

УДК 631.415.12+ 630.114.124

DOI: 10.19047/0136-1694-2023-117-101-117



Ссылки для цитирования:

Сыщиков Д.В., Агурова И.В. Изменение поглотительной способности почв деградированных агроэкосистем Донбасса // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 117. С. 101-117. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-117-101-117

Cite this article as:

Syshchikov D.V., Agurova I.V., Changes in the absorptive capacity of soils of Donbass degraded agroecosystems, Dokuchaev Soil Bulletin, 2023, V. 117, pp. 101-117, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-117-101-117

Изменение поглотительной способности почв деградированных агроэкосистем Донбасса

© 2023 г. Д. В. Сыщиков, И. В. Агурова*

Государственное бюджетное учреждение
“Донецкий ботанический сад”, Россия,
83059, Донецк, пр. Ильича, 110,

*<https://orcid.org/0000-0002-4583-6480>, e-mail: ir.agur@mail.ru.

Поступила в редакцию 05.02.2023, после доработки 29.03.2023,
принята к публикации 10.10.2023

Резюме: Целью работы было изучение качественного и количественного состава почвенно-поглощающего комплекса деградированных земель сельскохозяйственного назначения на территории Донецкой Народной Республики. В основные задачи работы входило изучение суммы обменных оснований, а также обменного кальция и магния деградированных почв. Для исследования почвенного покрова деградированных агроэкосистем были выбраны модельные участки, расположенные в северной части Шахтерского района ДНР, представленные черноземами щебневатыми несмытыми и среднесмытыми. Контролем являлся участок со степной растительностью (чернозем обыкновенный среднесильный среднегумусный). Результаты проведенных исследований поглотительной способности почв агроценозов в целом свидетельствуют о развитии деградационных процессов. Показатель суммы обменных оснований всех изученных почв существенно снижен, по сравнению с зональной почвой, а минимальные значения исследуемого показателя, по

сравнению с контролем, зафиксированы на склоновых участках полей (76.6–81.8% по отношению к контролю). На поле под паром и в контрольном варианте не было установлено статистически достоверных различий между значениями суммы обменных оснований, что, вероятнее всего, связано с отсутствием интенсивной сельскохозяйственной эксплуатации и внесением элементов минерального питания в почву данного участка. В почвах практически всех модельных участков (за исключением поля под паром) содержание обменного кальция снижалось на 27.4–42.7% по сравнению с зональной почвой. При изучении содержания обменного магния установлены закономерности, связанные с его изменением по отношению к обменному кальцию. Так, интенсификация сельскохозяйственного использования почв привела к повышению соотношения магния к кальцию в среднем до 1 : 3, тогда как в контроле оно составляло 1 : 5. Такая трансформация в дальнейшем может негативно отразиться на почвенно-поглощающем комплексе и почве в целом, дальнейшей потере структуры почвы и ряду других отрицательных последствий.

Ключевые слова: деградация, поглощательная способность, сумма обменных оснований, обменный кальций, обменный магний.

Changes in the absorptive capacity of soils of Donbass degraded agroecosystems

© 2023 D. V. Syshchykov, I. V. Agurova *

*State budgetary institution “Donetsk botanical garden”,
110 Illicha Aven., Donetsk 83059, DPR, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0002-4583-6480>, e-mail: ir.agur@mail.ru.

Received 05.02.2023, Revised 29.03.2023, Accepted 10.10.2023

Abstract: The aim of the work was to study the qualitative and quantitative composition of the soil-absorbing complex of degraded soils of agricultural land on the territory of the Donetsk People's Republic (DPR). The main tasks of the work were to study the amount of exchangeable bases, as well as the exchangeable calcium and magnesium of degraded soils. To study the soil cover of degraded agroecosystems, model plots were selected, located in the northern part of the Shakhterskiy region of the DPR, represented by gravelly chernozems unwashed and medium-washed. The site with steppe vegetation (ordinary medium-humus chernozem) was selected as the control variant. The results of studies of soil absorption capacity of agrocenoses in general indicate the development of degradation processes. The sum of the exchangeable bases

