

УДК 57.044; 504.05; 631.46

UDC 57.044; 504.05; 631.46

03.00.00 Биологические науки

Biological sciences

**ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ
ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ В
УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО
ГИДРОМОРФИЗМА****CHANGES IN ORDINARY CARBONATE
CHERNOZEM CONDITIONS CONSIDERING
MODERN HYDROMORPHISM**

Тищенко Светлана Александровна
к.б.н., доцент
РИНЦ Author ID=130225
Scopus Author ID: 55917396100

Tischenko Svetlana Alexandrovna
Dr.Sci.Biol., Assistant Professor
RSCI Author ID=130225
Scopus Author ID: 55917396100

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор
РИНЦ Author ID=86019
Scopus Author ID: 7101992493
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Kolesnikov Sergey Ilich
Dr.Sci.Agr., Professor
RSCI Author ID=86019
Scopus Author ID: 7101992493
Southern Federal University, Rostov-na-Donu, Russia

Под влиянием локального переувлажнения наблюдаются изменения практически всех свойств черноземов. В целом, изменение свойств и режимов черноземов при развитии локального переувлажнения идет по определенному пути, независимо от особенностей факторов почвообразования и причин переувлажнения. Наиболее заметно изменяются физические свойства черноземов и состояние органического вещества. Согласно нашим исследованиям, наиболее быстро и наглядно избыточное увлажнение вызывает изменение физических свойств почвы, а именно: структурного состояния, плотности сложения и водопрочности агрегатов. Заметно изменение и гумусного состояния черноземов. Увеличивается количество общего гумуса, в групповом составе уменьшается доля гуминовых кислот и возрастает доля фульвокислот. Гумусовый профиль растягивается за счет потечности гумуса. В большинстве случаев диагностируется вторичное засоление исследованных почв. Периодическое переувлажнение черноземов также способствует изменению количества почвенных карбонатов и их распределения по профилю. Черноземы постепенно теряют кальций, главный структурообразователь и гуматообразователь. Среди большинства исследованных почв Зерноградского в катионном составе на преобладающее место выходит натрий, и наблюдается сужение соотношения кальция к магнию, что является отличительной чертой водной вытяжки переувлажненных почв.

There are changes in almost all the properties of chernozems under locally overmoistening. In general, changes in the properties and conditions of chernozems under the development of local wetlands went in a particular way, regardless of the peculiarities of soil formation factors and causes waterlogging. The most noticeable change is the transformation of physical properties of soil and organic matter status. According to our research, more quickly and clearly excessive moisture causes a change in the physical properties of the soil. There are changes of the structural state, bulk density and amount of water-stable aggregates. The significant change is the transformation of soil organic matter. There is increasing of total humus content. In a group composition, the fraction of humic and fulvic acids increases the share. The humus profile is stretched. In the majority of cases in investigated soils was diagnosed secondary salinization. The periodic waterlogging of the soil also contributes to the change in the amount of soil carbonates and their distribution in the profile. Chernozems gradually lose calcium, the main structurant and humates maker. Among the most studied soil of Zernogradsky region in the cationic part of the prevailing spot goes sodium. In addition, the narrowing ratio of calcium to magnesium was observed. That is the hallmark of the aqueous extract of locally overmoistening soils

Ключевые слова: ЛОКАЛЬНО ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ЧЕРНОЗЕМЫ, МОЧАРЫ, СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОМОРФИЗМ

Keywords: LOCALLY OVERMOISTENING LANDSCAPES, CHERNOZEMS, MOCHAR SOIL, MODERN HYDROMORPHISM

ВВЕДЕНИЕ

На территории юга России (Южный и Северо-Кавказский федеральные округа) процессы подтопления земель очень широко развиты. Этому способствуют как естественные причины, так и (в значительно большей степени) антропогенная деятельность (Зайдельман и др., 1998; Разумов и др., 2008; Иванов и др., 2013). Переувлажнение земель становится причиной снижения агрономической их ценности и усложнения структуры почвенного покрова. Практически такие участки выпадают из севооборотов в связи с невозможностью проведения полевых работ в оптимальные сроки, трансформацией элементарных почвообразовательных процессов и водно-физических свойств. Важной особенностью явления переувлажнения является его медленное развитие и накопительный характер, что является причиной неприметности протекания этих процессов до достижения критической ситуации. В связи с этим рассмотрение этапов развития этого опасного для территории России явления и установление критериев ранних стадий его проявления – особенно важно и необходимо.

