

7. *Хекало, С.И.* Потребности растений с разным размером семян в плотности строения и структурном составе посевного слоя почвы / С.И. Хекало // Вестник аграрной науки. – 2014. – № 4. – С. 73–76.

8. *Dexter, A.R.* A method for prediction of soil penetration resistance / A.R. Dexter, E.A. Czyż, O.P. Gałe // Soil and Tillage Research. – 93. – 2007. – С. 412–419.

ASSESSMENT OF AGROPHYSICAL STATE THE OF SOIL AFTER SEEDBED PREPARATION BY SOIL PENETRATION RESISTANCE

A.L. Borodin

Summary

Penetration resistance of dark gray podzolic soil and typical heavy-loamy chernozem was measured after traditional presowing tillage (by cultivator KTS 6 to a depth of 6–8 cm), presowing tillage by experimental tool in a production conditions and in a model microfield experiment with manually created optimum agrophysical parameters of seed layer. For dark gray podzolic soil the optimum parameters of penetration resistance during 2013–2014 was observed in all cases in a layer of 0–12 cm. In 2015 the optimal penetration resistance values were observed only in the layer of 0–5 cm. For typical heavy-loamy chernozem optimal values of penetration resistance is observed at depth of seedbed preparation in a layer of 0–8 cm. In the case of forming the optimal agrosoil parameters by presowing tillage its influence can be maintained throughout the growing season. Regression models allowing by results of penetration resistance and moisture determination with certain probability to establish its bulk density are proposed.

Поступила 21.03.16

УДК 631.4:631.6

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В ПОСТИРРИГАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Л.И. Воротынцева

*Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского,
г. Харьков, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

В контексте изменений климата, которые наблюдаются в последние годы в мировом масштабе, орошение является одним из факторов повышения стабильности сельскохозяйственного производства, получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур, устранения зависимости и адаптации

к погодно-климатическим условиям. Засушливость климата и возрастающий дефицит влагообеспеченности приумножают риски, связанные с экологической, продовольственной безопасностью Украины, снижением продуктивности земель [1]. Глобальной экологической проблемой, которая связана с изменениями климата и отмечается во всех природных зонах мира, является опустынивание. Согласно конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, этот термин определяется как «деградация земель в аридных, полуаридных и засушливых областях земного шара, вызванная как деятельностью человека (антропогенными причинами), так и природными факторами и процессами [2]. Причиной «климатического опустынивания» является аридизация вследствие чрезмерного снижения влажности воздуха из-за увеличения температуры и низкого количества осадков.

Для условий Украины очевидными могут быть процессы аридизации почв зоны Лесостепи и Степи вследствие изменения температурных показателей, роста дефицита влагообеспеченности, что приведет к снижению агропотенциала почвы, нарушению ее экологических, продуктивных функций, изменению водного, и связанных с ним солевого, воздушного, биологического режимов, что в конечном счете отразится на плодородии почв. По данным экспертов Организации Объединенных Наций, борьба с деградацией почв и глобальная продовольственная безопасность являются одними из ключевых проблем мирового масштаба. Поэтому в контексте климатических изменений, в Украине для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного производства, увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур на современном этапе важным аспектом является разработка стратегических планов по развитию и восстановлению орошения. На сегодняшний день около 40% всего мирового продовольственного запаса получают с орошаемых сельскохозяйственных земель [3].

В 70-80-е годы прошлого столетия в Украине выполнен большой объем работ по строительству оросительных систем, и площадь орошаемых земель составляла 2,6 млн га. При этом продуктивность орошаемых земель была в 2–3 раза выше, чем богарных, и они выполняли роль гаранта продовольственной безопасности страны.

Реформирование аграрного производства привело к смене формы собственности на землю, распаеванию орошаемых земель и появлению мелкоконтурности участков, что затрудняет их обслуживание и использование, а также к нарушению целостности внутри- и межхозяйственной сети. За последние 25 лет площадь орошаемых земель уменьшилась и, по данным Государственного агентства водных ресурсов Украины, в 2014 г. она составляла 1,77 млн га (без АР Крым), но при этом фактически поливалось 477 тыс. га. Причиной этого является целый ряд причин организационно-экономического характера, связанных с сокращением капиталовложений в водохозяйственный комплекс. В Донецкой и Херсонской областях, которые являются объектами наших исследований, по состоянию на 01.01.2014 г. площадь орошаемых земель составляла 122,3 тыс. га и 426,8 тыс. га соответственно. Но при этом фактически поливалось 7,8 тыс. га и 291,5 тыс. га соответственно, а остальные земли считаются неофициально выведенными из орошения, которые временно не поливаются.

По данным проведенной инвентаризации орошаемых земель Украины, площади, которые можно поливать без дополнительных капиталовложений, состав-

ляют 580 тыс. га, а площади, на которых возможно восстановить мелиоративные системы – 733 тыс. га. Проведение этих работ потребует материальных и технических капиталовложений, источником которых могут быть инвестиционные и кредитные ресурсы. Необходима разработка стратегии дальнейшего развития ирригации земель с учетом современных научно-методических подходов и критериев, оценки эколого-агроекологического состояния земель, качества воды, внедрение системного, интегрированного подхода в управлении водными и земельными ресурсами. Орошение в Украине должно обеспечивать высокоэффективное, экологически безопасное использование орошаемых земель путем разработки и реализации комплекса мероприятий по управлению их плодородием.