of all studied soils is significantly reduced in comparison with the zonal soil, and the minimum values of the studied indicator, compared to the control, are recorded on slope areas of the fields (76.6–81.8% in relation to the control). On the fallow field, no statistically significant differences were found between the values of the sum of exchangeable bases compared to the control, which is most likely due to the lack of intensive agricultural exploitation and the application of mineral nutritive elements to the soil of this site. In the soils of almost all model sites (with the exception of the fallow field), the content of exchangeable calcium decreased by 27.4–42.7% compared to zonal soil. While studying the content of exchangeable magnesium, some regularities have been noticed, which are due to correlation with exchangeable calcium. Thus, the intensification of agricultural soil use resulted in an increased ratio of magnesium to calcium – on average to 1 : 3, while in the control it was 1 : 5. Such a transformation in the future can negatively affect the soil-absorbing complex and the soil as a whole, further loss of soil structure and a number of other negative consequences.

Keywords: degradation, absorptive capacity, sum of exchangeable bases, exchangeable calcium, exchangeable magnesium.

ВВЕДЕНИЕ

Почва – важный природный ресурс, который необходимо сохранять и одновременно улучшать его качество и продуктивную способность. Деградация почв представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв в геосистеме, количественному и/или качественному ухудшению состава, свойств и режимов почв, снижению природно-хозяйственной значимости земель ([Хитров и др., 2007](#)). Как отмечает R. Lal ([Lal, 2001](#)), деградация почв – это биофизический процесс, инициируемый социально-экономическими и политическими условиями. Длительное экстенсивное использование сельскохозяйственных земель без надлежащей системы ухода приводит к существенному изменению свойств почв, в том числе к уменьшению содержания гумуса, водоустойчивых агрегатов, изменению содержания обменного кальция, значений pH, органических форм фосфора ([Мамонтов и др., 2020](#)).

Фундаментальными исследованиями деградации почв в России в основном занимается Почвенный институт им. В.В.

Докучаева. Кроме того, в течение многих десятков лет подобные исследования проводятся Всероссийским НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Северо-Кавказским НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, НИИ сельского хозяйства: Донским, Ставропольским, Ульяновским, Юго-Востока и мн. др. Большой вклад в изучение деградационных и опасных природных процессов вносят ВУЗы страны: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Воронежский государственный университет и др. ([Разумов и др., 2015](#)).

Деградация земель в настоящее время представляет одну из важнейших социально-экономических проблем, создающих угрозу экологической и экономической безопасности Донецкой Народной Республики (ДНР). Несмотря на то, что территория ДНР характеризуется значительным земельным фондом с большим биопродуктивным потенциалом, длительная нерациональная эксплуатация земельных ресурсов без надлежащего учета ландшафтных и почвенно-климатических особенностей привели к усилению деградационных процессов в почвах, их значительной дегумификации и потерям элементов минерального питания растений. Одной из основных причин деградации агроландшафтов является высокое освоение и распаханность территории, наряду с этим в регионе широко распространены смытые сельскохозяйственные угодья. Деградирующие по разным причинам земли составляют 85.8% от общей площади сельскохозяйственных земель, а деградирующие пашни – около 90% общей площади пашни по республике. Такое накопление деградационных признаков до критического состояния, когда они становятся необратимыми, фактически представляет собой “медленную” катастрофу, обусловленную сложившейся системой эксплуатации природных ресурсов, и почв в том числе, общей культурой природопользования при интенсивной эксплуатации почв как постоянного технологического ресурса в технологиях сельского, лесного и некоторых других производств. В сложившейся ситуации особую актуальность приобретают фундаментальные научные исследования, направленные на познание разнообразия процессов деградации почв, выявление причин их возникновения и развития, а также на поиск оптимальных методов защиты почв от деградации.