Цель настоящей работы — изучить изменения свойств черноземов обыкновенных карбонатных, подвергающихся интенсивному переувлажнению, не соответствующему экологии этих почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования был выбран чернозем миграционно-сегрегационный с различной степенью выраженности локального переувлажнения, обусловленного разными причинами. Согласно Классификации почв России (2004) почвы мочарных ландшафтов относятся к гидрометаморфизованным подтипам в соответствующих типах черноземов. Исследования проводились в Зерноградском районе Ростовской области. Территория Зерноградского района представляет собой слабоволнистую равнину, расчленённую балочно-речной сетью и характеризуется слабой естественной

дренированностью, что обусловлено равнинным характером его рельефа. Почвообразующие породы преимущественно представлены лессовидными отложениями.

Объектом нашего изучения являются почвы, располагающиеся на залежных участках, выведенных из сельскохозяйственного оборота, как правило, в небольших понижениях на пашне. Растительность представлена влаголюбивыми видами. Доминирующий вид – тростник обыкновенный (*Phragmites australis*). От пашни тростниковый участок отделен узкой полосой разнотравья, представленного в основном такими видами как осот розовый (*Cirsium arvense*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), костер кровельный (*Bromus tectorum* L), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), и т.д. Одновременно была отобрана зональная почва, не несущая морфологических признаков переувлажнения и залегающая на плакоре. Растительность представлена сельскохозяйственными видами.

Содержание гумуса определяли по Тюрину со спектрофотометрическим окончанием по Орлову-Гриндель (Воробьева, 2006). Качественный состав гумуса определяли по схеме Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой (1975). Неорганический углерод (СО₂ карбонатов) определяли на анализаторе общего органического углерода TOC-L CPN Shimadzu. Структуру определяли «сухим» и «мокрым» просеиванием по методу Н.И. Саввинова (Вадюнина, Корчагина, 1973). Гранулометрический состав определяли, используя метод пипетки Н.А. Качинского (подготовка к анализу производилась с использованием пирофосфата натрия), анализ водной вытяжки по ГОСТ 26424-85 – 26428-85, рНводн. по ГОСТ 26423-85.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изменение свойств и режимов переувлажненных почв характеризовалось общими тенденциями и направлением трансформационных процессов, а некоторые различия обуславливаются исходной неодинаковостью черноземов, подвергающихся

переувлажнению. Общность изменений объясняется, на наш взгляд тем, что в таких локально переувлажненных ландшафтах ведущим фактором почвообразования выступают почвенно-грунтовые воды, вызывающие характерные изменения в свойствах черноземов. Этот единый трансформирующий фактор в значительной степени сглаживает особенности, обусловленные возможными различиями в рельефе и почвообразующих породах, поэтому изменения свойств черноземов при локальном переувлажнении достаточно характерны и прогнозируемы. По основным почвенным свойствам зональные черноземы значительно отличаются от переувлажненных почв. При этом часть свойств наследуется почвами локально переувлажненных ландшафтов от предыдущей, черноземной стадии почвообразования. К ним относятся, например, карбонатность почв, гранулометрический и минералогический состав, отчасти реакция среды и гумусное состояние. При этом приобретает ряд не свойственных черноземным почвам свойств, обусловленных засолением и иногда осолонцеванием, хотя в нашем исследовании развитие этого процесса не отмечалось. Наследуемые почвенные свойства изменяются неодинаково. Степень трансформации напрямую зависит от интенсивности воздействия избыточного увлажнения и от времени воздействия: чем дольше почва подвергается повышенному увлажнению, тем сильнее влияние, которое это переувлажнение оказывает на нее.

