

УДК 631.445.4:574

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ

© 2004 г. Т.А. Девятова, Д.И. Щеглов, А.П. Щербаков, В.Г. Артюхов

Воронежский государственный университет

В основу статьи положены результаты комплексной научно-исследовательской работы по программе “Биогеосферные исследования состояния и динамики изменения природной среды в условиях интенсивного воздействия антропогенных факторов на территории Центрально-Черноземного региона”. За два полевых сезона 2002 и 2003 годов были получены данные по современному агроэкологическому состоянию черноземов Воронежской и Тамбовской областей. Проведено сопоставление с материалами исследований предыдущих лет, выявлены основные направления современной динамики черноземов.

Многочисленные исследования генезиса, состава, свойств и эволюции черноземов показывают наличие в них активных процессов агрогенной трансформации /1, 6, 7, 10, 11/.

Все факторы современной трансформации черноземов ЦЧР можно разделить на две большие группы (рис. 1). Первая группа – природные, включает климат, рельеф, биоту (растительность, животный мир). Вторая группа факторов – антропогенные, которые в свою очередь подразделяются на опосредо-

ванные (климатоидные, топоидные и биоидные) факторы и контактные (обработка, средства химизации и мелиорации, загрязнение, урбанизация).

Систематизация факторов антропогенной трансформации черноземов посредством рассмотрения их как совокупности относительно независимых факторов по Ф.И. Козловскому /8/ позволяет выделить преобладающие элементарные ландшафтные процессы (ЭЛП) в Центрально-Черноземном регионе как необходимый фон для изучения закономернос-

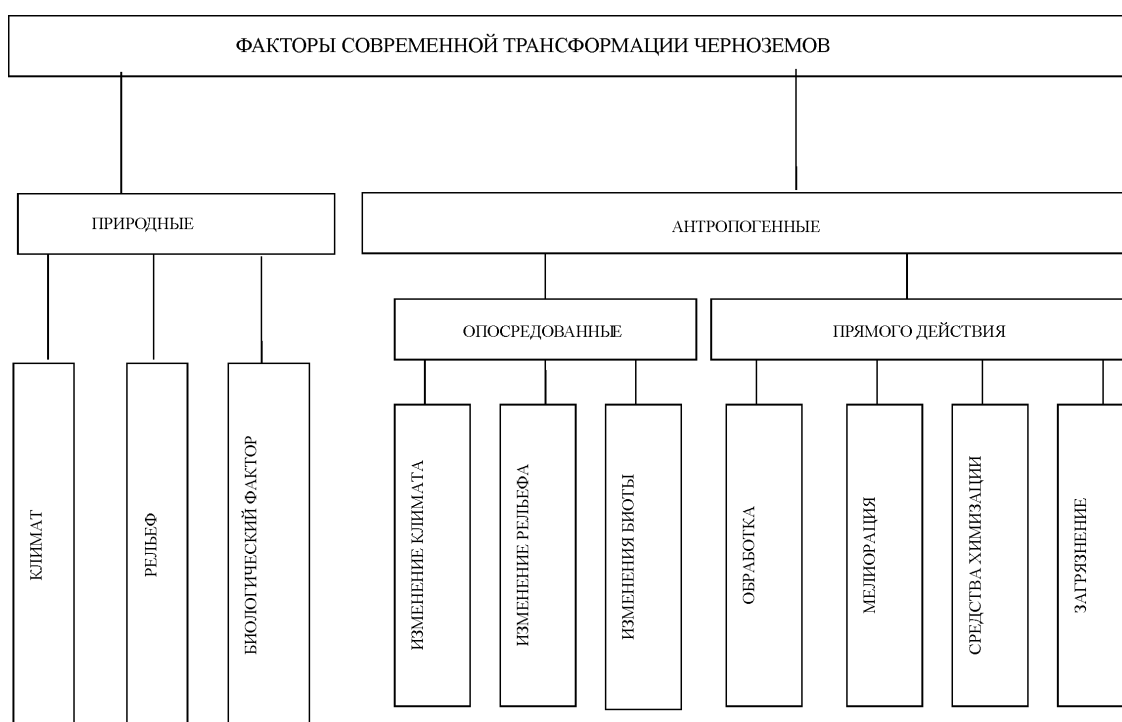


Рис. 1. Дифференциация факторов современной трансформации черноземов центра Русской равнины.

