

Сейтказиев А.С., Манкешева О.Т.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ  
НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

*A.S. Seitkaziev, O.T. Mankesheva*

**ECOLOGICAL GROUND OF TECHNOGENIC DEGRADATION OF SOILS  
ON IN SALT EARTH**

УДК: 574.3:631.95

*На основании результатов многолетнего исследования предложен системный подход к изучению признаков антропогенной деградации гумуса на разных уровнях его структурной организации, разработан комплекс показателей, позволяющих оценить характер и степень выраженности признаков в зависимости от природы факторов, характера антропогенной нагрузки, вида деградации, специфики нарушения условий гумификации. Для оценки роли климата в формировании почв, определены показатель гидротермического режима, отражающий соотношение тепла и влаги в природных условиях.*

*On the basis of results of long-term research approach of the systems offers to the study of signs of anthropogenic degradation of humus on the different levels of his structural organization, the complex of indexes, allowing to estimate character and degree of expressed of signs depending on nature of factors, character of the anthropogenic loading, type of degradation, specific of violation of terms of humification, is worked out. For the estimation of role of climate in forming of soils, certain index of the hydrothermal mode, reflecting соотношен.*

Большая часть Казахстана располагается в засушливой зоне и около 66% ее территории в разной степени подвержено процессам опустынивания. По предварительным расчетам, ущерб от деградации пастбищ, упущенного дохода от эрозии пашни, вторичного засоления и других причин составляет около 300 миллиардов тенге. Проблема опустынивания и деградации земель, представляющая реальную внутреннюю угрозу для Казахстана, постепенно может перерасти в трансграничную проблему в результате возникновения пылесолевых бурь и переноса загрязняющих веществ воздушными массами на большие расстояния. Деградацию земель вызывают многочисленные факторы, включая экстремальные погодные явления, особенно засухи, и деятельность человека, приводящая к загрязнению или деградации качества почв и пригодности земли, что негативно сказывается на производстве пищевых продуктов, средствах к существованию, производстве и предоставлении других продуктов и услуг экосистем[1-2].

В условиях аридной зоны является наиболее активным деградирующим фактором, при котором почвы в значительной степени утрачивают свои природные свойства. Формирование его в пределах

оазисов, как вторичное образование, связано с уровнем залегания и минерализацией грунтовых вод. Засоление является не просто следствием орошения, но оно является естественным процессом, характерным для всех межгорных, аллювиальных и пролювиальных условий аридной зоны. Критическая глубина грунтовых вод при которой интенсивно протекает засоление в условиях хлопкосеющих регионов Центральной Азии(ЦА) составляет в среднем 2,0–2,5м. Не рекомендуется допускать их уровень выше этих величин. При близком залегании уровня грунтовых вод темпы вторичного засоления растут.

Засоление ухудшает физико-химические свойства почв, снижает эффективность минеральных удобрений, угнетает культурные растения. Причем, хлоридные и сульфатно-хлоридные, а также хлоридно-натриевые, хлоридно-магниевые, углекисло-натриевые соединения при их малом количестве в отдельности губительно действует при развитии сельскохозяйственных растений. Повышение содержания солей 0,3–0,5% плотного остатка нарушает физиологическую функцию культурных растений, снижается урожайность и качество продукта. В орошаемом земледелии различаются четыре стадии проявления вторичного засоления: мелкопятнистое, пятнистое, крупнопятнистое и сплошное. Все эти формы засоления характерны для орошаемых почв ЦА.

Проблема почвенного засоления трудно поддается регулированию в орошаемом земледелии, история которого датируется в Средней Азии более 8 тыс. лет. По археологическим данным засоление стало причиной упадка или перемещения целой цивилизации. В этой связи возникает вопрос по регулированию негативных почвенных процессов прежде всего засоления, препятствующих в проблеме производства продуктов питания. Засоление почвы, как правило, сосредоточено в равнинных дельтово-долинных районах, где почвогрунты сложены преимущественно из тяжелых отложений, а уклоны поверхности земли очень небольшие. В равнинах грунтовые воды почти не имеют регионального оттока и залегают близко к поверхности почвы. Динамика грунтовых вод здесь регулируются испарением и транспирацией. Даже в вегетационных период 35% подаваемой воды на орошение хлопчатника расходуется на испарение,

водно-растворимые соли перемещаются из глубинных слоев на поверхность почв.