Одной из существенных составляющих почвенных исследований является изучение поглотительной способности почв, которая играет чрезвычайно важную роль в генезисе почв, формировании их свойств и уровня плодородия. Целью работы было изучение качественного и количественного состава почвенно-поглощающего комплекса (ППК) деградированных почв сельскохозяйственного назначения на территории ДНР. В основные задачи работы входило изучение суммы обменных оснований, а также обменного кальция и магния почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись черноземы обыкновенные и щебневатые. В качестве основного подхода при полевых исследованиях был использован метод ключевых участков – на территориях с характерным сочетанием факторов почвообразования, а также наличием технологических особенностей закладывались почвенные разрезы, и проводилось комплексное описание территории. Исследования проводились на модельных участках северной части Шахтерского района ДНР в 2022 г. Для исследования почвенного покрова деградированных агроэкосистем были выбраны следующие модельные участки, с учетом таких факторов как распространенность типа нарушения в пределах района исследований, степень антропогенной трансформации:

Участок № 1. Участок со степной растительностью (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°11'23.3" N; 38°17'08.9" E). Общее проективное покрытие (ОПП) 95–100%. Доминируют *Festuca valesiaca* Gaud., *Poa compressa* L., *Artemisia austriaca* Jacq., *Bromus quarrussus* L., *Lotus ucrainicus* Klok. Рассеянно встречаются *Odontites vulgaris* Moench, *Medicago romanica* Prod., *Berteroa incana* (L.) DC., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Chondrilla juncea* L., *Asparagus polyphyllus* Stev., *Centaurea diffusa* Lam., *Artemisia absinthium* L., *Linaria genistifolia* (L.) Mill, *Lepidium campestre* (L.) R.Br., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Единично растут *Acillea nobilis* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Potentilla impolita* Wahlenb., *Vicia tenuifolia* Roth, *Echium vulgare* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Salvia officinalis* L., *Tanacetum vulgare* L., *Scorzonera mollis* Bieb.,

Eryngium campestre L., *Cichorium intybus* L., *Echium vulgare* L.,
Daucus carota L.

Разрез № 1. Чернозем обыкновенный среднесиловый среднесуглинистый.

А – 0–27 см. Свежий, темно-бурый однородный, легкосуглинистый, среднесиловый, умеренно плотный. Новообразований и включений не отмечено. Густые корни. Переход в горизонт В ясный, волнистый по цвету.

В – Сухой, светло-каштановый, однородный, легкосуглинистый, среднесиловый, умеренно плотный, каменистость – 15%. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Прослежен до глубины 43 см.

Данный участок рассматривается нами как условный контроль.

Участок № 2. Склоновый участок поля под яровой пшеницей (с. Славное, Шахтерский район, 48°12'45.0" N; 38°19'57.1" E).

Разрез № 2. Чернозем щебневатый среднесиловый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–12 см. Сухой, структурный, темно-бурый, однородный, среднесуглинистый, пылевато-зернистый, уплотненный. Новообразований и включений не отмечено. Много корней. Переход в горизонт В резкий, волнистый по цвету.

В – Сухой, структурный, палево-бурый, однородный, среднесуглинистый, комковато-зернистый, плотный. Отмечаются цветы солей (белесые). Каменистость – 12%. Единичные корни. Прослежен до глубины 37 см.

Участок № 3. Поле под яровой пшеницей первый год после пара (с. Славное, Шахтерский район, 48°12'47.2" N; 38°19'48.8" E).

Разрез № 3. Чернозем щебневатый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–23 см. Свежий, структурный, темно-бурый, однородный, среднесуглинистый, пылевато-зернистый, слабо уплотненный. Новообразований и включений не отмечено. Много корней. Переход в горизонт В ясный, волнистый по цвету.

В – Свежий, структурный, палево-бурый, однородный, среднесуглинистый, комковато-зернистый, плотный. Отмечаются

выцветы солей (белесые). Единичные корни. Прослежен до глубины 43 см.

Участок № 4. Выведенные из сельскохозяйственного использования земли для выгона скота (с. Славное, Шахтерский район, 48°13'06.6" N; 38°20'02.0" E). ОПП 85–90%, доминируют *F. valesiaca*, *Elytrigia repens* (L.), *L. genistifolia*, *A. absinthium*, также представлены *L. ucrainicus*, *D. carota*, *E. vulgare*, *Ambrosia artemisifolia* L., *Verbascum lychnitis* L., *L. genistifolia*.