Типизация ландшафтов по условиям агрогенной эволюции черноземов ЦЧР

№	Тип ландшафта	Основные признаки			Тип деградации почв	Формы проявления деградации почв
		уклон	литологическое строение	уровень грунтовых вод (м)		
1.	Водораздельные плато плакорного типа	до 1°-3°	тяжело суглинистые, суглинки, глины	> 6	Физическая деградация, дегумификация и истощение	Дефицит элементов питания, снижение запасов гумуса, снижение биоразнообразия и ферментативной активности почв (ФАП), почвоутомление, подщелачивание, подкисление, переуплотнение
2.	Плоскоравнинный с УГВ < 6м	до 1°	суглинки, глины	< 6	Переувлажнение, истощение, физическая деградация	Подтопление, нарушение внутрипочвенного стока, дефицит элементов питания, снижение биоразнообразия, снижение ФАП
3.	Зандрово-водораздельный	до 1°	Пески, супеси	> 6	Физическая деградация, истощение, дегумификация, дефляция	Снижение содержания гумуса, элементов питания, численности и видового разнообразия почвенных животных, микроорганизмов, растений, ФАП
4.	Прибалочный полого-склоновый	3° -5°	Глины, суглинки	> 6	Физическая деградация, истощение, дегумификация, дефляция	Снижение содержания гумуса, элементов питания, численности и видового разнообразия почвенных животных, микроорганизмов, растений, ФАП
5.	Прибалочный склоновый дренированный	>5°	Глины, тяжелые суглинки	> 6	Физическая деградация, дегумификация и истощение	Уменьшение мощности профиля, разрушение структуры, дефицит элементов питания, снижение запасов гумуса, снижение биоразнообразия и (ФАП)
6.	Надпойменно-террасный	1°-5°	Супеси, пески	< 6	Физическая деградация, дегумификация, переувлажнение	Снижение запасов гумуса, снижение биоразнообразия, подтопление
7.	Пойма	<1°	Пески, супеси	< 6	Переувлажнение	Подтопление

тей агрогенной трансформации черноземов. Преобладают следующие ЭЛП: изменение водного режима почв и почвенно-грунтовых вод, эрозия водная и ветровая, изменение карбонатно-кальциевого и солевого режимов, биологической активности и др.

На основании анализа ЭЛП на территории ЦЧР проведена типизация ландшафтов по условиям агрогенной трансформации почв (табл. 1). Важнейшими детерминантами её проявления являются пространственная неоднородность рельефа, литологического строения и уровня грунтовых вод.

Для количественного описания территориальных особенностей агрогенной трансформации чернозе-

мов ЦЧР на основе концепции ЭЛП и типизации земель нами использовались основные физико-химические и агрохимические характеристики почв, а также интегральные показатели биологической активности: ферментативная и микробиологическая активность почв, интенсивность выделения CO_2 .

Среди методов и подходов исследования агрогенной трансформации почв наиболее эффективны методы сравнительного анализа рядов целинных почв и их распаханых аналогов. Анализ многочисленных публикаций и собственных данных по изучению физико-химических свойств черноземов ЦЧР позволил сделать выводы об основных закономерностях их

Средние значения содержания обменных катионов в целинных и пахотных черноземах ЦЧР

Глубина см	Целина n=30				V%	Пашня n=640				V%
	обменные катионы мг-экв/100 г					обменные катионы мг-экв/100 г				
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	У	H ⁺		Ca ²⁺	Mg ²⁺	У	H ⁺	
черноземы лесостепные										
0 - 10	39,2	5,6	44,8	4,0	91	38,0	4,6	42,6	4,2	91
10 - 20	38,1	5,1	43,2	3,6	92	36,2	4,3	40,5	3,7	91
20 - 30	35,9	4,4	40,3	3,0	93	3,4	4,1	37,5	3,7	91
30 - 40	34,0	4,1	38,1	2,2	94	31,7	4,0	35,7	2,9	92
40 - 50	31,6	4,1	35,7	1,7	95	30,3	3,7	34,0	2,7	92
50 - 60	28,8	3,9	32,7	1,1	96	28,7	3,7	32,4	1,7	95
60 - 70	27,8	3,7	31,5	0,8	97	26,4	3,5	29,9	1,2	96
70 - 80	26,4	3,6	30,0	0,0	100	24,7	3,4	28,1	0,7	97
80 - 90	23,9	3,6	27,5	0,0	100	23,9	3,2	27,1	0,0	100
90 - 100	22,7	3,4	26,1	0,0	100	22,4	3,2	25,6	0,0	100
черноземы степные										
0 - 10	42,8	5,9	48,7	0,9	98	39,1	5,2	44,3	0,9	98
10 - 20	41,4	5,4	46,8	0,8	98	38,7	5,2	43,9	0,6	99
20 - 30	39,8	5,1	44,9	0,7	98	37,9	4,6	42,5	0,4	99
30 - 40	38,6	4,7	43,3	0,6	99	32,4	4,4	36,8	0,0	100
40 - 50	38,1	4,6	42,7	0,0	100	31,8	4,1	35,9	0,0	100
50 - 60	33,5	4,3	37,8	0,0	100	29,6	3,9	33,5	0,0	100
60 - 70	31,4	4,3	35,7	0,0	100	28,3	3,8	32,1	0,0	100
70 - 80	27,8	4,2	32,0	0,0	100	26,2	3,6	29,8	0,0	100
80 - 90	25,9	4,1	30,0	0,0	100	25,1	3,5	28,6	0,0	100
90 - 100	24,3	4,0	28,3	0,0	100	23,3	3,4	26,7	0,0	100