Поэтому с целью обеспечения устойчивого развития водохозяйственного комплекса и орошаемого земледелия в соответствии с Водным и Земельным кодексом, Законами Украины «Про меліорацію земель», «Про охорону земель» разработана концепция восстановления и развития орошения в южном регионе [4]. В Украине при участии представителей Мирового банка создан Координационный совет по вопросам восстановления работы и развития оросительных систем (Постановление Кабинета Министров Украины от 27.01.2016 г. № 50). Основные усилия при этом должны быть направлены на реконструкцию и модернизацию оросительных систем, повышение потенциала орошаемых земель, создание ассоциаций земле- и водопользователей, применение энерго- и ресурсосберегающих способов полива (например, капельного), охрану водных и почвенных ресурсов.

Орошаемое земледелие должно быть максимально адаптированным к ландшафтным условиям, необходимо создание высокопроизводительных экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов на основе формирования оптимальной структуры сельскохозяйственных угодий, консервации деградированных и техногенно загрязненных земель, баланса экономических и экологических проблем. Эффективным является применение высоких агротехнологий, основанных на комплексном и оптимальном использовании ресурсов, которые способствуют повышению урожайности на фоне одновременного уменьшения оросительных и поливных норм, доз удобрений, мелиорантов. Очень важным является внедрение современных, основанных на ГИС-технологиях систем управления орошением, а также информационного обеспечения в орошаемом земледелии, усовершенствование структуры управления оросительными системами [5].

В современных условиях повышение эффективности использования орошаемых земель и обеспечение устойчивого их развития необходимо рассматривать через призму следующих интегрированных задач:

- получение максимальной прибыли с каждого гектара орошаемой пашни;
- снижение энергоемкости растениеводческой продукции и сельскохозяйственного производства при орошении;
- уменьшение термина окупаемости инвестиций;
- применение ресурсосберегающих технологий повышения плодородия орошаемых почв и экономически выгодных способов полива.

Поэтому на современном этапе восстановления орошения возрастает актуальность и практическая значимость исследований, связанных с изучением направ-

ленности процессов и режимов, продуктивности почв, выведенных из орошения, которые являются резервом для расширения орошаемых площадей в Степи Украины. На основании оценки плодородия почв, современного эколого-агроекологического их состояния, возможным является принятие управленческого решения о возможности возобновления орошения.

В научной литературе немногочисленными являются публикации о направленности почвенных процессов, эволюции черноземов обыкновенных, ранее орошавшихся минерализованными водами, в условиях длительного постирригационного периода [6, 7].

Цель исследований – комплексное изучение особенностей почвообразования чернозема обыкновенного Северной Степи Украины в условиях постирригационного богарного использования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основе исследований многолетние наблюдения (2001–2012 гг.) на стационарных мониторинговых площадках, заложенных в производственных условиях на Марьинском стационаре № 2 (Марьинский район Донецкой области) с использованием метода «ключей-аналогов» [8].

Объект исследований – оросительная вода, неорошаемая, орошаемая, выведенная из орошения почвы. Почва представлена черноземом обыкновенным малогумусным легкоглинистым (среднеглинистым) на лессовидном суглинке, который относится к зоне Степи Северной, подзоне Степной северно-центральной умеренно засушливой (гидротермический коэффициент 0,76–0,82). По уровню залегания грунтовых вод земли характеризуются автоморфными условиями.

Были заложены две площадки: на неорошаемом участке (площадка № 1, контроль) и выведенном из орошения (площадка № 2), а до этого времени орошавшемся в течение 30 лет минерализованной водой из пруда-накопителя золоотстойников Кураховской гидроэлектростанции. В период развития орошения данный участок использовался в интенсивном овощном севообороте, а после прекращения ирригации был переведен в полевой севооборот.

Химический состав оросительной воды характеризовался динамичностью, минерализация ее варьировала в пределах 2,8–3,5 г/дм³, pH 7,4–8,0. По составу солей вода характеризовалась хлоридно-сульфатным кальциево-натриевым типом. По агрономическим критериям (ДСТУ 2730–94) вода оценивалась как непригодная для орошения (3 класс) по опасности засоления, осолонцевания, токсического действия на растения; по экологическим критериям (ДСТУ 7286:2012) – непригодная по содержанию свинца, кадмия и кобальта.

Методы исследования – полевые мониторинговые исследования на стационарных площадках, методы системного анализа, статистической обработки, аналитических исследований.

В почве определяли солевой состав методом водной вытяжки (ГОСТ 26424-85-26428-85), содержание поглощенных катионов – методом Тюринга; подвижных форм тяжелых металлов (ТМ), извлекаемых ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH–4,8 (ДСТУ 4770.1:2007-4770.9:2007), подвижных форм фосфо-

ра и калия по методу Мачигина (ДСТУ 4114–2002), нитратного и аммонийного азота (ДСТУ 4729:2007), углерод органического вещества (ДСТУ 4289:2004), гранулометрический и микроагрегатный состав – методом пипетки в модификации Н.А. Качинского (ДСТУ 4730:2007, ДСТУ 4728:2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями установлено, что орошение приводит к существенным изменениям направленности природных почвенных процессов и режимов, трансформации показателей состава и свойств черноземов обыкновенных, которые определяются химическим составом поливной воды, исходными свойствами почвы, ландшафтно-геохимическими условиями [9, 10]. Изменение ландшафтно-экологических условий приводит к развитию новых по сути и интенсивности элементарных почвообразующих процессов (долгосрочных и краткосрочных), которые приводят к преобразованию исходных почв.