Согласно нашим исследованиям, наиболее быстро и наглядно избыточное увлажнение вызывает изменение физических свойств почвы, а именно: структурного состояния, плотности сложения и водопропускности агрегатов. Переувлажненные почвы характеризуются повышенными значениями плотности почвенного профиля. Нарастающий гидроморфизм способствует общему ухудшению структурного состояния почв за счет снижения содержания агрономически ценной фракции агрегатов по всему профилю, причем более глубокие горизонты характеризуются худшими

показателями коэффициентов структурности (K_c). При этом заметно увеличивается содержание мелкоглыбистой (больше 10 мм) фракции. При этом гранулометрический состав меняется незначительно (Тищенко и др., 2013).

Также достаточно быстро изменяется химический состав почвенного раствора, происходит засоление почвы, но при этом реакция среды остается в пределах нормы для черноземных почв. В основном, гидроцентры мочарных ландшафтов Зерноградского района характеризуются сильной степенью засоления, за исключением тех участков, которые образовались сравнительно недавно. Почвы, залегающие на перифериях мочарных участков, засолены в средней и слабой степени, независимо от причины формирования. Но не всегда на склонах, в отличие от равнинных территорий максимальная степень засоления наблюдается в гидроцентре. По мнению некоторых исследователей (Назаренко, 2002, Хитров и др., 2003) определяющую роль в проявлении засоления играют глубина залегания, состав и степень минерализации грунтовых вод, а также положение в рельефе относительно очага переувлажнения.

В основном, все исследованные почвы имеют сульфатный, сульфатно-хлоридный или хлоридно-сульфатный химизм засоления, в некоторых случаях наблюдается гидрокарбонатный тип засоления, обусловленный грунтовыми водами преимущественно гидрокарбонатного состава, которые весьма распространены на территории Зерноградского района. Присутствие соды ни в одном из случаев обнаружено не было (табл. 1).

Среди большинства исследованных почв Зерноградского в катионном составе на преобладающее место выходит натрий, и наблюдается сужение соотношения кальция к магнию, что является отличительной чертой водной вытяжки переувлажненных почв.

Таблица 1

Расчетный состав солей в зональной почве и почвах мочарных ландшафтов, мг.-экв/100 г.