трансформации под влиянием распашки. В обобщение наряду с ранее опубликованными данными были включены материалы профильного изучения целинных и пахотных черноземов, полученные нами в рамках проекта “Биогеосферные исследования состояния и динамики природной среды в условиях интенсивного воздействия антропогенных факторов на территории Центрально-Черноземного региона” (табл. 2).

Емкость катионного обмена у целинных черноземов лесостепи в 0-10 см слое в среднем составляет около 48 мг-экв/100 г почвы (табл.2). Степень их насыщенности основаниями достигает 91%. Распашка черноземов лесостепных подтипов приводит к снижению суммы поглощенных оснований, некоторому увеличению гидролитической кислотности и уменьшению степени насыщенности основаниями. Поглощенный водород в окультуренных черноземах обнаруживается на большей глубине по сравнению с целинными аналогами.

Отчетливо выражены агрогенные изменения состояния почвенного поглощающего комплекса и у черноземов степных подтипов. Емкость катионного обмена целинных черноземов степей составляет в среднем 50 мг-экв/100 г почвы, степень их насыщен-

ности основаниями составляет 98%. Для распаханых аналогов соответствующие цифры равны 45,2 мг-экв/100 г почвы и 99%. Сумма поглощенных оснований при распашке снижается на 6 – 9 % , по сравнению с целинными аналогами. Кроме того, уменьшается количество поглощенных ионов водорода, что приводит, в отличие от лесостепных подтипов к подщелачиванию почв. Указанные изменения охватывают всю толщу почвенного профиля.

Установлено значительное подкисление черноземов лесостепи ЦЧР за последние двадцать лет. Как правило, подкисление проявляется в снижении рН верхних горизонтов и опускании глубины характерной для черноземов линии вскипания. Наибольшая интенсивность подкисления отмечается в оподзоленных и выщелоченных черноземах. Типичные черноземы проявляют большую устойчивость к подкислению. В обыкновенных и южных черноземах, как уже отмечалось, выражено подщелачивание, связанное с близостью залегания к поверхности карбонатных горизонтов и особенностью миграционных процессов.

Агрохимические показатели черноземов ЦЧР изучены достаточно детально. Начиная с двадцатых годов прошлого столетия было опубликовано боль-

шое количество работ, посвященных проблемам, связанным с агрохимическим состоянием черноземов /1, 2, 3, 4, 5, 9, 12/.

Содержание гумуса – наиболее важный показатель плодородия и экологического состояния черноземов. При его интенсивной минерализации пахотные черноземы приобретают черты выпаханности. Большинство исследователей отмечают активное развитие процесса дегумификации при распашке черноземов и их дальнейшем использовании в сельском хозяйстве /1, 3, 4, 5/.

Сопоставление картосхем 1883, 1983, 1992 годов и наших данных выявляет снижение содержания гумуса в черноземах ЦЧР. Наибольшие изменения произошли в Воронежской и Тамбовской областях, где исторически более активно происходило их освоение и исходное содержание гумуса было максимальным. Вероятные изменения содержания гумуса за последние 100 лет составляют 2-3%. Это наибольшие, в абсолютных величинах, потери для территории ЦЧР. На территории других областей ЦЧР средние потери гумуса составляют около 1%.

