

С.А. Юдин, кандидат биологических наук
 В.А. Исаев, кандидат сельскохозяйственных наук
 Н.В. Дворникова, младший научный сотрудник
 Н.Р. Ермолаев, аспирант
 В.П. Белобров, доктор сельскохозяйственных наук
 ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
 РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2
 E-mail: yudin_sa@esoil.ru

УДК: 631.415.1.

DOI:10.30850/vrsn/2022/1/52-56

ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА НА КАРБОНАТНОСТЬ ПРОФИЛЯ ТИПИЧНОГО ЧЕРНОЗЕМА

Изучена вариабельность карбонатного профиля черноземов при проведении многолетнего полевого опыта по минимизации обработок и применению прямого посева. В структуре почвенного покрова опытных полей доминируют типичные черноземы (82 %) в сочетании с перерытыми (12 % – зоотурбированные) и выщелоченными (6 %). Глубину вскипания и $pH_{водн.}$ использовали как основные параметры, диагностирующие кислотность почв и их изменчивость в пространстве и времени. За одну ротацию (четыре года) кислотность черноземов в среднем показала тенденцию к снижению на глубинах 0–10 и 10–20 см, соответственно на 0,18 и 0,12 единиц $pH_{водн.}$. Процесс подщелачивания почв обусловлен в целом природной вариабельностью климатических параметров в период проведения опыта. Наибольшие изменения кислотности связаны с применением прямого посева, для которого выявлены достоверные отличия $pH_{водн.}$ в слое 10–20 см от всех технологий, применяющих обработки черноземов. При современной климатической обстановке в подзоне типичных черноземов прямой посев приводит к снижению вариабельности $pH_{водн.}$ в пространстве полей. Это может влиять на технологию и дозы внесения минеральных удобрений для оптимальной обеспеченности почв питательными элементами.

Ключевые слова: чернозем, морфометрические параметры, линия вскипания, кислотность почв, выщелоченность.

S.A. Yudin, *PhD in Biological sciences*
 V.A. Isaev, *PhD in Agricultural sciences*
 N.V. Dvornikova, *Junior Researcher*
 N.R. Ermolaev, *PhD student*
 V.P. Belobrov, *Grand PhD in Agricultural sciences*
 FRC “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”
 RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2
 E-mail: yudin_sa@esoil.ru

INFLUENCE OF DIRECT SEEDING ON THE TYPICAL CHERNOZEM PROFILE CARBONATE CONTENT

The variability of the carbonate profile of chernozems was studied during the long-term field experience on minimizing treatments and using no-till. The structure of the soil cover of the experimental fields is dominated by typical chernozems (Voronon Chernozems Pachic. WRB) – 82 % in combination with over – dug – 12 % (zooturbated) and leached-6 %. Boiling depth and pH were used as the main properties that diagnose the acidity of soils and their variability in space and time. During one rotation (4 years), the acidity of chernozems on average showed a tendency to decrease at depths of 0–10 and 10–20 cm, respectively, by 0.18 and 0.12 pH units. The process of soil alkalization is generally due to the natural variability of climatic parameters during the experiment. The greatest changes in acidity between technologies are associated with the use of no-till, for which significant differences in pH in a layer of 10–20 cm were revealed from all technologies using the processing of chernozems. In the conditions of the modern climatic situation in the subzone of typical chernozems, the use of no-till also leads to a decrease in the variability of the pH in the field space. In the provision of soils with nutrients, this can affect the technology and doses of mineral fertilizers.

Key words: chernozem, morphometric parameters, boiling line, soil acidity, leaching.