Разрез № 4. Чернозем щебневатый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–12 см. Сухой, структурный, светло-бурый, однородный, среднесуглинистый, глыбисто-комковатый, слабо уплотненный. Новообразований и включений не отмечено. Густые корни. Переход в горизонт В постепенный, языковатый по цвету.

В – Сухой, структурный, светло-серый, однородный, среднесуглинистый, комковато-зернистый, плотный. Отмечаются выцветы солей (белесые). Редкие корни. Прослежен до глубины 32 см.

Участок № 5. Поле под паром (с. Славное, Шахтерский район, 48°13'19.1" N; 38°20'09.7" E).

Разрез № 5. Чернозем щебневатый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–17 см. Свежий, структурный, буро-черный, однородный, среднесуглинистый, зернисто-порошистый, слабо уплотненный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт В постепенный, волнистый по цвету.

В – Свежий, структурный, серо-черный, однородный, среднесуглинистый, зернистый, плотный. Отмечаются выцветы солей (белесые). Прослежен до глубины 36 см.

Участок № 6. Поле под яровым ячменем (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°10'46.5" N; 38°17'39.1" E).

Разрез № 6. Чернозем щебневатый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–12 см. Сухой, структурный, темно-бурый, однородный, среднесуглинистый, зернистый, слабо уплотненный. Ново-

образований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт В резкий, волнистый по структуре.

В – Сухой, структурный, черный, однородный, среднесуглинистый, плитчатый, плотный. Прослежен до глубины 27 см.

Участок № 7. Поле под яровой пшеницей (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°10'15.2" N; 38°17'36.3" E).

Разрез № 7. Чернозем щебневатый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–35 см. Свежий, структурный, серовато-черный, однородный, среднесуглинистый, зернистый, слабо уплотненный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт В постепенный, размытый по цвету.

В – Свежий, структурный, светло-бурый, однородный, среднесуглинистый, зернистый, плотный. Прослежен до глубины 48 см.

Участок № 8. Склоновый участок поля под яровым ячменем (с. Малоорловка, Шахтерский район, 48°10'04.1" N; 38°17'37.8" E).

Разрез № 8. Чернозем щебневатый среднесмытый на элювии твердых некарбонатных пород.

А – 0–17 см. Сухой, структурный, палево-бурый, однородный, среднесуглинистый, пылевато-зернистый, плотный. Новообразований и включений не отмечено. Единичные корни. Переход в горизонт В постепенный, размытый по цвету.

В – Сухой, структурный, светло-бурый, однородный, среднесуглинистый, зернистый, плотный. Прослежен до глубины 29 см.

Определение видов растений производили согласно Определителю ([Определитель..., 1987](#)), а также с помощью монографических обработок отдельных таксономических групп и интернет-ресурсов.

Описание почвенных разрезов проводили согласно общепринятым методикам ([Методические..., 1999](#); [Розанов, 1983](#)). Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам ([Методы..., 1991](#)).

Определение суммы обменных оснований, содержания обменного кальция и магния проводили общепринятыми методами ([Аринушкина, 1970](#); [Практикум..., 2001](#)). Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по общепринятым методам параметрической статистики при 95%-ном уровне значимости по Б.А. Доспехову ([Доспехов, 1985](#)).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) представляет собой доступное для растений хранилище биофильных катионов, защищенное коллоидной электростатической природой от вымывания атмосферной влагой в грунтовые воды. Суммарное количество всех обменных катионов, за исключением H^+ и Al^{3+} , называют суммой обменных оснований (S), которая также выражается в мг-экв на 100 г почвы ([Куликов, 2012](#)). Значения, полученные в результате изучения суммы обменных оснований в почвах агроценозов, свидетельствуют о различном содержании обменных катионов на всех изученных участках (табл. 1).

Наиболее существенно снижены, по сравнению с контролем, значения суммы обменных оснований на участках под номерами 2 и 8 (76.6–81.8% по отношению к контролю). Этот факт объясняется наихудшими условиями для произрастания растений на этих участках, склоновой поверхностью и, как следствие, – значительным выносом обменных оснований. Между значениями суммы обменных оснований участков № 1 и № 5 статистически достоверных различий зафиксировано не было. Поскольку участок № 5 как элемент схемы севооборота представляет собой поле под паром, где отсутствует вынос основных элементов вследствие отсутствия интенсивной эксплуатации и внесения элементов минерального питания, поэтому и значения суммы обменных оснований существенно не отличались от показателей в контрольном варианте.