Распашка черноземов приводит не только к их дегумификации, но к изменениям фракционно-группового состава гумуса, которые проявляются в следующем: в черноземах лесостепных подтипов увеличивается относительное содержание гуминовых кислот и гуматов кальция, снижается содержание фульвокислот, особенно 1 и 2 фракций (табл. 3).

При исследовании процессов гумусообразования в черноземах установлено, что они зависят от биоклиматических условий и подчиняются основным географическим закономерностям, открытым В.В. Докучаевым, которые сводятся к следующему: наибольшим содержанием гумуса отличаются типичные черноземы ЦЧО (7,85-9,9%), к северу и к югу от них содержание общего гумуса снижается. Вниз по профилю почв содержание гумуса закономерно падает. Запасы гумуса подчиняются той же закономерности, что и содержание его в почвах. В типичных черноземах запасы гумуса в метровом слое составляют 725 т/га, к северу и югу от типичных черноземов они снижаются.

Содержание и запасы азота в целинных почвах имеют прямую корреляцию с содержанием гумуса. В распаханых черноземах эта закономерность нарушается.

Снижение доз вносимых минеральных и органических удобрений в последние два десятилетия усилило формирование отрицательных балансов основных элементов питания.

В пахотных черноземах ЦЧР преобладает среднее и низкое содержание щелочногидролизующего азота. Полученные в 2002 – 2003 годах результаты для пахотных черноземов Тамбовской и Воронеж-

ской областей оказались ниже выявленных тридцать лет назад /2/ величин типичного содержания щелочногидролизующего азота примерно на 25%. Обеспеченность черноземов фосфором большей частью средняя, что определяется не столько природными запасами подвижного фосфора, сколько повышением величины гидролитической кислотности в лесостепных подтипах черноземов и, как следствие, увеличением подвижности фосфатов. В степных районах содержание подвижного фосфора в пахотных черноземах чаще низкое.

Содержание обменного калия в пахотных горизонтах проанализированных почв, как правило, повышенное. Оно, как правило, снижается при облегчении гранулометрического состава и проявлении эрозионных процессов. Наиболее высоким содержанием калия в почвах характеризуются южные степные районы ЦЧР и восточные районы на стыке Воронежской и Тамбовской областей.

Отмеченные тенденции носят общий характер. Реальная картина более сложная и пестрая, определяется как природными, так и антропогенными факторами.

Детальное исследование ферментативной активности черноземов в зональном разрезе свидетельствует об увеличении активности всех изученных ферментов от черноземов оподзоленных к югу, достигая максимума в черноземах типичных. Затем в черноземах обыкновенных и южных идет снижение активности всех изученных ферментов (табл. 4). Таким образом, прослеживается четкая взаимосвязь между ферментативной активностью почвы и содержанием в них гумуса, т.е. в активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов также отражаются зонально-географические закономерности распространения черноземов. С глубиной ферментативная активность исследованных почв постепенно снижается. Наиболее резко это снижение проявляется в черноземах оподзоленных.

Отмеченные закономерности обнаруживаются в основном при сравнительной оценке ферментативной активности пахотных черноземов одного региона близких по своему генезису и свойствам. При этом уровень ферментативной активности этих почв может зависеть от множества факторов, которые, как правило, полностью учесть невозможно (общее количество и форма внесенных удобрений, уровень агротехники, набор культур и т.д.).

Наиболее информативны сравнительные данные по ферментативной активности целинных и пахотных почв (табл. 5). Из этих данных следует, что длительная распашка приводит к заметному снижению ферментативной активности. Следует отметить, что наи-

Состав гумуса типичных выщелоченных и оподзоленных черноземов (в % к почве)