Технологическая отсталость промышленности и сельского хозяйства, экстенсивное использование природных ресурсов привели к значительной деградации почв Казахстана. Опустыненные и засоленные территории занимают более 50 тыс. км<sup>2</sup> в бассейне Аральского моря и Балхаша. Сокращается плодородие пойменных почв Иртыша в связи с зарегулированием стока и многолетним полиметаллическим производством. Особенно остро проблема деградации почв проявляется в Северном Казахстане – зоне зернового земледелия. За период многолетней распашки целинных земель содержание гумуса уменьшилось на 5-20 % и более. Из 4,3 млрд. т запасов гумуса пахотного слоя 0-25 см безвозвратно утрачено за счет минерализации органического вещества, выноса с урожаем, при водной и ветровой эрозии 1,2 млрд. т или 28,3 %. Одновременно плодородие почв снижается за счет ухудшения ее агрофизических свойств, в основном вследствие уплотнения почвы машинами. В зерновых районах севера республики 17,8 млн. га потенциально подвержены дефляции и 2,6 млн. га страдают от сильной ветровой эрозии. Согласно последней инвентаризации орошаемых земель половина из них нуждается в мелиоративном улучшении или восстановлении плодородия. Среди факторов, вызывающих деградационные изменения свойств почв, различают факторы природного, агрогенного и техногенного происхождения (Кузякова, 1995; Ведерников, Ворожкова, 1997; Карманов, Булгаков, 1998). Деградация гумуса в почвах агроландшафтов наиболее часто проявляется при совместном воздействии природных и антропогенных факторов с возможным усилением негативного влияния одного или обоих факторов (Кузякова, 1995; Черников и др., 1995)[3-6].

Признаки водно-эрозионной деградации гумуса в почвах разных климатических зон охарактеризованы преимущественно по масштабам потерь гумуса, изменению его группового и фракционного состава, потерям гуминовых кислот из верхней части профиля (Грызлов и др., 1975; Скрыбина, 1980; Опенлендер, 1980; Мукатанов и др., 1982; 1984; Шурикова, 1987; Кириллов, Хазиев, 1993; Русанова, 1995; Ковалева, Танасиенко, 1996; Танасиенко, 2002); лишь в отдельных работах содержатся сведения о деградации гумуса на уровне элементарных почвенных частиц (Танасиенко, 1977; 1981; Макарова и др., 1985) и молекулярных структур гуминовых кислот (Скрыбина, 1980; Licznarek. al., 1985; 1988). Многими авторами изучено изменение физических, химических, физико-химических и биологических свойств почвы при агротехногенных воздействиях, вызванных строительством осушительных мелиоративных систем, в то же время

литературные сведения о влиянии дренажа на состояние гумуса немногочисленны и часто противоречивы. Наименее изученным является вопрос о влиянии на состояние гумуса техногенных воздействий, вызванных строительством трасс магистральных трубопроводов (МТ). Отдельными авторами изучено изменение физических, химических, биологических свойств и биопродуктивности почвы после строительства МТ; выявлена зависимость морфологии профиля, состава и свойств техногенной почвы от степени разбавления материалом минеральных горизонтов, материнской и подстилающей пород. Вследствие более глубокого нарушения почвенного покрова в техногенных почвах фиксируются значительно большие размеры потерь гумуса по сравнению с мелиорированными почвами (Гельцер и др., 1990; 1993). Изменение качественных характеристик гумуса при техногенных воздействиях не изучено[5-6].

Анализ имеющейся в литературе информации о влиянии разных факторов на состояние гумуса свидетельствует об отсутствии системного подхода к изучению признаков деградации. Отмеченные при изучении практически каждого из факторов фрагментарность, разобщенность и противоречивость результатов в значительной мере затрудняют их обобщение и выявление надежных критериев для оценки признаков деградации.