Горизонт	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	NaHCO ₃	Na ₂ SO ₄	NaCl	MgSO ₄	MgCl ₂	% токсичных солей	Тип засоления	Степень засоления
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чернозем миграционно-сегрегационный мощный легкоглинистый (01/5)										
A _{пах}	0,95	0,550	–	0,240	0,232	–	0,500	39,32	Гидрокарбонатно-сульфатный	Незасолен
A _{п/п}	0,950	0,550	–	0,492	0,188	–	0,320	40,00	Гидрокарбонатно-сульфатный	Незасолен
B ₁	0,918	0,082	–	0,502	0,172	–	0,166	45,60	Гидрокарбонатно-сульфатный	Незасолен
B ₂	0,886	0,214	–	0,702	0,060	–	0,160	45,76	Гидрокарбонатно-сульфатный	Незасолен
BC	0,754	1,046	–	1,282	0,212	–	0,788	55,90	Гидрокарбонатно-сульфатный	Незасолен
C	0,556	0,944	–	4,136	0,750	–	0,320	77,63	Сульфатный	Слабозасоленный
Чернозем квазиглееватый карбонатный солончаковый мощный легкоглинистый (01/2)										
A _{пах}	1,278	6,822	–	3,718	0,262	–	6,160	55,59	Хлоридно-сульфатный	Сильнозасоленный
A _{п/п}	1,310	5,890	–	4,400	1,252	–	4,832	59,29	Хлоридно-сульфатный	Сильнозасоленный
B ₁	2,000	3,600	–	2,566	4,398	–	4,166	66,53	Сульфатно-хлоридный	Сильнозасоленный
B ₂	0,786	3,014	–	4,736	9,998	–	1,832	81,34	Сульфатно-хлоридный	Сильнозасоленный
BC	0,688	4,212	–	2,164	3,752	–	2,500	63,20	Гидрокарбонатно-сульфатный	Сильнозасоленный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чернозем квазиглееватый карбонатный солончаковатый мощный легкоглинистый (01/3)										
A ₁	0,394	3,406	–	3,414	1,66	–	1,32	62,7	Хлоридно-сульфатный	Среднезасоленный
AB	0,196	0,204	–	4,420	0,284	–	0,166	92,4	Хлоридно-сульфатный	Слабозасоленный
B ₁	0,90	5,840	–	4,120	1,560	–	4,140	59,29	Хлоридно-сульфатный	Сильнозасоленный
B ₂	0,296	4,504	–	7,432	10,19	–	3,022	81,14	Сульфатно-хлоридный	Очень сильнозасоленный
BC	0,640	6,780	–	11,20	3,160	–	6,080	73,36	Хлоридно-сульфатный	Очень сильнозасоленный
BC	0,184	0,046	0	1,406	–	0,500	0,764	92,00	Гидрокарбонатно-сульфатный	Слабозасоленный
C	0,234	–	3,202	1,220	–	5,26	0,596	97,77	Гидрокарбонатно-сульфатный	Слабозасоленный
Чернозем квазиглееватый карбонатный солончаковатый мощный легкоглинистый (01/7)										
A ₁	0,65	–	0,064	0,46	–	0,182	0,25	44,45	Сульфатно-гидрокарбонатный	Незасолен
AB	0,43	0,87	–	2,384	–	0,564	0,3	71,42	Гидрокарбонатно-сульфатный	Слабозасолен
B ₁	0,406	1,388	–	4,076	–	1,058	0,26	75,02	Гидрокарбонатно-сульфатный	Среднезасоленный
B ₂	0,57	2,834	–	5,583	–	1,625	0,739	69,13	Сульфатный	Среднезасоленный
BC	0,79	4,962	–	7,01	0,534	–	0,862	59,36	Сульфатный	Среднезасоленный
C	1,158	3,918	–	6,182	–	2,126	1,604	66,12	Гидрокарбонатно-сульфатный	Сильнозасоленный

Исследование почв мочарных ландшафтов Зерноградского района показало, что большинство почв, несмотря на длительное переувлажнение, карбонатны и вскипают с поверхности, наблюдается увеличение количества карбонатов вниз по профилю, четко диагностируется «белоглазка», хотя она рыхлая и диффузная.

В составе почвенных карбонатов происходит уменьшение доли карбонатов кальция и увеличение доли карбонатов магния, что значительно сужает соотношение $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$. Черноземы постепенно теряют кальций, главный структурообразователь и гуматообразователь. По сравнению с обыкновенными черноземами переувлажненные почвы содержат в 2–3 раза больше обменного магния. Увеличению доли Mg^{2+} в почвенном растворе и в составе ППК способствуют щелочность и контрастность увлажнения, в результате чего образуются труднорастворимые соединения кальция, которые смещают равновесие ППК – почвенный раствор и способствуют выходу Ca^{2+} из поглощающего комплекса. По мнению О.Г. Назаренко (1990), источником дополнительного магния в почвенном растворе являются хлориты, деградация которых происходит в условиях избыточного увлажнения. Поэтому увеличение содержания магния в составе ППК и в растворе является следствием процесса локального переувлажнения.

Исследование содержания CO_2 карбонатов показало уменьшение этого показателя для всех исследованных переувлажняемых черноземов в сравнении с автоморфным черноземом (рис. 1). Особенно заметно это для верхних горизонтов, т.е. в верхней миграционной зоне карбонатного профиля. По мнению некоторых авторов (Парфенова и др., 2015) это обусловлено, по всей видимости, повышенной концентрацией CO_2 почвенного воздуха вследствие высоких температур и сосредоточением основной массы корней растений на этой глубине. Также было установлено, что эмиссии CO_2 из почвы в атмосферу возрастает при увеличении степени

увлажнения черноземов в модельном опыте (Чимитдоржиева, 2011). Эти факторы в сочетании друг с другом могут способствовать обеднению профиля чернозема карбонатами кальция.