Почва и угодия	Глубина, см	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты						Сумма выделен. Фракций	Нс
		Фракции			Сумма	Фракции					Сумма		
		1	2	3		1a	1	2	3	4			
Оподзоленный чернозем. Пашня.	0-10	0,039	0,983	0,104	1,126	0,076	0,075	0,142	0,119	0,120	0,532	1,658	1,
	30-40	0,034	0,864	0,086	0,984	0,054	0,066	0,130	0,107	0,089	0,446	1,430	0,
Оподзоленный чернозем. Целина.	0-10	0,156	0,882	0,116	1,154	0,081	0,146	0,158	0,147	0,160	0,692	1,846	1,
	30-40	0,035	0,921	0,086	1,062	0,059	0,074	0,168	0,110	0,116	0,527	1,589	0,
Выщелоченный чернозем. Пашня.	0-10	0,474	1,468	0,237	2,179	0,092	0,281	0,062	0,127	0,127	0,683	2,862	1,
	20-30	0,178	1,359	0,173	1,710	0,077	0,199	0,019	0,108	0,132	0,535	2,245	1,
	40-50	0,054	0,968	0,105	1,127	0,058	0,130	0,010	0,065	0,080	0,343	1,470	0,
	60-70	0,026	0,442	0,065	0,583	0,055	0,025	0,084	0,034	0,050	0,248	0,781	0,
Выщелоченный чернозем. Залежь	0-10	0,503	1,136	0,327	1,965	0,098	0,283	0,146	0,197	0,182	0,906	2,871	2,
	20-30	0,203	1,076	0,136	1,415	0,070	0,169	0,042	0,108	0,119	0,508	1,923	2,
	40-50	0,078	0,733	0,120	0,931	0,068	0,127	0,053	0,031	0,072	0,351	1,282	0,
	60-70	0,031	0,492	0,083	0,606	0,058	0,089	0,073	0,025	0,052	0,297	0,903	0,
Типичный чернозем. Пашня.	0-10	0,103	1,234	0,067	1,404	0,073	0,005	0,309	0,067	0,073	0,527	1,937	2,
	20-30	0,098	1,233	0,107	1,438	0,074	0,053	0,174	0,066	0,081	0,448	1,886	2,
	40-50	0,027	1,070	0,161	1,258	0,099	0,021	0,195	0,086	0,083	0,484	1,742	1,
	80-90	0,017	0,463	0,095	0,575	0,039	0,007	0,092	0,059	0,078	0,276	0,851	0,
Типичный чернозем. Лесополоса.	0-10	0,391	1,151	0,149	1,691	0,068	0,249	0,087	0,104	0,070	0,577	2,268	2,
	20-30	0,298	1,188	0,139	1,625	0,068	0,128	0,161	0,138	0,100	0,590	2,215	1,
	40-50	0,050	0,906	0,113	1,069	0,096	0,023	0,155	0,091	0,065	0,430	1,499	1,
Типичный чернозем. Целина.	0-10	0,639	1,519	0,267	2,425	0,162	0,215	0,315	0,190	0,213	1,095	3,520	2,
	20-30	0,329	1,651	0,252	2,232	0,132	0,090	0,290	0,119	0,178	0,810	3,042	2,
	40-50	0,120	1,629	0,138	1,887	0,140	0,095	0,195	0,130	0,112	0,672	2,559	1,
	80-90	0,027	0,983	0,123	1,133	0,109	0,057	0,153	0,100	0,068	0,487	1,620	1,

Ферментативная активность черноземов ЦЧО

Почва	Глубина, см	Протеаза, мг N-NH ₂	Уреаза, мг NH ₃	Инвертаза, мг глюкозы	Каталаза, мм O ₂ за 1 мин.
		На 1 грамм почвы			
Чернозем оподзоленный (Орловская обл.)	0-10	0,16	0,65	17,86	3,31
	20-30	0,18	0,54	18,42	3,62
	40-50	0,13	0,22	9,47	2,77
	60-70	0,09	0,11	8,15	2,14
	80-90	0,02	0,09	1,93	0,82
Чернозем оподзоленный (Курская обл.)	0-10	0,17	0,64	18,04	3,65
	20-30	0,19	0,46	18,12	3,91
	40-50	0,13	0,23	9,51	2,68
	60-70	0,08	0,12	6,48	2,04
	80-90	0,03	0,08	2,08	0,93
Чернозем выщелоченный (Воронежская обл.)	0-10	0,24	1,21	23,75	4,61
	20-30	0,23	1,08	21,19	4,28
	40-50	0,14	0,78	17,64	3,04
	60-70	0,08	0,22	7,91	1,83
	80-90	0,04	0,12	4,86	0,82
Чернозем выщелоченный (Курская обл.)	0-10	0,26	1,25	24,63	4,22
	20-30	0,25	0,81	20,95	4,93
	40-50	0,18	0,48	18,05	3,68
	60-70	0,10	0,29	12,71	2,85
	80-90	0,05	0,13	6,3	1,41
Чернозем типичный (Воронежская обл.)	0-10	0,36	1,33	27,18	5,48
	20-30	0,38	0,21	27,01	5,23
	40-50	0,30	0,85	25,41	4,75
	60-70	0,10	0,61	21,92	3,81
	80-90	0,05	0,30	13,64	1,92
Чернозем типичный (Тамбовская обл.)	0-10	0,34	1,30	24,35	5,02
	20-30	0,31	1,21	25,61	4,83
	40-50	0,23	0,79	21,03	3,96
	60-70	0,14	0,52	17,14	3,08
	80-90	0,11	0,28	12,82	1,87