При оценке процессов почвообразования в аридных условиях целесообразно рассматривать только основные факторы – климат, гидрогеологические условия, подстилающие породы и биологическую продуктивность растительности.

Климат территории области резко – континентальный, крайне засушливый. Средняя температура января - минус 4–9°С, июля - плюс 25–29° С. Годовое количество осадков 100 – 150 мм. Большая часть территории занята полынно-солончаковой пустыней с участками кустарниковой растительности на бурых почвах: поверхность частично покрыта солончаками, такыровидными солонцами и песками с крайне редкой растительностью.

В летнее время режим ветра в Мангистауской области, как и на большей части Казахстана, резко изменяется. Высокие температуры воздуха теплого времени года и большая прогреваемость континента приводят к значительной перестройке барического поля в целом на территории Евразии. Над территорией Центральной Азии летом преобладает малоградиентная область низкого давления.

Скорость ветра по всей территории Мангистауской области в летние месяцы достигает минимума. Средняя скорость ветра в июле колеблется от 2,5 до 5 м/с. К наиболее ветренным районам (4,5-5,0 м/с) относятся побережья полуостровов Бозащы и Тупкараган и остров Кулалы.

В летние месяцы, в отличие от других сезонов года, по всей территории Мангистауской области четко проявляется суточный ход скорости ветра с минимумом ночью (перед восходом солнца) и максимумом - днем (после полудня). Температура воздуха является одним из важнейших элементов климата, определяющим характер и режим погоды. Распределение средних годовых значений температуры воздуха в Казахстане, в основном, определяется радиационными факторами физико-географической неоднородностью подстилающей поверхности [5,8-10].

Для оценки роли климата в формировании почв наиболее подходящим является показатель гидротермического режима, отражающий соотношение тепла и влаги в природных условиях [9-10].

$$\bar{R} = \frac{R}{LOc} \text{ для автоморфных условий} \quad (1)$$

$$\bar{R} = \frac{R}{L(Oc + E\bar{a})} \text{ для гидроморфных условий} \quad (2)$$

где:  $\bar{R}$  – показатель гидротермического режима;  $R$  – радиационный баланс, кДж/см<sup>2</sup> в год;  $O_c$  – сумма атмосферных осадков, см;  $E_r$  – испарение с поверхности грунтовых вод, см;  $L$  – скрытая теплота парообразования, кДж/см<sup>3</sup> в год.

Выбор этого показателя обусловлен тем, что он определяет баланс поверхностных и почвенных вод и условия почвообразования. В природных условиях основными статьями баланса поверхностных и почвенных вод являются испарение ( $E$ ) и влагообмен между почвенными и грунтовыми водами ( $g$ ).

Поверхностный сток при  $\bar{R} > 2$  отсутствует [10].

Величины водообмена между почвенными и грунтовыми водами, а также испарения определяются в зависимости от [10-12]:

$$g_a = \exp(-\bar{R}) \quad (3)$$

$$g_z = g_a - \bar{R}(1 - \bar{A})^{1.5} \quad (4)$$

$$E = 1 - g \quad (5)$$

где:  $g_a, g_z$  – влагообмен в автоморфных и гидроморфных условиях, доли от суммы осадков;  $E$  – испарение, доли от суммы осадков;  $\bar{A} = \Delta / \Delta_0$ ;  $\Delta$  – глубина залегания грунтовых вод, м;  $\Delta_0$  – глубина грунтовых вод, при которых испарение с их поверхности равно 0, м. Полученные результаты затрат солнечной энергии на почвообразование приведены в таблице 1.

Основными показателями гидрогеологических условий являются глубина залегания и минерализация грунтовых вод, м, г/л, показателями подстилающих пород – содержание солей, а показателями почв – плодородие (баллы) и продуктивность (т/га).

Анализ имеющихся данных показывает, что засоление аридных почвах в природных условиях наблюдается при следующих условиях [5-10]:

$$g \leq \frac{1}{2} \ln \frac{C_2}{C_1} \quad (6)$$

где:  $C_1$  – допустимая минерализация почвенного раствора, г/л;  $C_2$  – минерализация грунтовых вод (в гидроморфных условиях) или минерализация почвенного раствора на глубине сезонного промачивания почв (в автоморфных условиях), г/л.

