
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ НИЛА ПРИ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Халел Мухамед Махмуд Набиль¹, А.В. Шуравилин¹,
Е.А. Пивень²

¹Кафедра почвоведения и земледелия

²Кафедра общественного здоровья, здравоохранения и гигиены

Российский университет дружбы народов

ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В статье изложены результаты исследований изменения свойств аллювиальных почв долины Нила. Изучено морфологическое строение, агрофизические и химические свойства аллювиальной супесчаной почвы, аллювиальной суглинистой и лугово-аллювиальной глинистой почв дельты р. Нил. Выявлено, что наиболее благоприятными свойствами обладает лугово-аллювиальная почва. В результате многолетнего мелиоративного и сельскохозяйственного воздействия произошло некоторое ухудшение физических и химических свойств аллювиальных почв.

Ключевые слова: аллювиальная почва, устойчивость, дельта Нила, структура, засоление, гранулометрический состав, агрофизические свойства, химический состав, тяжелые металлы.

Масштабность развития антропогенных нарушений почв свидетельствует о необходимости принятия мер по их охране и разработке подходов и технологий воздействия, обеспечивающих рациональное и долговременное использование почв без негативных последствий. При этом принятые разработки должны способствовать сохранению и повышению запасов гумуса в почве без существенного изменения гранулометрического и минералогического состава, средообразующего генофонда, составляющих генетическую основу почвенного плодородия.

Устойчивость почв и природных ландшафтов к антропогенным воздействиям — это их способность поддерживать заданные производственные и социальные функции, сохраняя при том биосферные функции. Устойчивость почв и природных ландшафтов непосредственно связана с характером воздействия как природных, так и антропогенных факторов. Потенциальная устойчивость почв к природно-антропогенным воздействиям определяется ее свойствами. Следует отметить, что деградационные процессы проявляются в изменении как агрофизических, так и химических показателей почв. Этой проблеме посвящены многочисленные исследования [1—4]. Однако для дельтовых почв Нила такие исследования не проводились.

В Египте в условиях многовекового орошаемого земледелия почвенный покров подвергается наиболее интенсивному направленному воздействию под влиянием агрогенеза. Антропогенные негативные процессы особенно характерны для почв восточной части дельты р. Нил, которые в наибольшей степени используются в сельскохозяйственном производстве. В связи с этим целью наших исследований явилось установление изменений агрофизических и химических свойств

аллювиальных почв под воздействием мелиорации и сельскохозяйственного использования.

Исследования проводились в 2011—2013 гг. на аллювиальных почвах в восточной части дельты р. Нил, прилегающих к каналу Эль-Салам, расположенных в северной части губернаторства Исмаилия. Объектами исследования являлись три группы пойменных почв: аллювиальная супесчаная незасоленная, аллювиальная карбонатная суглинистая и лугово-аллювиальная глинистая засоленная почва. Полученные данные сравнивались с ранее выполненными исследованиями, проведенными в 1970 г. на этих же разновидностях почв.

Исследования проводились с использованием общепринятых и современных методик. Тяжелые металлы определялись атомно-адсорбционным методом.

Почвенный покров восточной части дельты Нила неоднороден и заметно различается в зависимости от типа ландшафта. Наши исследования показали, что наибольшее проявление процесса грунтового оглеения отмечается в лугово-аллювиальной глинистой почве. В других разновидностях аллювиальных почв аналогичные процессы не обнаружены. В лугово-аллювиальной почве гумусовый горизонт более растянут по сравнению с другими почвами и достигает глубины 60 см.

Гранулометрический состав почв восточной части дельты Нила существенно изменяется в зависимости от форм рельефа; на большей части территорий почвы тяжелые суглинистые и глинистые.

По гранулометрическому составу почвы в пределах изучаемой территории постепенно становятся легче от прибрежной равнины к речной террасе Нила. За более чем сорокалетний период — с 1970 г. по 2012 г. — гранулометрический состав пойменных почв практически не изменился.