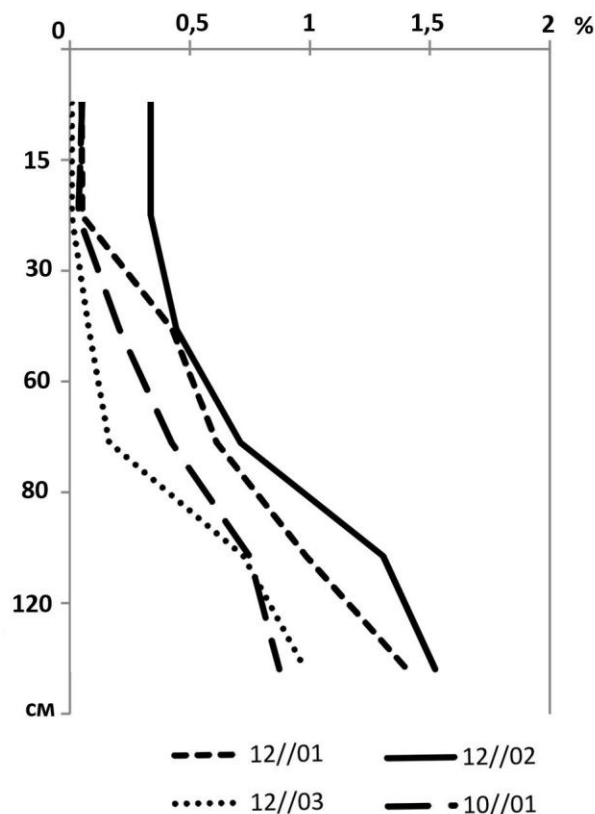


Рис. 1. Содержание CO₂ карбонатов в почвах Зерноградского района:

12//02 – чернозем миграционно-сегрегационный

12//01; 10//01 и 12//03 – черноземы квазиглееватые карбонатные

Заметно изменение и гумусного состояния черноземов. Локальное переувлажнение вызывает увеличение содержания общего гумуса по сравнению с окружающими их зональными черноземами. Такое влияние на содержание гумуса отмечают и другие исследователи (Ильина, 2006; Безуглова, Назаренко, 1998; Назаренко, 2002; Казеев и др., 2004 и др.). Для исследованных почв было выявлено увеличение количества гумуса в 1,5 раза по сравнению с окружающими пятно зональными почвами, а в некоторых случаях – почти в два раза. Обнаруженные различия статистически достоверны (Тищенко, Безуглова, 2012). Данная

закономерность сохраняется и при использовании метода прямого сжигания углерода на анализаторе TOC-L CPN Shimadzu, который является более точным, чем метод Тюрина. Увеличение содержания гумуса происходит преимущественно за счет низкой степени минерализации растительных остатков из-за периодической смены окислительно-восстановительного режима и подавления процесса гумификации. Этот факт хорошо согласуется с данными качественного состава гумуса.

В групповом составе наблюдается уменьшение доли гуминовых кислот и возрастание доли фульвокислот. В составе гумуса локально переувлажненных черноземов заметно ниже доля негидролизуемого остатка (гумина). Изменяется тип гумуса с фульватно-гуматного на гуматно-фульватный уже на глубине 30–50 см. Гумусовый профиль растягивается за счет потечности гумуса. Трансформация гумусовых веществ черноземов идет в направлении, способствующем повышению устойчивости почв в изменившихся экологических условиях: происходит упрощение структур молекул гуминовых кислот и закрепление гумуса минеральной частью почвы. Это находит свое отражение в значительном увеличении доли фракций ГК-3 и ФК-3 во фракционном составе гумуса черноземов (Тищенко, Безуглова, 2012).