Эволюция черноземов в природных условиях и при воздействии агротехнологий (длительность и глубина отвальной и безотвальной вспашки, использование почвообрабатывающих агрегатов, внесение удобрений и другое) приводит к изменениям карбонатности почвенного профиля и проявляется в вариабельности линии вскипания, усилении выщелоченности (кислотность) или, напротив, щелочности почв. [3, 5, 7, 9–11, 13–15]

Обработки существенно меняют природный периодически-промывной водный режим черноземов. [9] Наблюдается глубокое проникновение влаги в почвенный профиль в весенний период после снего-

таяния, а в летний, особенно при дефиците атмосферных осадков, иссушение поверхностных слоев на глубину вспашки из-за усиления физического испарения с открытой поверхности почв и транспирации растений. Т.Н. Авдеева и Л.Г. Маркина на примере пахотных типичных черноземов Курской области отмечают повышение уровня карбонатов в среднем на 8 см (64...56) через 47 лет вспашки и нарушение карбонатного профиля в результате палеозоотурбаций. [1] Пересыхание верхнего слоя почвы отрицательно влияет на корневую систему возделываемых культур, особенно зерновых, что в итоге может привести к снижению их продуктив-

ности вследствие изменения агрохимических параметров. [12]

Таким образом, вопросы изучения трансформации агрохимических свойств черноземов, в том числе кислотности, направлены на снижение деградации и оптимизацию использования почв в условиях смены природных и антропогенных факторов. Поэтому актуальна оценка влияния смены технологии земледелия на прямой посев и связанное с этим изменение карбонатного профиля типичных черноземов. Проблема малоизучена и значима в большей степени из-за изменяющихся климатических условий, которые могут перекрыть тренды воздействия агротехнологий.

Полученные на основе многолетнего полевого опыта данные по глубине вскипания типичных черноземов при вспашке и прямом посеве выявили разнонаправленные тенденции изменения. [2] После четырех лет использования прямого посева глубина вскипания уменьшилась в среднем на 5 см (4...13), при вспашке увеличилась на 10 см (6...14). Причем различия в глубине вскипания черноземов между вариантами технологий не носят достоверный характер из-за высокой вариабельности карбонатного морфометрического диагностического показателя почв.

Цель работы – показать на примере аналитических данных ($pH_{\text{водн}}$) влияние прямого посева на карбонатный профиль типичных черноземов в рамках многолетнего научно-производственного опыта в зерновом севообороте, а также оценить прогнозируемую аридизацию климата и воздействие летних засух на урожайность сельскохозяйственных культур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На четырех опытных полях ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (НИИ АПП п. Черемушки, 51°37.8' с. ш.; 36°15.7' в. д.) площадью 2,4 га каждое, в рамках многолетнего научно-производственного опыта изучали влияние минимизации обработок и применения прямого посева на свойства типичных черноземов (*Haplic Chernozems*) в четырехпольном зерновом севообороте. Почвенное картирование полей проводили в масштабе 1:2 500 ручным бурением до глубины 2 м с характеристикой диагностических горизонтов чернозема (мощность горизонта А и А + АВ, глубина вскипания от 10 % HCL).

Варианты опыта: 1 – вспашка с оборотом пласта; 2 – комбинированная обработка (дискование + чизель); 3 – минимальная (дискование); 4 – прямой посев (без обработки). В севообороте последовательно использовали озимую пшеницу, кукурузу, ячмень и горох. Применяли удобрения и пестициды согласно рекомендациям для каждой культуры.

Контроль глубины вскипания и отбор проб из слоев 0...10 и 10...20 см осуществляли в процессе почвенного картографирования в одних и тех же фиксированных по GPS точках для каждого варианта опыта до начала эксперимента, после первой ротации и уборки урожая. $pH_{\text{водн}}$ определяли потенциометрическим методом в лаборатории Почвенного института имени В.В. Докучаева. Данные статистически обрабатывали с помощью программы Excel 2016. Значимость различий оценена по наименьшей существенной разнице при $\alpha = 0,05$ ($HCp\alpha = 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Измерения глубины вскипания черноземов после первой ротации выявили разнонаправленный тренд [2], который характеризует увеличение при вспашке и уменьшение при прямом посеве выщелоченности профиля черноземов от карбонатов (табл. 1).