На основании полученных результатов исследований охарактеризуем особенности и закономерности почвообразования, изменения показателей чернозема обыкновенного в результате орошения минерализованной водой низкого качества и в постирригационный период. Вследствие 30-летнего периода орошения в верхнем полутораметровом слое произошли качественные и количественные изменения состава водорастворимых солей, связанные с увеличением общего количества солей в профиле почвы до 0,13–0,17%, в том числе и токсичных до 0,11–0,12% (до слабой степени засоления), преимущественно за счет хлоридов и сульфатов магния и натрия (рис. 1). Формирование горизонта солевых аккумуляций отмечается на глубине 100–150 см. Долгосрочное орошение привело к ощелачиванию почвенного раствора на 0,2–0,5 единицы pH, уменьшению соотношения Ca:Na до значений, характерных для сильно- и среднедеградированных почв (табл. 1). Так, в неорошаемой почве в полутораметровом слое соотношение Ca:Na составляло 6,0–8,3, а в результате орошения оно снизилось до 0,2–0,6, что свидетельствует о развитии ирригационного осолонцевания вследствие вытеснения катионов кальция катионами натрия.

В почве, выведенной из орошения, с увеличением термина постирригационного периода и использования его в богарных условиях отмечается затухание галогеохимических процессов и развитие процессов, противоположных тем, что протекают при орошении. Результаты определения солевого состава почвы свидетельствуют об активизации быстрообратимого процесса рассоления профиля чернозема обыкновенного под действием атмосферных осадков, происходит постепенное восстановление свойств почвы в сторону неорошаемого аналога. Следствием шестилетнего пребывания чернозема обыкновенного вне орошения явилось рассоление почвенного профиля, начиная с верхних слоев (0–25, 25–50 см), общее содержание легкорастворимых солей при этом уменьшилось до 0,11%, а токсичных – до 0,05–0,06%. Щелочность снизилась на 0,2–0,4 единицы. Вследствие улучшения качественного состава солей соотношение Ca:Na увеличилось до 0,9–2,2.

Через 9 лет после прекращения орошения содержание общих и токсичных солей оставалось на уровне 6-летнего постирригационного периода, но качест-

венный состав солей улучшался – соотношение Ca:Na в почвенном профиле расширилось до 1,0–2,4 с тенденцией продвижения процесса расслоения вглубь почвы.