Таблица 1. Сумма обменных оснований (мг-экв/100 г почвы) в почвах сельскохозяйственных угодий

Table 1. Amount of exchangeable bases (mg-eq/100 g of soil) in agricultural soils

Участок / горизонт	M ± m	% к контролю	Tst
№ 1 А	44.72 ± 0.13	—	—
№ 1 В	41.53 ± 0.09	—	—
№ 2 А	36.57 ± 0.14*	81.8	42.7
№ 2 В	32.61 ± 0.11*	78.5	62.8
№ 3 А	40.06 ± 0.19*	91.8	15.9
№ 3 В	37.03 ± 0.13*	89.2	28.5
№ 4 А	38.91 ± 0.17*	87.0	27.2
№ 4 В	34.56 ± 0.14*	83.2	41.9
№ 5 А	43.89 ± 0.37	98.1	2.1
№ 5 В	40.92 ± 0.29	98.5	2.0
№ 6 А	39.86 ± 0.13*	89.1	26.4
№ 6 В	37.72 ± 0.18*	90.8	18.9
№ 7 А	40.15 ± 0.23*	89.8	17.3
№ 7 В	37.21 ± 0.15*	89.6	24.7
№ 8 А	34.85 ± 0.22*	77.9	38.6
№ 8 В	31.81 ± 0.17*	76.6	50.5

Примечание. В этой и других таблицах статьи М – среднее значение признака, m – ошибка среднего, % – процент превышения значений по отношению к аналогичным почвенным горизонтам участка № 1, * – различия статистически достоверны при $p < 0.05$.

Note. Here and after M – mean value of the indicator, m – error of the mean, % – percentage of exceeding values in relation to similar soil horizons of site No. 1, * – differences are statistically reliable at $p < 0.05$.

Участки №№ 3, 6, 7 отличались пониженными значениями суммы обменных оснований, по отношению к контролю показатели были снижены в среднем на 8.2–10.9%. Для участка № 4 зафиксировано снижение значений суммы обменных оснований по сравнению с контрольным участком на 13–17%. Несмотря на вытаптывание и “выведенность” из сельскохозяйственного использования на нем, по сравнению с участками №№ 2 и 8, сформиро-

ваны более благоприятные условия для выращивания сельскохозяйственных культур. По сравнению с нижележащим горизонтом в пахотном горизонте почв всех изученных модельных участков значения суммы обменных оснований выше.

Обменные катионы непосредственно влияют на поверхностные свойства почвенных частиц, поэтому от того, какие катионы и в каком количестве находятся в обменном состоянии, зависят характер почвенной структуры, водно-физические и физико-механические свойства почв ([Девятова и др., 2020](#)). Так, обменный натрий оказывает негативное влияние на физические и физико-механические свойства почв. По мере увеличения доли натрия в составе обменных катионов усиливается разрушение почвенной структуры, возрастают пептизация тонкодисперсных частиц, набухание, пластичность и липкость почвы, снижаются пористость, особенно некапиллярная, и скорость фильтрации. Неблагоприятные физические свойства также имеют почвы с высоким содержанием обменного водорода, который способствует распаду почвенной массы. В отличие от одновалентных катионов обменный кальций оказывает на физические свойства почвы прямо противоположное влияние – этот элемент служит главным действующим веществом химических мелиорантов (извести, гипса), используемых при улучшении кислых и щелочных почв. Обменный магний при невысоком его содержании в почве (до 40% от ЕКО) влияет на физические свойства почвы аналогично обменному кальцию ([Карпачевский, 1997](#)). Если ППК насыщен кальцием, то коллоиды коагулируют, и при наличии гумусовых веществ почва становится структурной ([Азизов, 2018](#)).

При изучении содержания обменного кальция в почве контрольного участка (чернозема) установлено, что количество обменного кальция составляло 79.9–80.5% от общего содержания обменных оснований, что хорошо согласуется с литературными данными по изучению суммы обменных оснований в черноземах (табл. 2).