Приведенные в таблице 2 результаты в совокупности для всех опытных полей отражают изменения $pH_{\text{водн}}$ между технологиями за первую ротацию. В слое 0...10 см во всех вариантах технологий отмечено увеличение $pH_{\text{водн}}$ в среднем на 0,18 единиц. Достоверные различия выявлены только для прямого посева в сравнении с комбинированной и минимальной обработками. Между вспашкой и прямым посевом различий в слое 0...10 см не обнаружено, что отражает общую тенденцию снижения кислотности типичных черноземов за прошедшие годы в поверхностном слое гумусового горизонта как пахотного, так и не подверженного обработке. [3, 11, 14]

После первой ротации в слое 10...20 см $pH_{\text{водн}}$ увеличивается, но в меньшей степени, в среднем на 0,12 единиц при максимуме показателя для прямого посева. Кислотность черноземов при прямом посеве на этой глубине снизилась и достоверно отличается по HCP от вспашки и комбинированной обработки почв.

Выявленные различия в изменении $pH_{\text{водн}}$ в слоях 0...10 и 10...20 см связаны, на наш взгляд, с влиянием подплужной подошвы в разных технологиях. При обработках в слое 0...10 см влага

Таблица 1.
Морфометрические параметры черноземов опытных полей по вариантам (вспашка и прямой посев) до начала эксперимента на полях 1–4 (2013–2016 годы) и после первой ротации севооборота (2017–2020)

Статистический параметр, n=40	Годы	
	2013–2016	2017–2020
	вспашка/прямой посев	
вскипание		
Средняя арифметическая	77/71	87/66
Стандартное отклонение	37/27	33/26
Коэффициент вариации	48/38	38/39

Таблица 2.
Влияние технологий земледелия на $pH_{\text{водн}}$ типичных черноземов до и после первой ротации

Технология, n=80	Слой почвы, см					
	0...10			10...20		
	до начала опыта	после первой ротации	+/-	до начала опыта	после первой ротации	+/-
Вспашка	6,30	6,50	+0,20	6,41	6,48	+0,07
Комбинированная	6,43	6,57	+0,14	6,46	6,51	+0,05
Минимальная	6,35	6,49	+0,14	6,37	6,53	+0,16
Прямой посев	6,27	6,50	+0,23	6,31	6,53	+0,22
Средняя	6,34	6,52	+0,18	6,39	6,51	+0,12
HCP _{0,5технологии}	0,14	0,07		0,12	0,05	
HCP _{0,5годы}			0,08			0,04

Таблица 3.
Компонентный состав в структуре почвенного покрова опытных полей

Поле	Подтип чернозема, %		
	типичный	перерытый	выщелоченный
1	95,5	1,7	2,8
2	70,2	23,0	6,8
3	88,2	6,5	5,3
4	74,0	17,1	8,9
Среднее	82,0	12,0	6,0

Таблица 4.
Распределение черноземов (%) по мощности гумусового горизонта и карбонатности

Поле	Мощность гумусового горизонта			Карбонатность (степень выщелоченности)			
	Чмм	Чсм	Чм	Чк	Чвк	Чск	Чгк
1	9,3	78,0	12,7	–	6,2	62,5	31,3
2	40,0	60,0	–	1,0	25,3	43,3	30,4
3	1,5	78,9	19,6	–	3,8	65,8	30,4
4	0,5	85,7	13,8	–	9,0	58,1	32,9
Среднее	12,8	75,7	11,5	0,3	11,1	57,4	31,2

Примечание. Чернозем: Чмм – маломощный, Чсм – среднемощный, Чм – мощный, Чк – карбонатный, Чвк – высококарбонатный, Чск – среднекарбонатный, Чгк – глубококарбонатный.

теряется на физическое испарение, а 10...20 см – фильтрация влаги вглубь профиля задерживается плужной подошвой, вызывая при ливнях поверхностный сток и водную эрозию. При прямом посеве растительные остатки на поверхности почв снижают испарение влаги. Она теряется при транспирации растений, корневые системы которых не разрушаются обработками и используют влагу, снижая ее содержание, фронтальную фильтрацию и увеличивая $pH_{\text{водн}}$. Определенную роль в снижении влаги в слое 10...20 см играет уплотнение поверхностных слоев при прекращении обработок почв. [4]

В целом карбонатный профиль типичных черноземов опытных полей трансформировался за первую ротацию с тенденцией к подщелачиванию, причем наиболее заметно и достоверно на глубине 10...20 см. Общий тренд изменений $pH_{\text{водн}}$ отражает глобальные флуктуации климата, меняющие установившиеся многолетние сезонные параметры погоды в ЦЧО. [6]

Наблюдающийся рост годовых температур, перемена в сезонном распределении годовых осадков, например в Каменной степи, приводят, по мнению В.А. Исаева с коллегами [6], к усилению аридизации климата, что отражается на технологиях, каждая из которых имеет свои региональные особенности.