ВЫВОДЫ

1. Под влиянием локального переувлажнения наблюдаются изменения практически всех свойств черноземов. В целом, изменение свойств и режимов черноземов при развитии локального переувлажнения идет по определенному пути, независимо от особенностей факторов почвообразования и причин переувлажнения.
2. В большинстве случаев, сильной степенью засоления характеризуются участки с большей степенью увлажнения, а химизм засоления определяется в основном составом грунтовых вод.

3. Периодическое переувлажнение черноземов способствует изменению распределения карбонатов по профилю. Отмечается снижение их количества и сужение отношения Ca^{2+} к Mg^{2+} по сравнению с автоморфным черноземом.
4. Заметно изменяется гумусное состояние переувлажненных черноземов. Увеличивается количество общего гумуса, в групповом составе уменьшается доля гуминовых кислот и возрастает доля фульвокислот. Гумусовый профиль растягивается за счет потечности гумуса. Трансформация гумусовых веществ черноземов идет в направлении, способствующем повышению устойчивости почв в изменившихся экологических условиях: происходит упрощение структур молекул гуминовых кислот и закрепление гумуса минеральной частью почвы.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглова О.С., Назаренко О.Г. Генезис и свойства мочаристых почв Предкавказья // Почвоведение, 1998, № 12. С. 1423-1430.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 399 с.
3. Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И. Почвы мочарных ландшафтов – формирование, агроэкология и мелиорация. - М.: Изд-во МГУ. 1998. 160 с.
4. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. Факторы и условия антропогенной трансформации черноземов, методология изучения эволюции почвообразования / Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 72, с. 26-46.
5. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. Факторы и условия антропогенной трансформации черноземов, методология изучения эволюции почвообразования // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 72. С. 26-46.
6. Ильина Л.П. Качественный состав гумуса локально переувлажненных почв склонов Нижнего Дона // Вестник Южного научного центра РАН, № 2, 2006. - С. 68-74.
7. Казеев К.Ш., Фомин С.Е., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические особенности локально-гидроморфных почв Ростовской области // Почвоведение, 2004, № 3, С. 361-372.

8. Назаренко О.Г. Коллоидно-химическая природа поглощающего комплекса мочаристых почв Восточного Донбасса: Дис ... канд. биол. наук. М., 1990. 154 с.
9. Назаренко О.Г. Современные процессы развития локальных гидроморфных комплексов в степных агроландшафтах. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва, 2002. – 46 с.
10. Парфенова О. А. Бутова Л. С. Влияние орошения на миграцию карбонатов в профиле лесостепных черноземов // Молодой ученый. — 2015. — №7.3. — С. 53-58.
11. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме Н.В. Тюрин, в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой // Агрехимические методы исследования почв, М.: «Наука», 1975. – С. 47-55
12. Разумов В.В., Молчанов Э.Н., Глушко А.Я., Разумова Н.В. Опасные природные процессы юга Европейской части России. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2008. 388 с.
13. Тищенко С.А., Безуглова О.С. Гумусовое состояние почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона // Почвоведение. 2012. № 2. С. 156-165.
14. Тищенко С.А., Безуглова О.С., Морозов И.В. Особенности физических свойств почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона // Почвоведение, 2013, № 3. С. 1-7.
15. Хитров Н.Б., Герасименко Н.М., Журавлева Т.Н., Зайцева Е.Ю., Клюкин Н.Ю., Назаренко О.Г., Омельченко Н.П., Никитина Н.С., Ямнова И.А. Распределение солей в почвах степных агроландшафтов с очагами современного переувлажнения // Почвоведение: аспекты, проблемы, решения / Научные труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2003. С. 133-151.
16. Чимитдоржиева Э.О. Запасы углерода в черноземах и каштановых почвах Западного Забайкалья и эмиссия CO₂: Автореф. дис ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2011. 20 с.