На участках №№ 2–4, 6–8 количество обменного кальция составляло 59.7–65.2% по отношению к общей сумме обменных оснований. За счет интенсификации деградационных процессов, в особенности на участках №№ 2 и 8 (склоновой поверхности мо-

дельных участков), идет постепенное вытеснение обменного кальция, место которого занимает магний, соответственно, количество последнего увеличивается. Происходящие процессы такой трансформации могут негативно отразиться на почвенно-поглощающем комплексе и на почве в целом и приводить к дальнейшей потере структуры почвы и ряду других отрицательных последствий. Не было зафиксировано статистически достоверных различий между значениями содержания обменного кальция на участках №№ 1 и 5, так, на участке № 5 содержание кальция составляло 79.6–80.1% по отношению к общей сумме обменных оснований. Данный участок можно считать с большой долей вероятности благоприятным для дальнейшего возделывания сельскохозяйственных культур.

Таблица 2. Содержание обменного кальция (мг-экв/100 г почвы) в почвах сельскохозяйственных угодий

Table 2. Exchangeable calcium content (mg-eq/100 g of soil) in agricultural soils

Участок/ горизонт	M ± m	% к контролю	Tst
№ 1 A	36.0 ± 0.14	—	—
№ 1 B	33.18 ± 0.18	—	—
№ 2 A	22.79 ± 0.23*	63.3	49.1
№ 2 B	19.47 ± 0.18*	58.7	53.9
№ 3 A	26.14 ± 0.15*	72.6	48.1
№ 3 B	23.13 ± 0.22*	69.7	35.4
№ 4 A	25.12 ± 0.18*	69.8	47.7
№ 4 B	22.31 ± 0.14*	67.2	47.7
№ 5 A	35.17 ± 0.38	97.7	2.0
№ 5 B	32.58 ± 0.29	98.2	1.8
№ 6 A	25.92 ± 0.16*	72.0	47.4
№ 6 B	22.58 ± 0.22*	68.1	37.3
№ 7 A	25.67 ± 0.14*	71.3	52.2
№ 7 B	22.78 ± 0.19*	68.7	39.7
№ 8 A	22.42 ± 0.26*	62.3	46.0
№ 8 B	19.01 ± 0.29*	57.3	41.5

При изучении содержания обменного магния установлены закономерности, связанные с его изменением по отношению к обменному кальцию на различных модельных участках. Соотношение магния к кальцию на контрольном участке в среднем – 1 : 5, что согласуется с литературными данными по изученности содержания обменного магния и кальция в ППК почв агроценозов. Такая же закономерность характерна и для участка № 5, где создаются благоприятные условия для роста сельскохозяйственных культур и для почвы в целом (табл. 3).

Таблица 3. Содержание обменного магния (мг-экв./100 г почвы) в почвах сельскохозяйственных угодий

Table 3. Exchangeable magnesium content (mg-eq./100 g of soil) in agricultural soils

Участок/ горизонт	M ± m	% к контролю	Tst
№ 1 А	7.14 ± 0.08	–	–
№ 1 В	6.38 ± 0.04	–	–
№ 2 А	7.61 ± 0.11*	106.6	3.46
№ 2 В	6.57 ± 0.09	103.0	1.92
№ 3 А	7.47 ± 0.03*	104.6	3.86
№ 3 В	6.75 ± 0.08*	105.8	4.14
№ 4 А	6.92 ± 0.11	96.9	1.62
№ 4 В	6.25 ± 0.14	98.0	0.89
№ 5 А	6.83 ± 0.17	95.7	1.65
№ 5 В	6.42 ± 0.09	100.6	0.41
№ 6 А	7.67 ± 0.22*	107.4	2.26
№ 6 В	6.83 ± 0.18*	107.1	2.44
№ 7 А	7.43 ± 0.09*	104.1	2.41
№ 7 В	6.68 ± 0.04*	104.7	5.3
№ 8 А	7.83 ± 0.13*	109.7	4.52
№ 8 В	6.95 ± 0.14*	108.9	3.91