Обобщение натуральных и теоретических данных показывает, что при  $\bar{R} \leq 3$  и  $C_2 \leq 4$  г/л формируются незасоленные, или глубоко засоленные почвы [9-11]. Зависимость плодородия и продуктивности почв в природных условиях от величины свидетельствует о том, что наиболее плодородные и продуктивные почвы формируются при значениях  $0,8 \leq \bar{R} \leq 1,1$  и отсутствии засоления. Изменение гидротермического режима в ту или иную сторону сопровождается снижением плодородия и продуктивности почв. [5,9].

Таблица 1.

Определение затраты солнечной энергии на почвообразования

культуры	$\Sigma t, OC > 10^{\circ}C$	$R_{ф.ар.}, кДж/см^2$	Оросительные нормы, Ор, мм	Осадки $O_c$ , мм;	$O_p + O_c$ , мм	$R = R/oc$	$R = R/(oc+op)$	Тепловой поток $Q_{т.}, кДж/см^2$	Испаряемость $E$ , мм/месяц	Испарение мм/час	Влагообмен (Авто), $g_a$	Влагообмен (Гидро), $g_r$
Люцерна	3200	165	800	220	1020	3,0	0,65	105	190	165	0,52	0,47
Озимая пшеница	1450	107	320	170	490	2,5	0,87	73	220	92	0,42	0,36
Кукуруза на зерно	2950	56	400	230	530	2,7	1,18	103	170	144	0,31	0,23

Сахарная свекла	2850	153	710	240	950	2,6	0,64	105	200	132	0,53	0,48
Овощи	2350	136	470	220	690	2,5	0,79	94	80	114	0,45	0,40

Орошение земель и перевыпас пастбищ коренным образом нарушили природные условия почвообразования. Последствия этих нарушений привели к деградации почв. Создание гидроморфного режима и использование минерализованных дренажных вод для полива потребовали создания промывного режима орошения, интенсивность которого  $\geq 40\%$  от величины оросительной нормы. Такой режим орошения неизбежно приводил к переувлажнению почв и снижению их плодородия и продуктивности. С другой стороны, уменьшение промывного режима сопровождалось засолением почв. Таким образом, нарушение природных процессов почвообразования привело к тому, что снижение плодородия и продуктивности почв стало неизбежным.

В существующих условиях, при оросительной норме нетто 5-7 тыс. м<sup>3</sup>/га и сумме атмосферных осадков вегетационного периода 100 мм, величина  $\bar{R} = 0,64-1,1$ , а продуктивность почв – 0,65-0,7 от потенциальной (при засолении почв продуктивность снижается еще на 15-75 %, в зависимости от содержания солей) [5].

Концепция широкого развития орошения в бассейне предусматривала трансформацию автоморфного режима в гидроморфный с подъемом грунтовых вод до глубины 2-2,5 м и поддержание их на этой глубине при помощи дренажа. После 1991 г состояние водохозяйственного комплекса в бассейне резко ухудшилось. Состояние существующей оросительной сети на 70 % площади в настоящее время характеризуется как неудовлетворительное. Более 70 % оросительных каналов не имеют противофильтрационных облицовок, КПД системы каналов в среднем по бассейну не превышает 0,5-0,6 [5]. Интенсивность существующего дренажа не достаточна; дренажем обеспечено всего около 60 % всех орошаемых земель, причем более 60 % существующего дренажа находится в нерабочем состоянии. На значительной площади орошаемых земель (более 35%) уровни грунтовых вод залегают на глубине менее 2 м [5]. Площади засоленных земель увеличились с 55 % в 2010 г до 60 % в 2012г.

Комплекс разработан на сероземно-луговых среднесуглинистых почвах, сформированных на покровных суглинках, подстилаемых моренной, и может быть применен для изучения признаков деградации гумуса более широкого ряда почв полупустынной зоны (при идентичности механического состава и почвообразующих пород). Основные результаты отражены в следующих выводах.

