

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЙОДА В ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ

Н.С. Горбунова¹, к.б.н., Е.В. Куликова², к.б.н.

¹ Воронежский государственный университет (ВГУ),
394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1, Россия, e-mail: vilian@list.ru

² Воронежский государственный аграрный университет,
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, Россия, e-mail: melior-agronomy@inbox.ru

Рассмотрены особенности трансформации чернозёмов выщелоченных под влиянием распашки и орошения. Показано изменение основных химических и физико-химических свойств исследуемых почв. Изучены особенности миграции йода в зависимости от вида антропогенного воздействия. Под действием распашки, а особенно орошения, происходят усиление минерализации органического вещества и потеря содержания гумуса, подкисление реакции почвенного раствора. Водород гидролитической кислотности замещает обменный кальций в составе ППК. Интенсивная распашка и орошение уменьшают валовое содержание и количество водорастворимых соединений йода. Микроэлемент безвозвратно выносится с урожаем сельскохозяйственных культур. Отмечается недостаточное содержание водорастворимых форм соединений галогена.

Ключевые слова: мелиорация, орошение, чернозёмы выщелоченные, йод, галоген.

Для цитирования: Горбунова Н.С., Куликова Е.В. Влияние орошения на особенности поведения йода в чернозёмах выщелоченных // Плодородие. – 2021. – №5. – С. 68-70. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.17.

Интенсификация сельского хозяйства предусматривает применение различных мелиоративных приемов, в том числе орошение. Главное нарушение, приводящее к деградации почвенного покрова [2, 11], – несоблюдение научно обоснованных рекомендаций. Важной особенностью процесса орошения является то, что с поливными водами происходит дополнительное поступление многих макро- и микроэлементов в почвенный покров. Со временем процесс может приводить к их накоплению в почвенном поглощающем комплексе (ППК), миграции вниз по профилю и закреплению в более глубоких горизонтах, а иногда к поступлению в грунтовые воды.

Изучение валового содержания и водорастворимых соединений большинства элементов, в том числе йода – важное направление исследований с точки зрения не только почвоведения и агрохимии, но и биогеохимии и экологии. Йод необходим для растительных и живых организмов [5-7]. Естественным источником галогена являются преимущественно моря и океаны, территории, расположенные вдали от этого природного источника часто испытывают дефицит данного элемента [8]. На содержание галогена влияют и почвообразующие породы [7], особенно обогащенные карбонатами. При участии карбонатов почвенного раствора образуются крайне малорастворимые соединения: PbI_2 , $Cu(IO_3)_2$, $Ni(IO_3)_2$ [4]. Среди биогеохимических барьеров, участвующих в миграции галогена, особое место занимают органогенные горизонты. В них происходит адсорбция элемента и перевод его в недоступное состояние [3-7, 9]. В настоящее время наблюдается загрязнение окружающей среды радиоактивными изотопами йода, которое связано не только с появлением атомной энергетики, но и с испытанием ядерного оружия [5].

Цель нашей работы – изучить влияние интенсивного ведения сельскохозяйственного производства с применением орошения на основные химические, физико-химические показатели чернозёмов выщелоченных, а также на особенности накопления и миграцию валового содержания йода и его водорастворимых соединений.

Методика. Объектом исследования послужили чернозёмы выщелоченные среднемошные мало- и среднегумусные тяжелосуглинистые Хлевенского района Липецкой области (ООО «Гербуны-Агро»). На трех участках (залежь, пашня без орошения и орошаемая пашня) закладывали почвенные разрезы, вскрывающие почвообразующую породу – покровные карбонатные тяжелые суглинки. Отбор почвенных образцов проводили с глубины: 0-10, 20-30, 140-150 см. Химические и физико-химические показатели почвы определяли по общепринятым методикам [10]. Валовое содержание йода устанавливали кинетическим роданидно-нитритным методом по Г.Ф. Проскуряковой, водорастворимые соединения – в водной вытяжке, соотношение почва : вода (=1:5) тем же методом [1]. Вариационно-статистическая обработка проводилась с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. По степени минерализации используемая вода для орошения относится к пресной (содержание солей $< 0,4 \pm 0,09$ г/л), тип засоления – гидрокарбонатно-кальциевый, поскольку среди катионов преобладает Ca^{2+} , анионов – HCO_3^- . В поливной воде исследуемый галоген не обнаружен, вследствие прочного удержания микроэлемента тонкодисперсной фракций почвообразующих пород.