В общей тенденции подщелачивания типичных черноземов на опытных полях по $pH_{\text{водн}}$ важно учитывать компонентный состав почвенного покрова (табл. 3, рисунок), меняющийся в зависимости от изменчивости природных (климатические) и антропогенных (агротехнологии) факторов. На поле 2 перерытые (зоотурбированные) черноземы

занимают 23 % (табл. 3), что определяет повышенный фон карбонатности (табл. 4). При аридизации (изменение климатических параметров) и прекращении обработок подщелачивание может менять схему и дозы внесения минеральных удобрений, подкисляющих почвы.

Компонентный состав черноземов полей маркирует хорошо выраженные в рельефе поверхностные микро- и мезоформы, внутрпочвенные мезоформы рельефа (ложбины стока), скрытые в результате распашки почв. Исследования показали, что трансформация структур почвенного покрова наиболее заметна по изменению карбонатного профиля черноземов во времени. До начала опыта изменчивость $pH_{\text{водн}}$ по технологиям в слое 0...10 и 10...20 см была достоверной только между прямым посевом и комбинированной обработкой, после первой ротации вариabельность $pH_{\text{водн}}$ снизилась и составила в среднем 6,52 (6,49...6,57) и 6,51 (6,48...6,53) соответственно. При этом данные по НСР не фиксируют значимые изменения в параметре $pH_{\text{водн}}$.

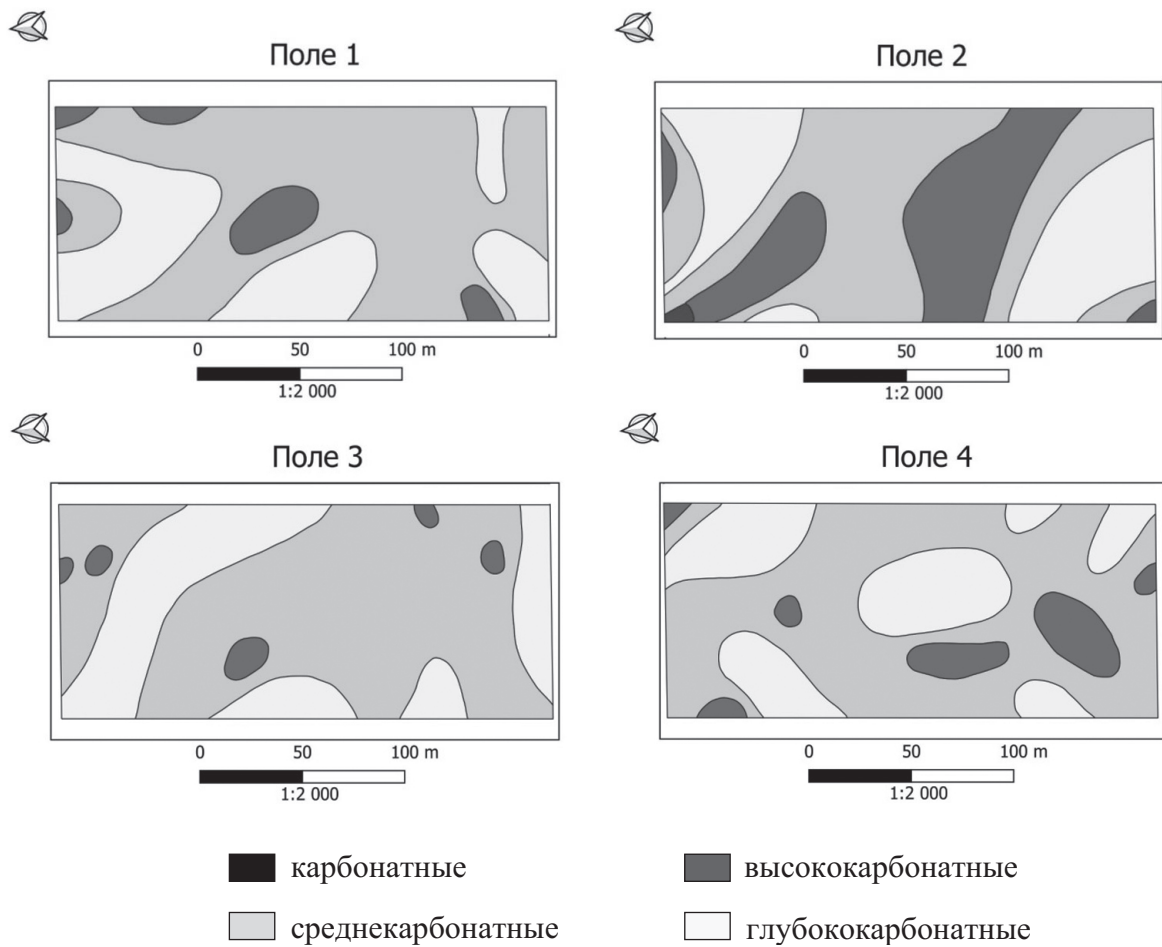
Отсутствие различий в $pH_{\text{водн}}$ между технологиями после первой ротации обусловлено, на наш взгляд, в большей степени внешними (природные) факторами воздействия на почвенный покров полей, перекрывающими внутреннюю изменчивость, связанную с компонентным составом почвенного покрова и применяемыми технологиями.