Распашка и эксплуатация почв, как на остальных модельных участках (участки №№ 2–4, 6–8), приводит к коренному изменению соотношения кальция и магния в ППК. Это касается как пахотного, так и подпахотного горизонтов. В среднем соотношение магния к кальцию изменяется в сторону 1 : 3, а для участка № 8 достигает критически низкого соотношения 1 : 2.9, 1 : 2.7 (для горизонтов А и В соответственно), что в будущем может привести к кардинальным негативным последствиям. В данном случае такое повышение содержания обменного магния с одновременным снижением обменного кальция мы рассматриваем как существенный элемент химической деградации почв, вызванной сельскохозяйственной деятельностью человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований поглотительной способности почв агроценозов в целом свидетельствуют о начале деградационных процессов, которые впоследствии могут приводить к существенным, коренным изменениям почв и выведению их из севооборота. Показатель суммы обменных оснований существенно отличается от значений контрольного участка, а наиболее снижены значения суммы обменных оснований, по сравнению с контролем, на участках №№ 2 и 8 (76.6–81.8% по отношению к контролю). Этот факт объясняется наихудшими условиями для произрастания растений на этих участках, склоновой поверхностью и как следствие – значительным выносом обменных оснований. Кроме того, как показали наши исследования, обеднение почвы кальцием на большинстве модельных участков с ростом интенсификации земледелия приводит к перераспределению обменных оснований в составе почвенно-поглощающего комплекса. Повышение значений обменного магния хоть на данный момент и не является существенным, но в дальнейшем может привести к формированию негативного магниевого засоления, а снижение значений обменного кальция – к потере структурированности почвенных агрегатов, их трансформации. Такие негативные процессы химической деградации почв могут в будущем вызвать трансформацию функций почв, снижению их плодородия, ухудшению ка-

чества сельскохозяйственной продукции и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азизов З.М.* Кислотность чернозема южного и урожайность озимой пшеницы при разных приемах основной обработки почвы и удобрений в севообороте // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 2. С. 35–42.
2. *Ариунушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
3. *Девятова Т.А., Божко С.Н., Горбунова Ю.С.* Изменение поглотительной способности почв по элементам рельефа балочных водосборов ЦЧР // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2020. Т. 20. № 3. С. 385–392. DOI: [10.17308/sorpchrom.2020.20/2875](https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2875).
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Изд-во “Агропромиздат”, 1985. 351 с.
5. *Карпачевский Л.О.* Динамика свойств почв. М.: Изд-во “Геос”, 1997. 170 с.
6. *Куликов Я.К.* Почвенные ресурсы. Минск: Изд-во “Высшая школа”, 2012. 409 с.
7. *Мамонтов В.Г., Артемьева З.С., Лазарев В.И., Родионова Л.П., Крылов В.А., Ахмедзянова Р.Р.* Сравнительная характеристика свойств целинного, пахотного и залежного чернозема типичного Курской области // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2020. Вып. 101. С. 182–201. DOI: [10.19047/0136-1694-2020-101-182-201](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-182-201).
8. Методические рекомендации по морфологическому описанию почв / сост. *А.Г. Дюкарев, Н.Н. Пологова, Л.И. Герасько*. Томск: Изд-во “СО РАН”, 1999. 39 с.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. *Д.Г. Звягинцева*. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
10. Определитель высших растений Украины / *Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин* и др. К.: Изд-во “Наукова думка”, 1987. 548 с.
11. Практикум по агрохимии / под ред. *В.Г. Минеева*. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
12. *Разумов В.В., Молчанов Э.Н., Разумова Н.В., Братков В.В.* К проблеме изучения воздействия деградационных и опасных природных процессов на сельскохозяйственные земли России // *Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2015. Вып.80. С. 50–70. DOI: [10.19047/0136-1694-2015-80-50-70](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2015-80-50-70).
13. *Розанов Б.Г.* Морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1983. 320 с.

14. Хитров Н.Б., Иванов А.Л., Завалин А.А., Кузнецов М.С. Проблемы деградации, охраны и пути восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения // Научные и образовательные аспекты развития АПК. Вестник Орел ГАУ. 2007. Т. 6. С. 29–32.
15. Lal R. Soil degradation by erosion // Land Degrad. Dev. 2001. Vol. 12. P. 519–539.