Исследуемые чернозёмы выщелоченные залежного участка относятся к среднегумусным, содержание гумуса в них достигает $7,15 \pm 0,19\%$. Вниз по профилю всех изучаемых почв происходит постепенное снижение количества органического вещества с минимальным содержанием в почвообразующей породе (рис. 1а), где отсутствуют биологические процессы, приводящие к формированию гумуса. Интенсивная распашка и орошение усиливают процессы минерализации органического вещества, что приводит к снижению содержания гумуса до $5,04 \pm 0,57\%$. Чернозёмы выщелоченные деградируют в малогумусные. Орошение влияет на характер распределения гумуса по профилю. На рисунке 1а видно более постепенное распределение органического вещества вниз по почвенному профилю.

Изучаемые черноземы выщелоченные в верхнем горизонте имеют нейтральную и слабокислую реакцию почвенного раствора, pH составляет $6,8 \pm 0,5$ (рис. 1 б). Гидролитическая кислотность не превышает $1 \pm 0,11$ смоль (экв)/кг. При распахке и орошении реакция почвенного раствора смещается в сторону подкисления, а гидролитическая кислотность возрастает до $3,4 \pm 0,31$ смоль (экв)/кг. Это явление объясняется тем, что при распахке и орошении дополнительное количество обменного H^+ способно проникать в ППК,

вытесняя из него обменный Ca^{2+} . Данное положение подтверждают результаты содержания обменных катионов $Ca^{2+} + Mg^{2+}$, их сумма на залежном участке составляет $41,5 \pm 1,6$ смоль (экв)/кг, а при орошении снижается до $32,3 \pm 3,7$ смоль (экв)/кг. Вниз по почвенному профилю происходит постепенное подщелачивание почвенного раствора (рис. 1 б) за счет влияния карбонатов материнских пород. При щелочной реакции почвенного раствора гидролитическая кислотность полностью исчезает.

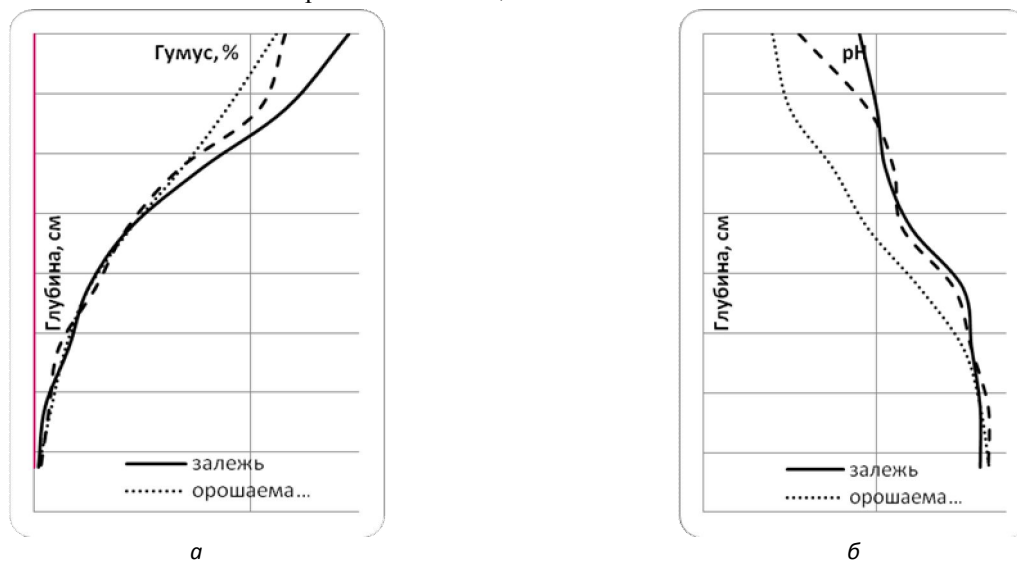


Рис. 1. Профильное распределение в черноземах выщелоченных при различном использовании:
а - гумуса, б - pH почвенной суспензии

При интенсивном ведении сельскохозяйственного производства происходит ряд изменений физико-химических показателей почв, ведущих к изменениям в процессах фиксации йода [3]. Согласно полученным данным, максимальное валовое содержание йода приурочено к верхнему гумусовому горизонту черноземов выщелоченных залежного участка и составляет $5,01 \pm 0,21$ мг/кг. Далее в порядке убывания следуют гумусовые горизонты черноземов богарного ($3,44 \pm 0,18$ мг/кг) и орошаемого ($3,27 \pm 0,19$ мг/кг) участков. По данным ряда авторов для изучаемого галогена характерна не только адсорбция органическим веществом, но и хемосорбция. Йод связывается преимущественно гуминовыми кислотами, которыми обогащены почвы черноземного ряда [4]. Результаты корреляционного анализа также подтвердили высокую связь зависимости накопления йода от содержания органического вещества: $r = 0,91 \pm 0,07$ (залежь), $r = 0,84 \pm 0,10$ (неорошаемая пашня), $r = 0,83 \pm 0,09$ (орошаемая пашня).