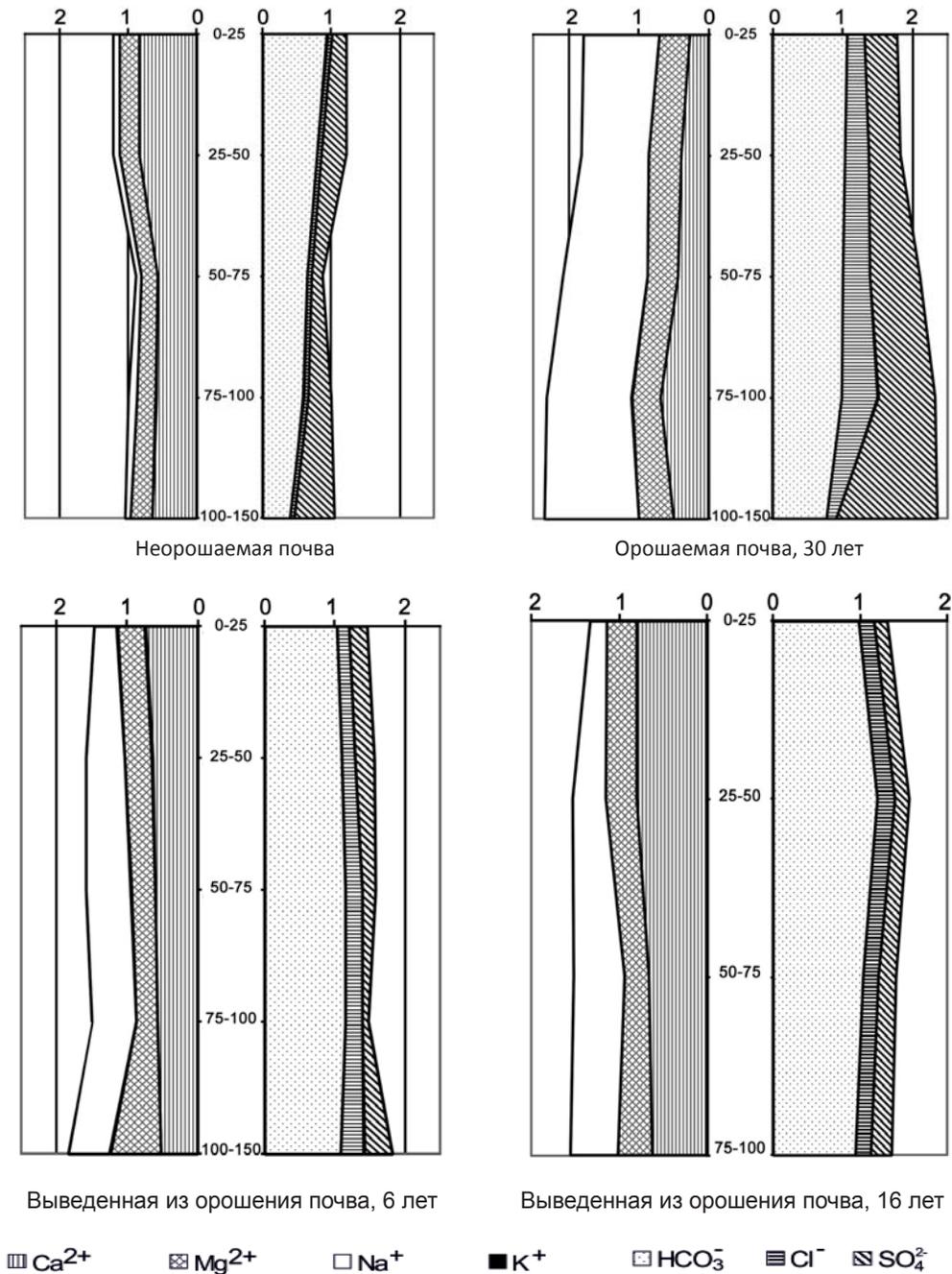


Рис. 1. Солевой профиль чернозема обыкновенного при различном его использовании

**Изменение солевого состава чернозема обыкновенного
при орошении и выведении из орошения**

Объект	Глубина, см	Сумма солей, %		рН	Содержание ионов, мэкв/100 г почвы						Ca:Na
		общих	токсич- ных		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	
Без орошения	0–25	0,092	0,027	7,7	0,94	0,07	0,21	0,82	0,29	0,11	7,5
	25–50	0,090	0,026	7,7	0,79	0,07	0,35	0,82	0,29	0,10	8,3
	50–75	0,065	0,021	7,8	0,65	0,07	0,15	0,56	0,24	0,07	8,0
	75–100	0,072	0,025	7,8	0,59	0,07	0,33	0,60	0,27	0,10	6,0
	100–150	0,073	0,027	8,0	0,40	0,07	0,57	0,64	0,32	0,08	8,0
Орошение, 30 лет	0–25	0,134	0,110	8,1	1,06	0,24	0,47	0,27	0,45	1,20	0,2
	25–50	0,131	0,095	8,1	1,03	0,34	0,44	0,38	0,47	0,96	0,4
	50–75	0,149	0,109	8,2	1,00	0,38	0,70	0,43	0,44	1,20	0,4
	75–100	0,163	0,108	8,4	0,98	0,52	0,80	0,68	0,41	1,21	0,6
	100–150	0,167	0,123	8,3	0,77	0,14	1,43	0,50	0,49	1,35	0,4
Выведенная из орошения почва, 6 лет	0–25	0,108	0,048	7,9	1,06	0,17	0,25	0,74	0,41	0,33	2,2
	25–50	0,117	0,062	8,0	1,09	0,20	0,28	0,64	0,38	0,55	1,2
	50–75	0,118	0,065	8,2	1,14	0,25	0,19	0,60	0,33	0,65	0,9
	75–100	0,112	0,061	7,8	0,15	0,25	0,08	0,56	1,30	0,62	0,9
	100–150	0,130	0,087	8,0	1,08	0,34	0,41	0,52	0,71	0,59	0,9
Выведенная из орошения почва, 9 лет	0–25	0,106	0,047	7,8	0,98	0,27	0,33	0,75	0,39	0,31	2,4
	25–50	0,112	0,057	7,9	1,09	0,45	0,24	0,65	0,37	0,48	1,4
	50–75	0,102	0,061	8,0	1,06	0,4	0,12	0,68	0,29	0,62	1,1
	75–100	0,101	0,073	8,0	1,06	0,34	0,12	0,72	0,34	0,75	1,0
Выведенная из орошения почва, 16 лет	0–25	0,098	0,035	7,6	0,98	0,18	0,15	0,80	0,34	0,19	4,2
	25–50	0,117	0,049	7,7	1,20	0,20	0,16	0,80	0,35	0,38	2,1
	50–75	0,109	0,057	7,8	1,03	0,18	0,20	0,66	0,28	0,58	1,1
	75–100	0,105	0,062	7,8	0,95	0,18	0,23	0,63	0,38	0,55	1,1

Следствием 16-летнего пребывания чернозема обыкновенного в режиме богарного землепользования явилось дальнейшее рассоление почвенного профиля, с более интенсивной активизацией этих процессов в подпахотном слое и глубже. Происходит постепенная ренатурализация свойств почвы в сторону неорошаемого аналога. Следует отметить, что за этот период почва достигла неорошаемого аналога по содержанию общего количества водорастворимых солей только в пахотном слое 0–25 см (0,098%), а в более глубоких слоях концентрация их составляла 0,11–0,12% и превышала показатели неорошаемого аналога. Содержание токсичных солей по всему профилю почвы оставалось выше, чем в богарном контроле (0,035–0,062%). Соотношение Ca:Na расширилось до 2,1–4,2 в верхнем полуметровом слое, что все еще значительно ниже, чем в условиях богарного землепользования, а в нижних горизонтах, где содержание водорастворимого натрия оставалось высоким вследствие длительного орошения минерализованной водой и сухости климата, оно увеличилось незначительно – до 1,1. Это свидетельствует

о том, что качественный состав водорастворимых солей, нарушенный орошением водой низкого качества, восстанавливается значительно медленнее, чем количественный. Натрий сохраняется в почвенном растворе значительно дольше, чем кальций, вследствие постепенного перехода из обменно поглощенного состояния в водорастворимое.