При всем разнообразии карбонатных профилей, на опытных полях доминируют среднекарбонатные черноземы – 57,4 % всей площади (табл. 4). Глубококарбонатные занимают 31,2 %, высококарбонатные и карбонатные – 11,1 и 0,3 % соответственно. Анализ по точкам опробования показал, что после ротации подщелачивание затрагивает глубококарбонатные почвы, которые при минимизации обработок и прямом посеве в меньшей степени, чем при вспашке, подвержены выщелачиванию профиля от карбонатов – результат снижения фронтальной фильтрации влаги вглубь профиля.

Выводы. Анализ $pH_{\text{водн}}$ черноземов показал, что кислотность после первой ротации на всех опытных полях имеет тенденцию к уменьшению, в большей степени на глубине 0...10 см (в среднем на 0,18 единиц), чем на 10...20 см (0,12). Процесс снижения кислотности в целом обусловлен общей природной вариabельностью климатических параметров в период проведения опыта и с технологиями. Выявлены достоверные отличия варианта прямого посева по $pH_{\text{водн}}$ в слое 0...10 см от комплексной и минимальной обработок, а в слое 10...20 также и от вспашки.

Компонентный состав структуры почвенного покрова полей характеризуется разнообразием почв с формированием перерытых (зоотурбированные) черноземов, имеющих более высокую карбонатность профиля.

Применение прямого посева в подзоне типичных черноземов в условиях современной климатической обстановки приводит к подщелачиванию почв, выравниванию вариabельности $pH_{\text{водн}}$ в пространстве полей. Это может влиять на технологию и дозы внесения минеральных удобрений для оптимальной обеспеченности почв питательными элементами.