В плане гранулометрического состава в аллювиальной супесчаной почве преобладают песчаные фракции, которые в верхнем почвенном слое — до 105 см — составляют 92—93%; с глубиной их количество несколько снижается. В верхних слоях аллювиально-карбонатной суглинистой почвы содержание песчаных частиц снижается до 74—75%, одновременно увеличивается количество пылеватых и глинистых частиц — до 25—26%. Наиболее тяжелым гранулометрическим составом характеризуются лугово-аллювиальные глинистые почвы. Здесь наибольшая доля принадлежит пылеватым и глинистым частицам — 69—73%, а содержание песка составляет 30—32%. Некоторые изменения фракционного состава за 40-летний период обусловлены в основном мелиоративным воздействием и химическими процессами, происходящими в аллювиальных почвах при интенсивном сельскохозяйственном использовании с орошением.

В зависимости от гранулометрического состава изменялись основные агрофизические свойства аллювиальных почв (табл. 1).

Анализ полученных данных показал, что за сорокалетний период сельскохозяйственного использования произошло некоторое уплотнение подпахотного аллювиального (аккумулятивного) горизонта в аллювиальных карбонатных суглинистых и лугово-аллювиальных глинистых почвах.

Агрофизические свойства аллювиальных почв (данные 2012 г.)

Глубина, см	Плотность сложения, г/см ³	Общая пористость, %	Агрегатный состав, %		Наименьшая влагоемкость, %	Продуктивная влага, %
			агрономически ценная структура	водопрочная структура		
Аллювиальная супесчаная почва						
0—30	1,44	45,2	49,5	16,2	11,46	6,63
30—45	1,46	44,5	45,4	15,9	10,14	6,16
45—105	1,49	43,8	44,2	15,8	10,53	6,32
105—150	1,47	44,7	42,7	15,9	13,23	7,38
Аллювиальная карбонатная суглинистая почва						
0—25	1,31	49,6	56,8	27,4	17,95	9,70
25—50	1,36	49,3	52,3	26,2	15,28	8,41
50—120	1,42	46,2	50,5	24,7	8,25	5,13
Лугово-аллювиальная глинистая почва						
0—20	1,29	51,9	68,3	30,8	50,68	26,89
20—60	1,33	50,6	62,4	27,9	49,69	24,33
60—130	1,35	48,7	59,1	25,5	46,24	22,08

Формирование более уплотненного слоя было обусловлено в основном интенсивным давлением сельскохозяйственной техники. Плотность сложения в аллювиальных супесчаных почвах за рассматриваемый период практически не изменилась и составляла 1,44—1,47 г/см³. Аналогично плотности сложения изменялась общая пористость почвы. В целом общая пористость почвы даже в верхнем слое не достигала оптимальных значений. Наилучшие ее показатели имели место в лугово-аллювиальной глинистой почве и аллювиально-карбонатной суглинистой почве.

Наиболее благоприятной агрономически ценной структурой считается такая с размером агрегатов 0,25—1 мм. В верхнем слое (0—30 см) сумма агрономически ценных агрегатов составляла 49,5% в аллювиальной супесчаной почве. В аллювиальной карбонатной суглинистой и лугово-аллювиальной глинистой почвах эти показатели составляли 56,8% и 68,3%: полученные данные указывают на большую оструктуренность этих почв по сравнению с аллювиальной супесчаной почвой. Аналогичная тенденция отмечалась и по количественному содержанию водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм. В целом рассматриваемые почвы характеризуются невысокой водопрочностью, особенно аллювиальная супесчаная почва. В почвах суглинистого и глинистого составов сумма водопрочных агрегатов в верхнем слое составляла соответственно 27,4 и 30,8% и была в 1,5—2 раза больше, чем в аллювиальной супесчаной почве (16,2%), которая обладает низкой водопрочностью почвенных частиц.