Вниз по профилю исследуемых почв валовое содержание йода постепенно уменьшается вслед за уменьшением количества органического вещества (рис. 2 а). По данным ряда авторов [4, 8, 9], помимо гумусовых горизонтов хорошей поглощательной способностью к йоду обладают иллювиальные горизонты, обогащенные тонкодисперсной минеральной фракцией. Полученные данные подтверждают это положение. На рисунке 1а видно, что вслед за постепенным уменьшением валового содержания йода, на уровне залегания иллювиального горизонта В, отмечается накопление элемента. Кроме того, следует отметить йодфиксирующую способность легкорастворимых солей, которые в выщелоченных черноземах могут встречаться на глубине залегания почвообразующих пород.

Водорастворимого йода в черноземах выщелоченных крайне мало. Его количество от валового содержания составляет 0,88-2,40%. Максимальное количество водорастворимого йода отмечается в верхнем гумусовом горизонте залежных черноземов и составляет $0,09 \pm 0,017$ мг/кг. В почвах пашни его меньше ($0,06 \pm 0,014$ мг/кг), самое минимальное содержание водорастворимого йода в орошаемом черноземе ($0,04 \pm 0,015$ мг/кг).

Уменьшение содержания микроэлемента в пахотных черноземах связано с потреблением данного элемента растениями. Что касается орошаемого участка, то известно, что водный режим почв также является одним из ведущих факторов, определяющих миграцию йода, особенно его водорастворимых соединений. Данное явление объясняет достоверное уменьшение содержания микроэлемента в орошаемых черноземах и более равномерное его профильное распределение (рис. 2 б). Большинство солей йода хорошо растворимы в воде и мигрируют вниз по почвенному профилю, что подтверждается нашими исследованиями.

Выводы. Интенсивное вовлечение черноземов в сельскохозяйственное производство приводит к изменению их морфологических особенностей, химических, физико-химических свойств. В исследуемых черноземах выщелоченных интенсивная распахка и многолетнее орошение способствовали уменьшению содержания гумуса в верхнем распахиваемом слое. Черноземы трансформировались из средне- в малогумусные. Реакция среды изменилась и стала более кислой, что связано с включением обменного водорода в состав ППК. Трансформация общих свойств черноземов повлияла на изменение в профильном распределении валового содержания йода и его водорастворимых соединений.

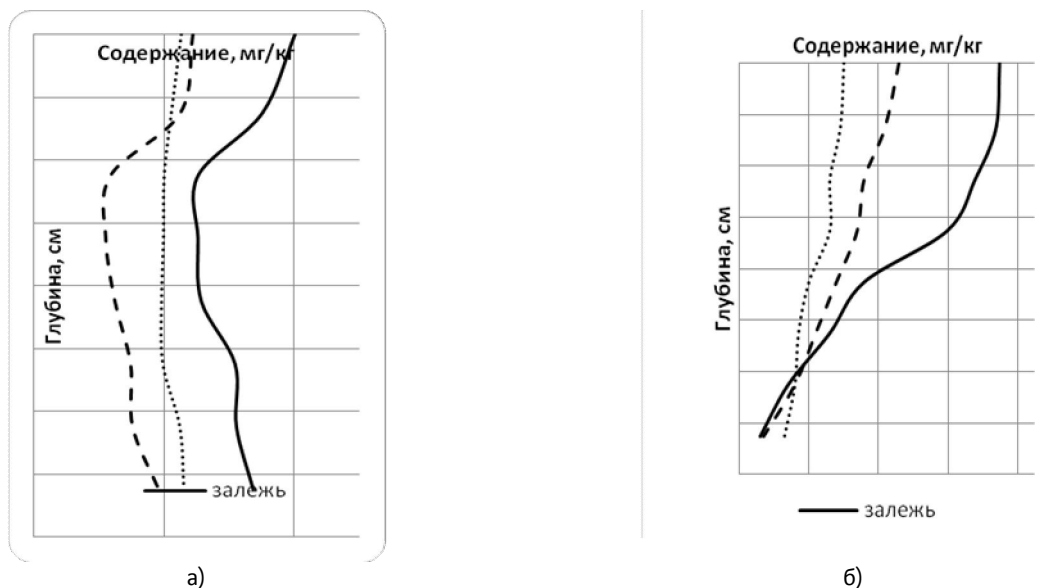


Рис. 2. Профильное распределение в черноземах выщелоченных:
а - валового содержания; б - водорастворимых соединений йода

Распределение валового содержания йода в профиле исследуемых черноземов выщелоченных зависит как от химических особенностей галогена, так и от физико-химических свойств почв. На профильное распределение йода сильно влияют органическое вещество, которое обладает сорбирующим действием на микроэлемент, а также илстая фракция почв.