Карта глубины залегания карбонатов в черноземах на полях 1-4.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеева, Т.Н. Эволюция пахотных черноземов Курской области / Т.Н. Авдеева, Л.Г. Маркина // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: «Научная книга», 2017. – С. 72–76.
2. Белобров, В.П. Влияние технологий земледелия на морфометрические признаки черноземов / В.П. Белобров, В.К. Дридигер, С.А. Юдин // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2020. – № 102. – С. 125–142.
3. Гордеев, А.В. Изменение плодородия черноземных почв в результате антропогенеза и способы его воспроизводства в современных системах земледелия / А.В. Гордеев, В.И. Турусов, Ю.И. Чевердин и др. // Воронеж: изд-во «Истоки», 2015. – 499 с.
4. Ермолаев, Н.Р. Вариабельность плотности типичных черноземов при использовании прямого посева / Н.Р. Ермолаев, В.П. Белобров, С.А. Юдин и др. // Сельскохозяйственный журнал, 2021. – № 1 (14). – С. 14–20. DOI 10.25930/2687-1254/002.1.14.2021.
5. Иванов, А.Л. Факторы и условия антропогенной трансформации черноземов, методология изучения эволюции почвообразования / А.Л. Иванов, И.И. Лебедева, А.М. Гребенников // Бюллетень Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 2013. – № 72. – С. 36–46.
6. Исаев, В.А. Динамика факторов почвообразования и их влияние на технологию земледелия в Каменной степи / В.А. Исаев, В.П. Белобров, А.Л. Иванов // Бюллетень Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 2020. – № 104. – С. 5–30.
7. Карабутов, А.П. Реакция чернозема типичного на интенсивные приемы земледелия / А.П. Карабутов, Е.В. Сыромятникова, Г.И. Уваров // Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия: сб. науч. докл. Всерос. науч.-практ. конф. (23-24 июня 2015 г.) // Воронеж: изд-во «Истоки», 2015. – 362 с.
8. Лебедева, И.И. Гидрологические профили миграционно-карбонатных (типичных) черноземов и агрочерноземов / И.И. Лебедева // Почвоведение. – 2002. – № 10. – С. 1214–1223.
9. Лебедева, И.И. Агрочерноземы как результат агрогенной эволюции / И.И. Лебедева, И.Е. Королева, А.М. Гребенников // Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития. – М., 2012. – С. 200–204.
10. Овечкин, С.В. Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов экосистем Курской области / С.В. Овечкин, Г.С. Базыкина // Почвоведение. – 2011. – № 12. – С. 1475–1486.
11. Подрезов, П.И. Влияние многолетнего применения удобрений на агрохимические свойства чернозема типичного, урожайность и качество возделываемой на силос кукурузы / П.И. Подрезов, Н.Г. Мязин // Вестник Воронежского ГАУ. – 2019. – Т. 12. – № 4 (63) – С. 105–112.
12. Скорочкин, Ю.П. Изменения агрохимических показателей чернозема типичного / Ю.П. Скорочкин // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: «Научная книга», 2017. – С. 483–486.