REFERENCES

1. Azizov Z.M., Kislotsnost' chernozema yuzhnogo i urozhainost' ozimoi pshenitsy pri raznykh priemakh osnovnoi obrabotki pochvy i udobrenii v sevooborote (The acidity of southern chernozem and the yield of winter wheat at different methods of basic tillage and fertilizers in crop rotation), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2018, No. 2, pp. 35–42.
2. Arinushkina E.V. *6 Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* (Soil Chemical Analysis Guide), Moscow: Izd-vo MGU, 1970, 487 p.
3. Devyatova T.A., Bozhko S.N., Gorbunova Yu.S., *Izmenenie poglotitel'noi sposobnosti pochv po elementam rel'efa balochnykh vodosborov TsChR* (Changes in the absorptive capacity of soils by relief elements of gully catchments of the Central Chernozem region), *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 2020, Vol. 20, No. 3, pp. 385–392, DOI: [10.17308/sorpchrom.2020.20/2875](https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2875).
4. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Izd-vo "Agropromizdat", 1985, 351 p.
5. Karpachevskii L.O., *Dinamika svoystv pochv* (Dynamics of soil properties), Moscow: Izd-vo "Geos", 1997, 170 p.
6. Kulikov Ya.K., *Pochvennye resursy: uchebnoe posobie* (Soil resources: study guide), Minsk: Izd-vo "Vysshaya shkola", 2012, 409 p.
7. Mamontov V.G., Artem'eva Z.S., Lazarev V.I., Rodionova L.P., Krylov V.A., Akhmedzyanova R.R., *Sravnitel'naya kharakteristika svoystv tselinnogo, pakhotnogo i zalezhnogo chernozema tipichnogo Kurskoi oblasti* (Comparative characteristics of the properties of virgin, arable and fallow chernozem typical of the Kursk region), *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, Vol. 101, pp. 182–201, DOI: [10.19047/0136-1694-2020-101-182-201](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-182-201).
8. Dyukarev A.G., Pologova N.N., Geras'ko L.I. (Compilers), *Metodicheskie rekomendatsii po morfologicheskomu opisaniiyu pochv* (Guidelines for the morphological description of soils), Tomsk: Izd-vo "SO RAN", 1999, 39 p.

9. Zvyagintseva D.G. (Ed.), *Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii* (Methods of soil microbiology and biochemistry), Moscow: Izd-vo MGU, 1991, 304 p.
10. Dobrochaeva D.N., Kotov M.I., Prokudin Yu.N. et al., *Opredelitel' vysshikh rastenii Ukrainy* (Key to higher plants of Ukraine), Kiev: Izd-vo "Naukova dumka", 1987, 548 p.
11. Mineeva V.G. (Ed.), *Praktikum po agrokhimii* (Workshop on agricultural chemistry), Moscow: Izd-vo MGU, 2001, 689 p.
12. Razumov V.V., Molchanov E.N., Razumova N.V., Bratkov V.V., K probleme izucheniya vozdviystviya degradatsionnykh i opasnykh prirodnykh protsessov na sel'skokhozyaistvennye zemli Rossii (To the problem of studying the impact of degradation and dangerous natural processes on the agricultural lands of Russia), *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2015, Vol. 80, pp. 50–70, DOI: [10.19047/0136-1694-2015-80-50-70](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2015-80-50-70).
13. Rozanov B.G., *Morfologiya pochv* (Soil morphology), Moscow: Isd-vo MGU, 1983, 320 p.
14. Khitrov N.B., Ivanov A.L., Zavalin A.A., Kuznetsov M.S., Problemy degradatsii, okhrany i puti vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (Problems of degradation, protection and ways to restore the productivity of agricultural land), *Nauchnye i obrazovatel'nye aspekty razvitiya APK, Vestnik Orel GAU*, 2007, Vol. 6, pp. 29–32.
15. Lal R., Soil degradation by erosion, *Land Degrad. Dev.*, 2001, Vol. 12, pp. 519–539.