Таким образом, из рассматриваемых групп аллювиальных почв наиболее благоприятными физическими свойствами обладает лугово-аллювиальная глинистая почва, а худшими свойствами — аллювиальная супесчаная почва. Одной из главных причин неблагоприятного физического состояния почв и разрушения ее структуры является отсутствие передовой агротехники, применение сельскохозяйственных орудий, а также воздействие мелиоративных приемов.

Водные свойства почв также заметно изменяются в зависимости от гранулометрического состава. Аллювиальная супесчаная почва характеризуется низкой влагоемкостью, незначительными величинами влажности завядания, наименьшей влагоемкости и содержания продуктивной влаги. Так, в слое почвы 0—30 см наименьшая влагоемкость составляет 11,46%, а продуктивная влага — 6,63% от объема почвы.

В аллювиальной карбонатной суглинистой почве значения показателей водных свойств выше примерно в полтора раза. Здесь в слое почвы 0—25 см наименьшая влагоемкость возрастает до средней величины (17,95%), а продуктивная влага — до 9,70% от объема.

Лугово-аллювиальная глинистая почва характеризуется очень высокой влагоемкостью: в слое почвы 0—20 см ее значения достигают 50,68%, а содержание продуктивной влаги увеличивается до 26,89% от объема почвы.

Под воздействием длительного мелиоративного и сельскохозяйственного использования произошли изменения химических свойств аллювиальных почв. Результаты анализа химического состава почв, выполненного в 2012 г., приведены в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав аллювиальных почв (данные 2012 г.)

Глубина, см	pH	Содержание гумуса, %	C, %	N, %	C/N, %	CaCO ₃ , %	Гипс, %
Аллювиальная супесчаная почва							
0—30	8,1	0,73	0,482	0,047	10,26	1,46	0,2
30—45	7,9	0,62	0,354	0,036	9,83	1,29	0,4
45—105	7,8	0,42	0,216	0,023	9,39	1,22	0,7
105—150	7,8	0,21	0,113	0,012	9,42	0,75	2,6
Аллювиальная карбонатная суглинистая почва							
0—25	8,2	0,87	0,425	0,042	10,12	6,25	—
25—50	7,7	0,68	0,309	0,034	9,09	5,86	—
50—120	7,6	0,41	0,201	0,023	8,74	5,93	—
Лугово-аллювиальная глинистая почва							
0—20	7,4	1,42	0,861	0,084	10,25	2,87	—
20—60	7,6	0,94	0,552	0,056	9,86	2,22	—
60—130	7,8	0,82	0,463	0,048	9,65	1,82	—

Из приведенных в табл. 2 данных следует, что во всех разновидностях аллювиальных почв содержание гумуса очень низкое. В верхнем слое аллювиальной супесчаной почвы его содержание составляет 0,73%, в аллювиальной карбонатной почве — 0,87%, и только в лугово-аллювиальной почве количество гумуса значительно увеличивается — в среднем до 1,42%, или примерно в два раза по сравнению с другими почвенными разностями. Содержание гумуса в нижележащих слоях лугово-аллювиальной почвы также значительно выше. Соотношение C/N в верхнем слое аллювиальных почв более благоприятное по сравнению с нижележащими слоями, где это соотношение значительно снижается, что отрицательно сказывается на процессах разложения органического вещества.

Наиболее высокое содержание карбонатов (до 5,86%) зафиксировано в верхнем слое (0—25 см) аллювиальной карбонатной почвы. Значительно меньшее их количество (в 2—3,5 раза) сосредоточено в лугово-аллювиальной глинистой почве (2,87%), наименьшее их содержание (1,46%) отмечено в лугово-аллювиальной почве. Содержание гипса обнаружено только в аллювиальной супесчаной почве в незначительных количествах.

Исследуемые почвы обладают щелочной реакцией. В верхнем слое почвы наиболее высокие значения кислотного показателя ($pH = 8,1—8,2$) отмечаются в аллювиальной супесчаной и аллювиальной карбонатной почвах. Лугово-аллювиальная глинистая почва по степени обменной кислотности несущественно превышает нейтральную реакцию ($pH = 7,4$).