более заметные изменения происходят в основном в полуметровом слое почв. Изучение комплекса ферментов двух групп – гидролитических и окислительно-восстановительных в сопряжении с агрохимическими показателями, с учетом их пространственной вариативности и распределения по профилю позволило проанализировать функциональную устойчивость черноземов различных подтипов. В результате распашки изменяется интенсивность и направленность биохимических процессов, снижается общая ферментативная активность черноземов, усиливаются процессы минерализации органического вещества. Следовательно, можно полагать, что накопление в почвах гумуса, азотсодержащих органических соединений и соответствующее повышение ферментативной активности представляет единый процесс, протекающий в опре-

деленных биоклиматических условиях.

Распашка черноземов приводит к снижению их буферности, т.е. способности поддерживать постоянство отдельных характеристик (рН, Н⁺, V%) при небольшом изменении состава.

ВЫВОДЫ

1. На территории ЦЧР процессы антропогенной деградации черноземов обусловлены, в основном, эрозийными, гидрологическими и технологическими факторами. Основные типы агрогенной деградации: механическая, истощение, гидроморфизм, биологическая.
2. При распашке черноземов снижается их функциональная устойчивость, что, прежде всего, проявляется в снижении их интегрального показателя биологического состояния.

Влияние распашки на ферментативную активность почв

Почва угодье	Глубина, см	Протеаза, мг N- NH ₂	Уреаза, мг NH ₃	Инвертаза, мг глюкозы
		на 1 г почвы		
Чернозем оподзоленный залежь	0-10	0,18	0,69	26,19
	20-30	0,17	0,46	24,48
	40-50	0,14	0,48	15,17
	60-70	0,10	0,44	11,9
	80-90	0,07	0,09	2,81
Чернозем оподзоленный пашня	0-10	0,23	1,21	16,93
	20-30	0,19	1,18	17,04
	40-50	0,16	0,93	9,41
	60-70	0,12	0,65	9,01
	80-90	0,09	0,19	2,45
Чернозем выщелоченный залежь	0-10	0,34	1,46	29,64
	20-30	0,31	1,39	28,32
	40-50	0,21	1,11	18,43
	60-70	0,18	0,94	12,15
	80-90	0,09	0,23	4,68
Чернозем выщелоченный пашня	0-10	0,21	1,15	23,93
	20-30	0,19	0,93	23,01
	40-50	0,14	0,51	12,19
	60-70	0,12	0,74	8,64
	80-90	0,06	0,10	3,45
Чернозем типичный целина	0-10	0,65	1,59	32,46
	20-30	0,52	1,63	30,01
	40-50	0,39	1,24	20,00
	60-70	0,19	0,88	15,04
	80-90	0,15	0,33	14,25
Чернозем типичный пашня	0-10	0,34	1,31	22,43
	20-30	0,29	1,29	23,81
	40-50	0,25	1,08	20,42
	60-70	0,13	0,05	17,64
	80-90	0,09	0,28	12,01

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адерихин П.Г. Почвы Воронежской области. Воронеж, 1963.
2. Адерихин П.Г., Щербаков А.П. Азот в почвах Центрально-Черноземной полосы. Воронеж, ВГУ, 1974.
3. Агрэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск, 1966.
4. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. М.: Колос, 1992.
5. Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М.: Наука, 1966.
6. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Почвенный покров Средне-Русского Черноземья. – Воронеж: ВГУ, 1993.
7. Капитанов А.Н., Щербаков А.П. Система управления плодородия почв Центрально-Черноземной зоны. Курск, 1996.
8. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. М. ГЕОС, 2003.
9. Тулин Г.М. Почвы Центрально-Черноземной области // Материалы по районированию ЦЧО. Т.1, Воронеж, 1925.
10. Щеглов Д.И. Черноземы Центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. М.: Наука, 1996.
11. Щербаков А.П., Васенев И.И. Русский чернозем на рубеже веков // Антропогенная эволюция черноземов ЦЧО. – Воронеж, ВГУ, 2000.
12. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. М.: Колос, 1983.