13. Соловichenko, В.Д. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона. / В.Д. Соловichenko, С.И. Тютюнов, Г.И. Уваров – Белгород: «Отчий край», 2012. – 256 с.
 14. Чевердин, Ю.И. Динамика изменения свойств почв в результате длительного антропогенного воздействия / Ю.И. Чевердин, О.А. Богатых, Т.В. Титова и др. // Научно-практические основы сохранения и воспроизводства плодородия почв ЦЧЗ. – Каменная Степь, 2008. – С. 26–36.
 15. Щеглов, Д.И. Черноземы Центральных областей России: современное состояние и направление эволюции / Д.И. Щеглов // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж: «Научная книга», 2017. – С. 5–18.
- LIST OF SOURCES**
1. Avdeeva, T.N. Evolyuciya pahotnyh chernozemov Kurskoj oblasti / T.N. Avdeeva, L.G. Markina // Chernozemy Central'noj Rossii: genesis, evolyuciya i problemy racional'nogo ispol'zovaniya. – Voronezh. «Nauchnaya kniga», 2017. – S. 72–76.
 2. Belobrov, V.P. Vliyanie tekhnologij zemledeliya na morfometricheskie priznaki chernozemov / V.P. Belobrov, V.K. Dridiger, S.A. Yudin // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2020. – № 102. – S. 125–142.
 3. Gordeev, A.V. Izmenenie plodorodiya chernozemnyh pochv v rezul'tate antropogeneza i sposoby ego vosproizvodstva v sovremennyh sistemah zemledeliya / A.V. Gordeev, V.I. Turusov, Yu.I. Cheverdin i dr. // Voronezh: izd-vo «Istoki», 2015. – 499 s.
 4. Ermolaev, N.R. Variabel'nost' plotnosti tipichnyh chernozemov pri ispol'zovanii pryamogo poseva / N.R. Ermolaev, V.P. Belobrov, S.A. Yudin i dr. // Sel'skohozyajstvennyj zhurnal, 2021. – № 1 (14). – S. 14–20. DOI 10.25930/2687-1254/002.1.14.2021.
 5. Ivanov, A.L. Faktory i usloviya antropogennoj transformacii chernozemov, metodologiya izucheniya evolyucii pochvoobrazovaniya / A.L. Ivanov, I.I. Lebedeva, A.M. Grebennikov // Byulleten' Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva, 2013. – № 72. – S. 36–46.
 6. Isaev, V.A. Dinamika faktorov pochvoobrazovaniya i ih vliyanie na tekhnologiyu zemledeliya v Kamennoj stepi / V.A. Isaev, V.P. Belobrov, A.L. Ivanov // Byulleten' Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva, 2020. – № 104. – S. 5–30.
 7. Karabutov, A.P. Reakciya chernozema tipichnogo na intensivnye priemy zemledeliya / A.P. Karabutov, E.V. Syromyatnikova, G.I. Uvarov // Sostoyanie pochv Central'nogo Chernozem'ya Rossii i problemy vosproizvodstva ih plodorodiya: sb. nauch. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf. (23-24 iyunya 2015 g.) // Voronezh: izd-vo «Istoki», 2015. – 362 s.
 8. Lebedeva, I.I. Gidrologicheskie profili migracionno-karbonatnyh (tipichnyh) chernozemov i agrochernozemov / I.I. Lebedeva // Pochvovedenie. – 2002. – № 10. – S. 1214–1223.
 9. Lebedeva, I.I. Agrochernozemy kak rezul'tat agrogennoj evolyucii / I.I. Lebedeva, I.E. Koroleva, A.M. Grebennikov // Pochvovedenie v Rossii: vyzovy sovremennosti, osnovnye napravleniya razvitiya. – M., 2012. – S. 200–204.
 10. Ovechkin, S.V. Karbonatnyj profil' i rezhim vlazhnosti migracionno-micelyarnykh chernozemov ekosistem Kurskoj oblasti / S.V. Ovechkin, G.S. Bazykina // Pochvovedenie. – 2011. – № 12. – S. 1475–1486.
 11. Podrezov, P.I. Vliyanie mnogoletnego primeneniya udobrenij na agrohimicheskie svojstva chernozema tipichnogo, urozhajnost' i kachestvo vozdeleyvaemoj na silos kukuruzy / P.I. Podrezov, N.G. Myazin // Vestnik Voronezhskogo GAU. – 2019. – T. 12. – № 4 (63) – S. 105–112.
 12. Skorochkin, Yu.P. Izmeneniya agrohimicheskix pokazatelej chernozema tipichnogo / Yu.P. Skorochkin // Chernozemy Central'noj Rossii: genesis, evolyuciya i problemy racional'nogo ispol'zovaniya. – Voronezh: «Nauchnaya kniga», 2017. – S. 483–486.
 13. Solovichenko, V.D. Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i rost produktivnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur Central'no-Chernozemnogo regiona. / V.D. Solovichenko, S.I. Tyutyunov, G.I. Uvarov – Belgorod: «Otchij kraj», 2012. – 256 s.
 14. Cheverdin, Yu.I. Dinamika izmeneniya svojstv pochv v rezul'tate dlitel'nogo antropogenного vozdeystviya / Yu.I. Cheverdin, O.A. Bogatyh, T.V. Titova i dr. // Nauchno-prakticheskie osnovy sohraneniya i vosproizvodstva plodorodiya pochv CCHZ. – Kamennaya Step', 2008. – S. 26–36.
 15. Shcheglov, D.I. Chernozemy Central'nyh oblastej Rossii: sovremennoe sostoyanie i napravlenie evolyucii / D.I. Shcheglov // Chernozemy Central'noj Rossii: genesis, evolyuciya i problemy racional'nogo ispol'zovaniya. – Voronezh: «Nauchnaya kniga», 2017. – S. 5–18.