За сорокалетний период существенные изменения произошли в солевом составе аллювиальных почв. Их засоление тесно связано с процессами перемещения и накопления солей в дельтовой зоне в результате привноса их с континента и поступления со стороны моря. Наши данные по содержанию водно-растворимых солей в аллювиальных почвах дельты Нила приведены в табл. 3.

Таблица 3

Солевой состав аллювиальных почв (данные 2011—2013 гг.)

Глубина, см	Ес, dSm^{-1}	Катионы, мг. экв/100 г				Анионы, мг. экв/100 г		
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Аллювиальная супесчаная почва								
0—30	3,93	28,42	4,15	9,2	0,75	2,4	5,6	35,12
30—45	5,53	28,95	9,19	19,3	0,63	1,6	16,2	40,47
45—105	4,32	31,58	5,01	10,1	0,68	1,2	9,0	37,0
105—150	4,62	29,99	5,57	10,8	0,60	1,6	17,0	28,36
Аллювиальная карбонатная суглинистая почва								
0—25	2,78	4,30	3,60	21,2	0,60	4,1	19,3	6,3
25—50	4,18	3,70	2,30	38,6	0,50	5,3	34,7	5,1
50—120	6,90	7,40	6,10	52,4	0,50	4,2	53,2	9,0
Лугово-аллювиальная глинистая почва								
0—20	7,90	15,20	20,50	56,5	2,10	6,1	67,1	21,5
20—60	8,70	18,70	28,60	63,2	1,60	6,9	77,7	31,5

По показателю электропроводности верхний слой аллювиальной супесчаной и аллювиальной карбонатной почв является незасоленным, а лугово-аллювиальной — средnezасоленным. Во всех рассматриваемых почвах отмечается тенденция увеличения общего содержания водорастворимых солей с глубиной. Аллювиальная супесчаная почва из разряда незасоленной с глубиной переходит в слабозасоленную.

Аналогичная картина в изменении степени засоления наблюдается также в аллювиальной карбонатной почве. При этом лугово-аллювиальная почва характеризуется наибольшей степенью засоления. Если верхний слой почвы по показателям электропроводности характеризуется слабой степенью засоления, то более глубокие слои являются средnezасоленными, причем с увеличением глубины содержание солей существенно возрастает.

Аллювиальные почвы по типу засоления заметно различаются. Аллювиальная супесчаная почва по химизму засоления относится: по анионам — к сульфатному и хлоридно-сульфатному типам засоления, по катионам — к кальциевому типу засоления. Аллювиальные карбонатные почвы относятся к хлоридному типу засоления по анионному составу и к натриевому или кальциево-натриевому характеру засоления по катионам. Более засоленная лугово-аллювиальная почва характеризуется хлоридно-сульфатным типом засоления по анионному составу и к магниевому-натриевому засолению по катионам.

Сравнение данных по засолению аллювиальных почв, полученных в 1970 г., с результатами исследований 2011—2013 гг. показало тенденцию к повышению содержания солей, по-видимому, за счет их поступления в почву вместе с оросительной водой, минерализация которой в последние годы заметно повышается.

При многолетнем интенсивном сельскохозяйственном использовании дельтовых почв Нила содержание тяжелых металлов оставалось значительно ниже ПДК (табл. 4). Содержание железа в почве не нормируется; в верхнем слое оно составляло 14,2; 7,85 и 6,92 мг/кг в аллювиальной супесчаной, аллювиальной карбонатной и лугово-аллювиальной почвах соответственно. По содержанию марганца и цинка данные почвы являются бедными и нуждаются во внесении этих металлов в качестве микроэлементов. Содержание меди в верхнем слое аллювиальной карбонатной почвы соответствовало уровню средней обеспеченности этим микроэлементом. В аллювиальной супесчаной и лугово-аллювиальной глинистой почвах этот показатель был незначительным — данные почвы по содержанию меди относятся к бедным. Что касается свинца, то его количество соответствовало уровню 0,1 ПДК.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в аллювиальных почвах, мг/кг