References

1. Bezuglova O.S., Nazarenko O.G. Genesis i svojstva mocharistyh pochv Predkavkaz'ja // Pochvovedenie, 1998, № 12. S. 1423-1430.
2. Vadjunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv i gruntov. – М.: Vysshaja shkola, 1973. – 399 s.
3. Zajdel'man F.R., Tjul'panov V.I., Angelov E.N., Davydov A.I. Pochvy mocharnyh landshaftov – formirovanie, agrojekologija i melioracija. - М.: Izd-vo MGU. 1998. 160 s.
4. Ivanov A.L., Lebedeva I.I., Grebennikov A.M. Faktory i uslovija antropogennoj transformacii chernozemov, metodologija izuchenija jevoljucii pochvoobrazovaniya / Bjul'ten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. 2013. Vyp. 72, s. 26-46.
5. Ivanov A.L., Lebedeva I.I., Grebennikov A.M. Faktory i uslovija antropogennoj transformacii chernozemov, metodologija izuchenija jevoljucii pochvoobrazovaniya // Bjul'ten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. 2013. Vyp. 72. S. 26-46.
6. Il'ina L.P. Kachestvennyj sostav gumusa lokal'no pereuvlazhnennyh pochv sklonov Nizhnego Dona // Vestnik Juzhnogo nauchnogo centra RAN, № 2, 2006. - S. 68-74.
7. Kazeev K.Sh., Fomin S.E., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskie osobennosti lokal'no-gidromorfnyh pochv Rostovskoj oblasti // Pochvovedenie, 2004, № 3, S. 361-372.
8. Nazarenko O.G. Kolloidno-himicheskaja priroda pogloshhajushhego kompleksa mocharistyh pochv Vostochnogo Donbassa: Dis ... kand. biol. nauk. М., 1990. 154 s.

9. Nazarenko O.G. Sovremennye processy razvitija lokal'nyh gidromorfnyh kompleksov v stepnyh agrolandshaftah. Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Moskva, 2002. – 46 s.
10. Parfenova O. A. Butova L. S. Vlijanie oroshenija na migraciju karbonatov v profile lesostepnyh chernozemov // Molodoj uchenyj. — 2015. — №7.3. — S. 53-58.
11. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Opredelenie gruppovogo i frakcionnogo sostava gumusa po sheme N.V. Tjurina, v modifikacii V.V. Ponomarevoj i T.A. Plotnikovoj // Agrohimicheskie metody issledovanija pochv, M.: «Nauka», 1975. – S. 47-55
12. Razumov V.V., Molchanov Je.N., Glushko A.Ja., Razumova N.V. Opasnye prirodnye processy juga Evropejskoj chasti Rossii. M.: Dizajn. Informacija. Kartografija, 2008. 388 s.
13. Tishhenko S.A., Bezuglova O.S. Gumusovoe sostojanie pochv lokal'no pereuvlazhnennyh landshaftov Nizhnego Dona // Pochvovedenie. 2012. № 2. S. 156-165.
14. Tishhenko S.A., Bezuglova O.S., Morozov I.V. Osobennosti fizicheskikh svojstv pochv lokal'no pereuvlazhnennyh landshaftov Nizhnego Dona // Pochvovedenie, 2013, № 3. S. 1-7.
15. Hitrov N.B., Gerasimenko N.M., Zhuravleva T.N., Zajceva E.Ju., Kljukin N.Ju., Nazarenko O.G., Omel'chenko N.P., Nikitina N.S., Jamnova I.A. Raspredelenie solej v pochvah stepnyh agrolandshaftov s ochagami sovremennogo pereuvlazhnenija // Pochvovedenie: aspekty, problemy, reshenija / Nauchnye trudy Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. M.: Pochvennyj in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2003. S. 133-151.
16. Chimitdorzhieva Je.O. Zapasy ugljeroda v chernozemah i kashtanovyh pochvah Zapadnogo Zabajkal'ja i jemissija CO₂: Avtoref. dis ... kand. biol. nauk. Ulan-Udje, 2011. 20 s.