 0, 08*
	В <sub>1</sub>	20—30	6	6, 3 ± 0, 2*	4, 8 ± 0, 2	2, 05 ± 0, 04
Залежь	А	0—10	6	6, 9 ± 0, 1*	5, 0 ± 0, 3	2, 94 ± 0, 10*
		10—20	6	7, 5 ± 0, 3	4, 4 ± 0, 3	2, 24 ± 0, 09
	В <sub>1</sub>	20—30	6	7, 9 ± 0, 3	4, 2 ± 0, 3	2, 12 ± 0, 07
Пастбище	А	0—10	6	8, 7 ± 0, 2*	5, 1 ± 0, 2	3, 91 ± 0, 08*
		10—20	6	9, 9 ± 0, 1*	4, 7 ± 0, 2	2, 36 ± 0, 06
	В <sub>1</sub>	20—30	6	8, 9 ± 0, 2	4, 3 ± 0, 2	2, 22 ± 0, 05

\* — различия с контрольными (целинными) показателями достоверны при p = 0, 05; n — количество измерений; М ± m — среднее значение и ошибка среднего

Содержание общего гумуса (таблица 3) в исследованных почвах соответствует их подтиповой принадлежности, составляя 2, 5—3, 9 % в слое 0—10 см и падая до 2—2, 5 % ниже по профилю. Самые низкие значения концентрации органического вещества, достоверно различающиеся по сравнению с целиной, наблюдаются в верхнем слое почв пашни и залежи, в то время как ниже по профилю эти почвы имеют более высокие значения содержания гумуса, что может свидетельствовать о его перераспределении под влиянием вспашки и оборота пласта. Тем не менее, запасы гумуса в слое 0—20 см этих почв ниже, чем на целине: 61, 07 т/га для пашни и 64, 92 т/га для залежи про-

тив 65, 70 т/га для естественного степного участка. Почвы сенокосов и пастбищ не уступают целинным по содержанию гумуса, в связи с чем его запасы составляют, соответственно, 76, 20 и 77, 44 т/га. Более высокие значения запасов органического вещества в почвах сенокосов могут быть объяснены большим содержанием подземной фитомассы (таблица 1), а в почвах пастбищ, вероятно, поступлением органических удобрений с естественными выделениями выпасаемого скота либо другими, пока не выявленными причинами.

## **Выводы**

Темно-каштановые почвы различных сельскохозяйственных угодий Оренбургского Зауралья сильно различаются по степени антропогенной трансформации. Серьезное ухудшение экологического состояния, проявляющееся в снижении запасов фитомассы, уменьшении коэффициента структурности, снижении биологической активности, содержания и запасов гумуса, отмечается для пахотных почв. Почвы залежей, не эксплуатируемые более 10 лет, все еще унаследуют от прежнего пахотного состояния ряд негативных черт: более высокую по сравнению с целинными почвами плотность, неблагоприятный структурно-агрегатный состав, слабую ферментативную активность и пониженное содержание органического вещества. Почвы кормовых угодий (сенокосов и пастбищ) в целом мало уступают целинным по большинству исследуемых параметров и сохраняют способность выполнять биогеоценологические функции. Почвы изученных сельскохозяйственных угодий по возрастанию степени агрогенной трансформации можно расположить в следующий ряд: целина — сенокос — пастбище — залежь — пашня.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-04-31017 «Экологическая оценка гумусного состояния почв агрогенно-трансформированных экосистем Оренбургского Зауралья»

## **Литература**

1. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат. 1986. — 416 с.
2. Девятова, Т. А. Антропогенная трансформация черноземов центра Русской равнины / Т. А. Девятова, Д. И. Щеглов, А. П. Щербаков, В. Г. Артюхов

// Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2004. № 2. С. 128—134.

3. Караваева, Н. А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / Н. А. Караваева // Почвоведение. 2005. № 12. С. 1518—1529.

4. Раменский, Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л. Г. Раменский. — Л. : Наука. 1971. — 334 с.

5. Результаты выполненных работ по государственному контракту от 05.04.2007 г. № К-05/51 // Управление Росреестра по Оренбургской области [сайт]. URL: [http://www.to56.rosreestr.ru/land\\_manage/land\\_mon/](http://www.to56.rosreestr.ru/land_manage/land_mon/) (дата обращения 01.11.2014).

6. Русанов, А. М. Перспективы сохранения и восстановления свойств и экологических функций почв сельскохозяйственного назначения / А. М. Русанов // Экология. 2003. № 1. С. 12—17.

7. Саблина, О. А. Экология гумусообразования степных почв Зауралья / О. А. Саблина // Автореф. дисс. канд. биол. наук. — Уфа: 2011. — 22 с.

8. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. — М. : Наука. 1990. — 189 с.

9. Чибилев, А. А. Оренбуржье: энциклопедия. В 3 т. Т. 1. Природа / А. А. Чибилев. — Калуга : Золотая аллея. 2000. — 150 с.

10. Щеглов, Д. И. Черноземы центральных областей России: современное состояние и направление эволюции / Д. И. Щеглов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2003. № 2. С. 187—195.

## Literature

1. Vadyunina, A. F. Metody issledovaniya fizicheskix svojstv pochv / A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. — 3-e izd., pererab. i dop. — M. : Agropromizdat. 1986. — 416 s.

2. Devyatova, T. A. Antropogennaya transformaciya chernozemov centra Russkoj ravniny / T. A. Devyatova, D. I. Shheglov, A. P. Shherbakov, V. G. Artyuxov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ximiya. Biologiya. Farmaciya. 2004. № 2. S. 128—134.

3. Karavaeva, N. A. Agrogennye pochvy: usloviya sredy, svojstva i processy / N. A. Karavaeva // Pochvovedenie. 2005. № 12. S. 1518—1529.

4. Ramenskij, L. G. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova / L. G. Ramenskij. — L. : Nauka. 1971. — 334 s.

5. Rezul'taty vypolnennyx rabot po gosudarstvennomu kontraktu ot 05.04.2007 g. № К-05/51 // Upravlenie Rosreestra po Orenburgskoj oblasti [sajt]. URL:

[http://www.to56.rosreestr.ru/land\\_manage/land\\_mon/](http://www.to56.rosreestr.ru/land_manage/land_mon/) (data obrashheniya 01.11.2014).

6. Rusanov, A. M. Perspektivy soxraneniya i vosstanovleniya svojstv i e'kologicheskix funkcij pochv sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya / A. M. Rusanov // E'kologiya. 2003. № 1. S. 12—17.

7. Sablina, O. A. E'kologiya gumusoobrazovaniya stepnyx pochv Zaural'ya / O. A. Sablina // Avtoref. diss. kand. biol. nauk. — Ufa: 2011. — 22 s.

8. Xaziev, F. X. Metody pochvennoj e'nzimologii / F. X. Xaziev. — M. : Nauka. 1990. — 189 s.

9. Chibilev, A. A. Orenburzh'e: e'nciklopediya. V 3 t. T. 1. Priroda / A. A. Chibilev. — Kaluga : Zolotaya alleya. 2000. — 150 s.

10. Shheglov, D. I. Chernozemy central'nyx oblastej Rossii: sovremennoe sostoyanie i napravlenie e'voljucii / D. I. Shheglov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ximiya. Biologiya. Farmaciya. 2003. № 2. S. 187—195.