Глубина, см	Металлы				
	Fe	Mn	Cz	Cu	Pb
Аллювиальная супесчаная почва					
0—30	14,2	8,2	3,2	1,2	0,26
30—45	12,1	6,7	1,4	0,5	0,15
45—105	12,4	4,3	2,2	0,4	0,15
105—150	8,3	3,5	1,2	0,2	0,10
Аллювиальная карбонатная суглинистая почва					
0—25	7,85	7,21	3,85	2,82	0,51
25—50	4,56	6,80	3,22	2,31	0,47
50—120	3,92	3,42	2,27	2,72	0,56
Лугово-аллювиальная глинистая почва					
0—20	6,92	4,35	1,89	0,30	0,34
20—60	5,50	4,20	2,10	0,20	0,25
60—130	5,20	4,00	1,85	0,32	0,36

Сравнительное изучение химических свойств почв показало, что в результате сорокалетнего мелиоративного и сельскохозяйственного воздействия произошло снижение содержания гумуса в 1,3 раза; значения актуальной кислотности в аллювиальной супесчаной и аллювиально-карбонатной почвах увеличилось на 0,3—

0,4 единицы. Также за этот период ухудшилось соотношение C/N — примерно на 20% — и увеличилось содержание водорастворимых солей.

Таким образом, аллювиальные почвы восточной части дельты Нила характеризуются высоким разнообразием свойств, что связано с различиями ландшафтно-геохимических условий и пестроты почвообразующих пород. За 40-летний период мелиоративного и интенсивного сельскохозяйственного использования аллювиальных супесчаных почв, аллювиально-карбонатных суглинистых и лугово-аллювиальных глинистых почв произошло их уплотнение, некоторое снижение водопроходной структуры и уменьшение содержания гумуса в верхнем слое примерно на 30%, а также повысилось содержание солей. При этом загрязнение почв тяжелыми металлами не отмечено.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Ельников И.И.* Концепция, методические принципы и задачи оперативной диагностики устойчивости плодородия почв // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 16.
- [2] *Кирюшин В.И.* Экологическая устойчивость агроландшафтов и почв: определение и классификации // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 6—7.
- [3] *Хитров Н.Б.* Представление об устойчивости почв к внешним воздействиям // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 3—6.
- [4] *Хитров Н.Б.* Теоритические и методические аспекты исследования закономерностей изменения почв под влиянием антропогенных воздействий // Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова. — М., 2011. — С. 13—24.

FEATURES OF CHANGING OF ALLUVIAL SOILS OF THE EAST PART OF THE NILE DELTA AT ANTHROPOGENOUS INFLUENCES

Khalil Mohamed Mahmoud Nabil¹,

A.V. Shuravilin¹, E.A. Piven²

¹Department of soil science and agriculture

²Department of public health, health care and hygiene
Peoples' Friendship University of Russia

Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The results of researches concerning changes of properties of alluvial soils of the Nile valley are stated in work. The morphological structure, agrophysical and chemical properties of the alluvial sandy soil, alluvial loamy and meadow and alluvial clay soils of the Nile Delta are studied. It is revealed that the meadow and alluvial soils possess epy most favourable qualities. As a result of long-term meliorative and agricultural influence there was some deterioration of physical and chemical properties of alluvial soils.

Key words: alluvial soil, stability, the Nile Delta, structure, salinization, granulometric structure, agrophysical properties, chemical composition, heavy metals.

REFERENCES

- [1] *El'nikov I.I.* Концепция, методические принципы и задачи оперативной диагностики устойчивости плодородия почв // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 16.
- [2] *Kirjushin V.I.* Экологическая устойчивость агроландшафтов и почв: определение и классификации // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 6—7.
- [3] *Hitrov N.B.* Представление об устойчивости почв к внешним воздействиям // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. — М., 2002. — С. 3—6.
- [4] *Hitrov N.B.* Теоретические и методические аспекты исследования закономерностей изменения почв под влиянием антропогенных воздействий // Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова. — М., 2011. — С. 13—24.