Таким образом, 16-летнего пребывания чернозема обыкновенного без орошения было достаточно только для восстановления общего содержания водорастворимых солей в слое 0–25 см до уровня богарной почвы, а для качественного изменения водорастворимых солей он был недостаточным. Это свидетельствует о том, что при орошении непригодными водами деграционные изменения накапливаются в почвенном профиле и обуславливают невозможность полного воспроизводства ресурсов почвенного плодородия.

Процессы солеобмена в черноземе обыкновенном неразрывно связаны почвенным поглощающим комплексом, прежде всего из качественным составом поглощенных катионов. Исследованиями установлено, что в результате 30-летнего периода орошения непригодной водой процесс осолонцевания достиг средней степени, а сумма поглощенных Na^+ составляла 6,1–7,1% от суммы поглощенных катионов в слоях 0–25 см и 25–50 см (рис. 2).

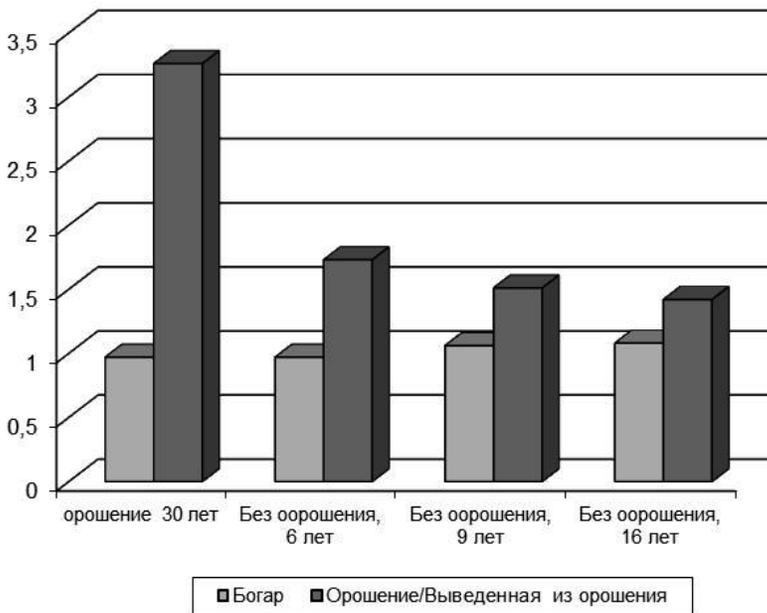


Рис. 2 . Содержание поглощенного натрия и калия в почве, мэкв/100 г почвы

В ранее орошаемой почве после прекращения поливов отмечается развитие почвообразовательных процессов, направленных в сторону ее рассолонцевания под действием атмосферных осадков, которые характеризуют особенности почвообразования и эволюции почвы, а в конечном итоге определяют уровень ее плодородия. За 6-летний период в верхнем 0-25 сантиметровом слое почвы содержание поглощенного натрия уменьшилось с 2,4 мэкв/100 г почвы до 0,45 мэкв/100 г вследствие вытеснения его кальцием, а степень осолонцевания

снизилась до слабой (3,7% Na⁺ от суммы поглощенных оснований). С увеличением богарного использования чернозема обыкновенного происходят более интенсивные изменения в составе поглощающего комплекса. Так, за 16-летний период без орошения содержание поглощенного натрия уменьшилось до 0,27 мэкв/100 г, но при этом не достигло уровня исходной почвы. Солонцеватость же сохранялась на уровне слабой степени (3,4% Na⁺ от суммы поглощенных оснований).

Таким образом, 16-летнего периода было недостаточно для восстановления качественного и количественного состава поглощенных катионов до уровня неорошаемой почвы. Исследованиями установлено [6], что полное восстановление основных свойств чернозема обыкновенного среднеосолонцованного в результате поливов водой 2–3 класса можно ожидать примерно на 35–40 год после прекращения орошения.

Изучение питательного режима показало, что в выведенной из орошения почве, которая до этого использовалась в овощном севообороте, за счет применения удобрений обеспеченность почвы азотом, фосфором и калием была выше, чем богарной. После 9-летнего периода богарного использования ранее орошаемой почвы существенного различия в содержании минерального азота, который отличается подвижностью и динамичностью, по сравнению с богарным контролем практически не отмечалось, и обеспеченность почвы зависела главным образом от количества внесенных удобрений под выращиваемые культуры. Содержание же фосфора и калия в этих условиях было несколько выше в выведенной из орошения почве, очевидно за счет перехода их соединений из труднорастворимых в более растворимые в условиях более высокой влажности почвы при орошении. В целом динамика содержания подвижных форм питательных элементов направлена на приближение к показателям неорошаемой почвы с каждым годом последствия. На 16 год последствия существенных различий между неорошаемой и выведенной из орошения почвами по содержанию подвижных форм азота, фосфора и калия не отмечалось.