Водорастворимые соединения галогена более подвижны, на их миграцию сильное влияние оказывает водный режим почв. Орошение изменяет профильное распределение микроэлемента, вынося его из верхних горизонтов вниз по почвенному профилю в более глубокие слои. В целом распашка и орошение приводят к потере как валового содержания йода, так и его водорастворимых соединений.

Исследуемые черноземы выщелоченные хорошо обеспечены валовым содержанием йода, но, связанный органическим веществом и сорбируемый илистой фракцией почв, он прочно удерживается в почвенном поглощающем комплексе и мало доступен растениям. В водорастворимую форму, доступную растениям, переходит очень незначительное количество исследуемого микроэлемента. С точки зрения обеспеченности почв, изучаемые черноземы выщелоченные испытывают недостаток водорастворимого йода. Поэтому на исследуемых почвах целесообразно применение комплекса микроудобрений, содержащих йод.

Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв.* – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. *Бородычев, В.В.* Особенности агротехники зерновой кукурузы на орошаемых землях нижнего Поволжья / В.В. Бородычев, Н.Н. Дубенок, А.Е. Новиков, Г.В. Коновалова // *Плодородие.* – 2016. – №1. – С. 35-37.
3. *Конарбаева, Г.А.* Поглощительная способность серой лесной почвы по отношению к йоду / Г.А. Конарбаева, В.Н. Якименко // *Агрохимия.* – 2019. – №2. – С. 52-59.
4. *Конарбаева, Г.А.* Пространственно-генетические особенности распределения йода в почвах Западной Сибири / Г.А. Конарбаева, Б.А. Смоленцев // *Агрохимия.* – 2018. – №7. – С. 85-96.
5. *Коробова, Е.М.* Йод в почвах и картофеле личных подсобных хозяйств Брянской и Гомельской областей, расположенных в зоне воздействия аварии на ЧАЭС / Е.М. Коробова, В.Ю. Берёзкин, Н.В. Корсакова, Л. В. Кругман, С. Л. Романов, В. С. Баранчуков // *Почвоведение.* – 2019. – №10. – С. 1234-1242.
6. *Котова, З.П.* Влияние подкормки йодистым калием на продуктивность и качество клубней картофеля / З.П. Котова, Т.А. Данилова, А.И. Иванов // *Плодородие.* – 2021. – №1(118). – С. 23-26.
7. *Панасин, В.И.* Агрохимические особенности распределения йода в почвах агроландшафтов Калининградской области / В.И. Панасин, М.И. Вихман, Д.С. Чечулин, Д.А. Рымаренко // *Плодородие.* – 2021. – №1(106). – С. 31-35.
8. *Перельман, А.И.* Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрель, 2000. – 768 с.
9. *Протасова, Н.А.* Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Ba, Sr, B, I, Mo) в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья / Н.А. Протасова, А.П. Щербаков. – Воронеж: Изд-во ВоронежГУ, 2003. – 368 с.
10. *Щеглов, Д.И.* Основы химического анализа почв / Д.И. Щеглов, А.И. Громовик, Н.С. Горбунова. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019. – 332 с.
11. *Щедрин, В.Н.* Влияние регулярного и циклического видов орошения на почвенное плодородие и продуктивность чернозема обыкновенного Азовской оросительной системы / В.Н. Щедрин // *Почвоведение.* – 2016. – №2. – С. 249-256.

INFLUENCE OF IRRIGATION ON THE FEATURES OF IODINE BEHAVIOR IN LEACHED CHERNOZEMS

N.S. Gorbunova¹, E.V. Kulikova²

¹Senior Lecturer, Ph.D., Candidate of Biological Sciences, Voronezh State University, 394018, Voronezh, Universitetskaya Sq., 1, VSU, Biomedical Faculty, vilian@list.ru

²Associate Professor, Ph.D., Candidate of Biological Sciences, Voronezh State Agrarian University, 394087, Voronezh, st. Michurina, 1, VSAU, Faculty of Land Management and Cadastre, melior-agronomy@inbox.ru

The article discusses the features of the transformation of leached chernozems under the influence of plowing and irrigation. The change in the basic chemical and physicochemical properties of the studied soils is shown. The features of iodine migration were studied depending on the type of anthropogenic impact. Under the influence of plowing, and especially irrigation, there is an increase in the mineralization of organic matter and a loss of the percentage of humus, acidification of the reaction of the soil solution. Hydrolytic acidity hydrogen replaces exchangeable calcium in the SAC. Intensive plowing and irrigation reduce the total content and amount of water-soluble iodine compounds. The trace element is irrevocably taken out with the harvest of agricultural crops. An insufficient content of water-soluble forms of halogen compounds is noted. Key words: melioration, irrigation, leached chernozems, iodine, halogen.