1. Устойчивость гумуса к деградации при неблагоприятных воздействиях является отражением

природных условий гумусообразования, определяющих параметры гумусовой системы и характер ответных реакций её компонентов. Главную роль в обеспечении устойчивости гумуса и в диагностике признаков его деградации выполняют гуминовые кислоты, что обусловлено особенностями их структуры, разнообразием форм и специфичностью свойств органоминеральных производных, рефлекторностью к смене экологической ситуации.

2. Признаки деградации гумуса в сероземно-луговых почвах и их механических частицах зафиксированы при действии ряда факторов агрогенного, природно-агрогенного и техногенного происхождения на разных уровнях структурной организации: общей совокупности органических веществ, групп гумусовых веществ, фракций гумусовых кислот, молекулярных структур гуминовых кислот.

3. Общим признаком деградации гумуса независимо от природы изученных факторов и вида деградации является дегумификация, которая рассматривается как ослабление процесса гумификации на разных стадиях формирования гуминовых кислот, приводящее к изменению фракционного состава ГК, снижению их содержания, упрощению структуры и, как следствие, к ухудшению качества и потере определенного количества гумуса.

4. Механическая деградация гумуса как следствие изменения гранулометрического состава почвы при водно-эрозионных и техногенных воздействиях обусловлена количественным перераспределением фракций ЭПЧ с возрастанием роли ила и снижением роли пылеватых частиц в балансе гумуса и гумусовых кислот.

Ухудшение состояния почвенного покрова может быть связано как с естественными, так и с антропогенными факторами. К основным последствиям хозяйственной деятельности человека можно отнести: почвенную эрозию, загрязнение, истощение и подкисление почв, их засоление и осолонцевание, переувлажнение и оглеение, деградацию минеральной основы почв, их обеднение минеральными веществами и дегумификацию.

#### Литература:

1. Деградация и охрана почв. //Под ред. Добровольского Г.В. Москва, 2002, -654с.
2. Зимовец Б.А., Хитров Н.Б., Кочеткова Г.Н., Чижикина Н.П. Оценка деградации орошаемых почв. // Почвоведение, 1998, №9, С.1119-1126.
3. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв.- М.: издательство МГУ, 1996, -334с.

4. Мирцхулава Ц.Е. Деградация почв и пути предсказания неблагоприятных ситуаций при орошении. // Почвоведение. 2001, №12, С.1503-1510.
5. Сейтказиев А.С., Салыбаев С.Ж., Байзакова А.Е., Музбаева К.М. Экологическая оценка продуктивности улучшения засоленных земель в пустынных зонах республики Казахстан Тараз, 2011,-274с
6. Овчинникова М.Ф. Мониторинг гумусного состояния дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом // "Почвенно-экологические аспекты рационального землепользования". М. 1997. С.126-134.
7. Овчинникова М.Ф. Влияние различных факторов на гумусное состояние пахотной дерново-подзолистой почвы // Сб. "Развитие почвенно-экологических исследований" (Ред.Минеев В.Г., Головков А.М.). М.: МГУ. 1999. С.154-162.
8. Овчинникова М.Ф. Влияние факторов природного и техногенного происхождения на свойства и биопродуктивность дерново-подзолистой почвы// Агрохимия. 2001. №8.С.18-26
9. Мустафаев Ж.С., Сейтказиев А.С., Успанова Б.Б. Методические основы оценки экологического потенциала ландшафта// Международн. заочную научно-практ. Конф.Россия, г. Новосибирск, 4 апреля 2012 г. С.4-7
10. Панкова Е.И., Айдаров И.П. Вторичное засоление почв в бассейне Аральского моря как проявление антропогенного опустынивания. // Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в республике Узбекистан. Ташкент, 1999, С. 59-76.
11. Абдуллаев А.К. Проблемы деградации земель как результат их нерационального сельскохозяйственного использования и пути улучшения ситуации. // <http://www.caresd.net/land/01.html>

Рецензент: д.т.н. Татыбеков А.