По содержанию гумуса чернозем обыкновенный характеризовался как малогумусный – 4,0–4,4%. На 16-год последствия достоверных различий в содержании гумуса между неорошаемой и выведенной из орошения почвами не наблюдалось.

Под влиянием орошения чернозема обыкновенного непригодной водой, происходит изменение его агрофизического состояния, проявляющееся в повышении плотности, коркообразовании, уменьшении количества агрономически ценных агрегатов, изменении гранулометрического и микроагрегатного состава [9, 10]. Нашими исследованиями на Марьинском стационаре № 1 (АФ им. Горького) установлено [9, 10], что под влиянием длительного орошения (около 50 лет) в почве произошли изменения гранулометрического состава, направленные в сторону его утяжеления – с тяжелосуглинистого до легкоглинистого, в результате увеличения содержания физической глины с 56–59% до 65–67%. Причиной этого является развитие процессов внутрпочвенного оглинивания или выветривания, вызывающих разрушение крупных частиц первичных минералов (песок, средний и крупный пыль) и превращение их в мелкую пыль и ил. Фактор дисперсности по Качинскому, характеризующий степень разрушения микроагрегатов, при орошении непригодными водами увеличился с 7,4 (неорошаемая почва) до 12,3, что свидетельствует

об уменьшении устойчивости микроструктуры чернозема обыкновенного. Фактор структурности по Фегеляру, который определяет водоустойчивость агрегатов, уменьшился с 93% до 88% в результате снижения содержания водоустойчивых агрегатов.

Изучение гранулометрического состава чернозема обыкновенного, выведенного из орошения, свидетельствует о развитии процессов ренатурализации свойств почвы (табл. 2). Исходная неорошаемая почва характеризовалась как легкоглинистая крупнопылевато-илистая. В пахотном слое преобладают фракция ила (<0,001 мм) – 47,1% и крупной пыли (0,05–0,01 мм) – 22,3%. Содержание физической глины в слоях 0–25 и 25–50 см составляло 71–74%.

Таблица 2

Гранулометрический состав неорошаемого и выведенного из орошения чернозема обыкновенного, 2012 г.

Глубина, см	1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	Физическая глина, %
<i>Неорошаемая почва</i>							
0–25	2,18	1,76	22,29	11,12	15,59	47,06	73,8
25–50	2,56	1,56	22,37	10,06	14,25	46,71	71,0
<i>Выведенная из орошения почва, 16 лет</i>							
0–25	2,00	0,95	19,69	9,50	16,10	51,80	77,4
25–50	2,28	0,64	20,33	10,59	15,91	48,94	75,4

Выведенная из орошения почва (16 лет) характеризовалась более тяжелым гранулометрическим составом – среднеглинистым с содержанием физической глины в полутораметровом слое на уровне 75–77%. Данная почва в сравнении с богарной отличалась более высоким содержанием гранулометрических фракций мелкой пыли (16%) и ила (49–52%). Количество крупной пыли и песка, уменьшившееся в результате диспергации, так и оставалось по абсолютным значениям ниже, чем в исходной почве. Таким образом, 16-летнего периода богарного использования недостаточно для изменения гранулометрического состава чернозема обыкновенного до показателей богарной почвы, что свидетельствует о медленной обратимости данного процесса и слабой ренатурализации.

Определение микроагрегатного состава чернозема обыкновенного показало, что в результате длительного орошения произошло разрушение микроструктуры, что сопровождается увеличением количества активного ила. Расчет значений фактора дисперсности по Н.А. Качинскому (К) и фактора структурности по Фегеляру (Кс) позволяют судить об устойчивости микроструктуры и водоустойчивости агрегатов данной почвы (табл. 3). Орошение привело к разрушению микроструктуры, о чем свидетельствует более высокое значение фактора дисперсности – 9,6% (в богарной почве – 6,8%). По мнению [11] обесструктуривание почв может быть констатировано при значении данного показателя на уровне 8–10 и выше. Орошение также явилось причиной ухудшения водоустойчивости агрегатов, о чем можно судить по снижению фактора структурности по Фегеляру. За 16-летний период богарного землепользования этот показатель возрос до 90,4%, но так и не достиг уровня богарной почвы (93,2%).

**Относительные показатели оценки гранулометрического
и микроагрегатного состава чернозема обыкновенного**

Неорошаемая почва		Выведенная из орошения почва, 16 лет	
Фактор дисперсности по Качинскому (K)	Фактор структурности по Фегеляру (Kс)	Фактор дисперсности по Качинскому (K)	Фактор структурности по Фегеляру (Kс)
6,8	93,2	9,6	90,4

Орошение является одним из факторов, который изменяет ландшафтно-геохимическую ситуацию и усиливает экологические риски, особенно при использовании загрязненных вод. Изучение глубокопрофильного распределения подвижных форм металлов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH=4,8, показало, что неорошаемая почва характеризуется более низким уровнем общего их содержания по сравнению с выведенной из орошения почвой (6 лет). Горизонт аккумуляции металлов формируется на глубине 75–125 см (рис. 3).

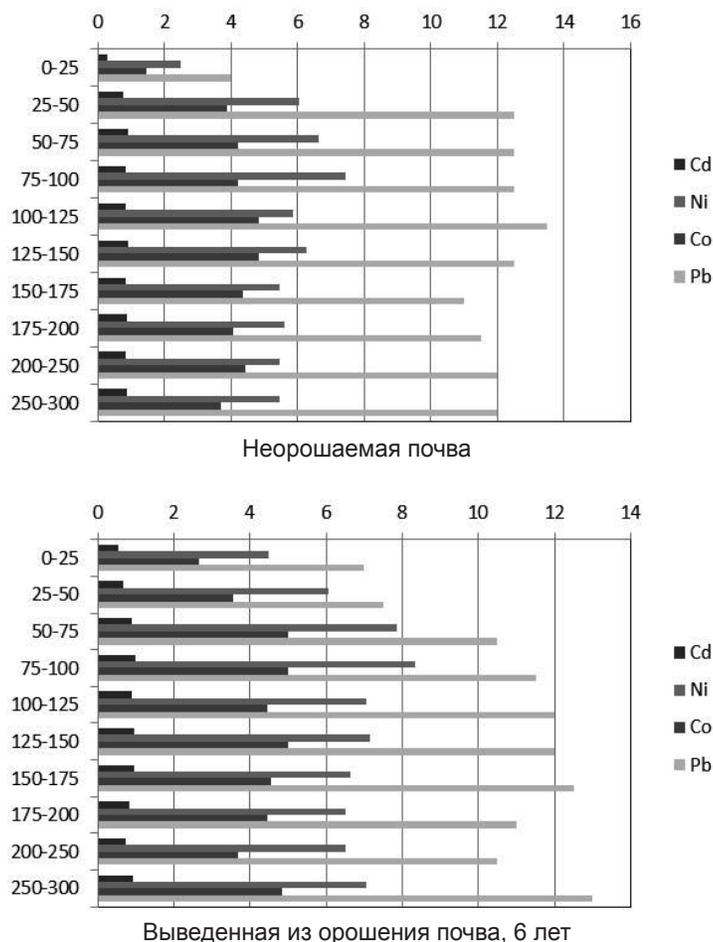


Рис. 3. Распределение подвижных форм тяжелых металлов в профиле неорошаемого и выведенного из орошения чернозема обыкновенного

В выведенной из орошения почве за счет дополнительного поступления с оросительной водой содержание подвижных форм свинца, кадмия, никеля и кобальта в верхнем 0–25 см слое выше в 1,75–1,83 раза в сравнении с богарной почвой. Под влиянием нисходящих потоков воды они мигрируют вглубь по профилю чернозема обыкновенного с максимальной аккумуляцией в слое 150–175 см. Так, в данной почве концентрация кадмия в 3-метровом профиле почвы варьировала в пределах 0,55–1,00 мг/кг, что выше фонового значения в 5–10 раз, свинца – 7,0–13,0 мг/кг (в 14–26 раз выше фона и в 1,2–2,2 раза выше предельно допустимой концентрации (ПДК), кобальта – 2,7–5,0 мг/кг (в 5,4–10 раз выше фона), никеля – 4,5–8,4 мг/кг (в 4,5–8,4 раза выше фона и в 1,1–2,1 раза выше ПДК). Превышение фона и ПДК по ряду металлов свидетельствует об опасности загрязнения ими выращиваемой сельскохозяйственной продукции и требует применения приемов по детоксикации почв и регулирования поступления токсикантов в растения. Таким образом, 6-летнего периода было недостаточно для того, чтобы содержание подвижных форм металлов уменьшилось до уровня неорошаемой почвы.

С увеличением постирригационного периода из-за отсутствия дополнительного источника поступления металлов отмечается дальнейшая тенденция уменьшения их общего содержания и на 16 год постирригационного периода концентрация их стабилизируется до уровня неорошаемой почвы.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что под влиянием длительного орошения чернозема обыкновенного непригодной по агрономическим и экологическим критериям водой изменяется ландшафтно-геохимическая обстановка, направленность почвенных процессов, режимов и эволюция почвы в целом. В новых почвенно-экологических условиях происходят качественные и количественные изменения состава водорастворимых солей, почвенного поглощающего комплекса, что приводит к развитию процессов засоления, осолонцевания. Эволюция почв направлена в сторону трансформации содержания гранулометрических фракций, что привело к увеличению количества физической глины и утяжелению гранулометрического состава. В результате поливов непригодной по содержанию тяжелых металлов водой и улучшения водного режима увеличилось содержание их подвижных форм, которое превышало фоновый уровень по отдельным элементам в 5–26 раз, что создает угрозу загрязнения сельскохозяйственной продукции.

2. Прекращение орошения и переход на богарное земледелие приводит к новым изменениям ландшафтно-экологической ситуации и условий почвообразования, а соответственно и эволюции черноземов обыкновенных в направлении их постепенной ренатурализации до параметров неорошаемых аналогов. Исследованиями установлено, что происходит активизация процессов рассоления, рассолонцевания почвенного профиля, при этом динамика и количественные характеристики восстановления физико-химических свойств зависят от постирригационного периода. 16-летнего пребывания чернозема обыкновенного без орошения было достаточно только для восстановления общего содержания водорастворимых солей в слое 0–25 см до уровня богарной почвы, а для качественного изменения

водорастворимых солей и количественного состава поглощенных катионов его было недостаточно. Скорость и интенсивность таких преобразований зависят от степени изменений, которым подвергся чернозем обыкновенный при орошении, а также от количества атмосферных осадков и продолжительности полиригационного периода.

3. 16-летнего периода богарного использования недостаточно для изменения гранулометрического состава чернозема обыкновенного до показателей богарной почвы, что свидетельствует о медленной обратимости данного процесса и слабой ренатурализации. Но в почве развиваются процессы, направленные на восстановление микроструктуры и повышение водоустойчивости агрегатов.

4. На 16-год последствия орошения достоверных различий в содержании подвижных форм азота, фосфора и калия между неорошаемой и выведенной из орошения почвами не наблюдалось. Данного периода было достаточно также для уменьшения количества подвижных форм тяжелых металлов до показателей неорошаемого аналога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) – IPCC. – Geneva, Switzerland, 2007. – 104 p.

2. Опустелювання і посуха – проблеми глобального масштабу (Екоблог) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.newecolife.com.ua/news/171-opustelyuvannya-posuha-problemi-globalnogo-masshtabu.html>

3. Bagherzadeh A., Paymard P.: Assessment of land capability for different irrigation systems by parametric and fuzzy approaches in the Mashhad Plain, northeast Iran /- Soil & Water Res., 10 (2015): 90–98

4. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України; за ред. М.І. Ромащенко. – К., 2014. – 27 с.

5. *Ромащенко, М.І.* Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні / М.І. Ромащенко. – К.: Аграрна наука, 2012. – 27 с.

6. Наукові основи охорони і раціонального використання зрошуваних земель України; за ред. В.А. Сташука, С.А. Балюка, М.І. Ромащенко. – К.: Аграрна наука, 2009. – 624 с.

7. *Воротинцева, Л.І.* Направленість ґрунтових процесів і режимів в чорноземах звичайних Північного Степу за зрошення та вилучення зі зрошення / Л.І. Воротинцева // Вісник ХНАУ. Серія «ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». – 2015. – № 2. – С. 10–17.

8. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України: ВНД 33–5.5–11–02. – К.: Держводгосп України, 2002. – 40 с.

9. *Воротинцева, Л.І.* Трансформація властивостей чорнозему звичайного за зрошення водами різної якості / Л.І. Воротинцева // Вісник аграрної науки. – 2016. – № 1. – С. 56–60.

10. *Найдьонова, О.Є.* Агрогенна трансформація чорнозему звичайного за довготривалого зрошення мінералізованими водами / О.Є. Найдьонова, Л.І. Воротинцева // Агроекологічний журнал. – № 2. – 2015. – С.47–53.

11. *Медведев, В.В.* Типологія і оцінка небезпечних явищ у ґрунтовому покритті України / В.В. Медведев, Т.М. Лактіонова, Л.Д. Греков // Ґрунтознавство. – Т.5. – 2004. – № 3–4. – С. 13–23.

FEATURES OF SOIL FORMATION OF CHERNOZEM ORDINARY IN THE POST IRRIGATION PERIOD

L.I. Vorotyntseva

Summary

The results of long-term studies of the soil processes orientation and Pedogenesis of chernozem ordinary in the conditions of the 30-year period of the irrigation by unsuitable waters and after its termination (6, 9 and 16 years) are shown. In postirrigation period in the conditions of boharic land use the gradual renaturalisation of the soil properties to the parameters of boharic soil was established. The soil processes are characterized by different speeds of reversibility and are directed towards the improvement of the chernozem ordinary properties.

Поступила 04.04.16

УДК 631.4:549.905.8

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ ПРИТЕРРАСНОЙ ПОЙМЫ НИЗОВЬЯ ДНЕСТРА И СТАГНИКОВОГО ЧЕРНОЗЕМА НА ВОДОРАЗДЕЛЕ СЕВЕРНОЙ МОЛДОВЫ

В.Е. Алексеев, В.В. Чербарь, Г.Г. Стегэреску, А.Н. Бургеля

*Институт Почвоведения, Агрохимии и Защиты почв им. Н.А. Димо,
г. Кишинев, Молдова*

ВВЕДЕНИЕ

Минералогические исследования аллювиальных почв Молдовы проводились и ранее [1–5], однако они заслуживают более пристального внимания. В настоящее время установлено, что качественный состав первичных и глинистых минералов в аллювиальных почвах не имеет существенных отличий от такового зональных почв [5]. Особенности минералогии аллювиальных почв лучше изучены в низовьях хорошо развитой поймы Днестра близ населенных пунктов Пуркары – Оланешты – Паланка на примере трех их подтипов: луговой слоистой, приуроченной к высокому прирусловому валу; луговой остепняющейся – в центральной пойме и иловато-болотной в ее низкой притеррасной части. Установлено, что первая характеризуется легким гранулометрическим составом и отчетливо выраженной слоистостью. В луговой остепняющейся и иловато-болотной почвах, по мере удаления от русла реки к притеррасной части поймы (расстояние 1–2 км), слоистость становится все менее выраженной, а гранулометрический состав утяжеляется от