ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

О.Г. Ерохина, К.М. Пачикин, Р.М. Насыров

*Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова,
050060, Алматы, пр-т аль-Фараби, 75в, Казахстан*

Изучены основные факторы антропогенной трансформации почв различных зон, процессы, происходящие в почвах в результате их воздействия. Проведенные исследования показали, что антропогенная трансформация почв в пределах обследованной территории носит многофакторный и комплексный характер. Степень и формы проявления антропогенной трансформации почв существенным образом различаются для почв горных территорий и предгорных равнин. Основным фактором трансформации предгорных почв является их использование под пашню, в том числе орошаемую; деградация горных почв связана преимущественно с пастбищными нагрузками.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования по оценке современного состояния почвенного покрова охватили западную часть северного склона хр. Заилийский Алатау, северный склон хр. Кетмень, Чу-Илийские горы и прилегающие предгорные равнины. Подобные исследования на этой территории ранее не проводились. Для достоверной оценки степени трансформации почв в результате антропогенного воздействия закладывались парные разрезы на нарушенных и ненарушенных участках, идентичные по условиям залегания.

Проведенные в рамках темы исследования показали, что антропогенная трансформация почв в пределах обследованной территории носит многофакторный и комплексный характер. Степень и формы проявления антропогенной трансформации почв существенным образом различаются для почв горных территорий и предгорных равнин. Основным фактором трансформации предгорных почв является их использование под пашню, в том числе орошаемую; деградация горных почв связана преимущественно с пастбищными нагрузками.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

При изучении факторов антропогенного воздействия на почвы необходимо знать их влияние по всей исследуемой террито-

рии. Поэтому применялся универсальный сравнительно-географический метод исследований, позволяющий выявить изменения свойств почв во взаимосвязи с основными природными факторами почвообразования. Работы по изучению антропогенной трансформации почв проводились параллельно с составлением почвенной карты и поэтому были охвачены все основные ландшафты территории с различной хозяйственной деятельностью. Для выявления степени изменения почв в результате хозяйственной деятельности закладывались парные разрезы на нарушенных и ненарушенных участках, идентичные по условиям залегания.

Оценка изменений проводилась на основе данных анализов следующих физико-химических свойств почв: гумус, по И.В. Тюрину; общий азот, по И.Г. Кьельдалю; CO₂ карбонатов, объемным методом; рН, потенциометрическим методом; обменные катионы Ca, Mg, Na, K; подвижный (гидролизуемый) азот, по Тюрину; подвижные фосфор и калий, по Мачигину; гранулометрический состав, по Качинскому; состав солей (водная вытяжка).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Трансформация почв горных террито-
рий

Особенности формирования почвенного покрова горных территорий позволяют

оценивать горы как особый тип природной среды, где динамика экзогенных процессов обуславливает высокую уязвимость экосистем при антропогенном воздействии.

Основным фактором деградации почвенно-растительного покрова горных территорий является пастбищная дигрессия. Перевыпас проявляется, прежде всего, в нарушении растительного покрова, местами до полного его уничтожения, сопровождаемым переуплотнением и разрушением поверхностных горизонтов почв. Это приводит к длительному сохранению подвижности грунтов на склонах, погребению под обломочным материалом почв, изменению их температурного и водного режимов. Резкое усиление жидкого и твердого поверхностного стока обуславливает образование оползней и осыпей, обнажение подстилающих пород, и иногда даже служит причиной разрушительных ливневых селей [1-6].

В результате полевых исследований было выявлено, что за последние десятилетия некоторое снижение пастбищной нагрузки отмечается лишь в высокогорной зоне. Состояние почвенно-растительного покрова горной лесо-лугово-степной и степной зон заметно ухудшилось, несмотря на сокращение поголовья скота, что связано с почти круглогодичным использованием этой территории под пастбища вследствие экономически обусловленной невозможности отгона скота на зимовки. Чрезмерные пастбищные нагрузки приводят к формированию специфического ландшафта с характерными, террасированными пастбищными тропами склонами, выбитыми, лишенными растительности местами водопоев и загонов, многочисленными эрозионными промоинами по скотопрогонным тропам. Полевое обследование территории показало, что площадь скотопрогонных троп на склонах достигает 20 %, а трансформированных в той или иной степени почв – до 80 %. Естественный почвенно-растительный покров горных склонов у поселков практически полностью уничтожен, местами с обнажением подстилающих пород и образо-

ванием крайне эродированных поверхностей типа бедлендов. Некоторое восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова происходит лишь в условиях сглаженного рельефа платообразных водоразделов и межгорных долин. На крутых и обрывистых склонах, особенно южной, западной и близких к ним экспозиций, нередки оползни и осыпи, образованные при обломе пастбищных троп, обнажения подстилающих плотных пород. Подобные нарушения почвенного покрова горных склонов даже при прекращении воздействия являются практически необратимыми. Отмеченное местами задержание троп происходит лишь за счет ксерофитных видов растительности.

Сравнение морфологического профиля ненарушенных горных почв с их аналогами на пастбищных тропах обнаруживает очень сильную степень деградации последних. Профиль нарушенных почв сильно иссушен, гумусовые горизонты характеризуются осветленной окраской с преобладанием бурых тонов, уменьшение их мощности достигает 12-18 см, т. е. практически полностью уничтожается аккумулятивно-гумусовый горизонт исходных почв. Слабо выраженный пылеватый тонкокорешковатый поверхностный горизонт нарушенных почв сильно уплотнен, практически не отличается по цвету от нижележащего. Щебнистый рыхляк плотных пород залегает ближе к поверхности на 20-30 см. Вследствие уменьшения мощности гумусового горизонта нарушенных почв по сравнению с ненарушенными аналогами, глубина залегания карбонатов заметно уменьшается. При этом у нарушенных почв прослеживается тенденция к уменьшению глубины карбонатных выделений по отношению к нижней границе гумусового горизонта, что связано с иссушением внутрипочвенного климата из-за уничтожения растительного покрова (таблица 1).

Обобщение и сравнительный анализ данных лабораторных исследований по основным химическим и физико-химическим свойствам целинных и антропогенно-нарушенных горных почв (табли-

ца 2) позволил сделать следующие выводы о закономерностях и формах проявления трансформации почв при пастбищной дигрессии.

1. Независимо от типовой принадлежности почв потери гумуса в дерновых горизонтах трансформированных почв можно оценивать как 100 % -ные, поскольку

данные по содержанию гумуса (как и морфологическое строение характеризуемых почв) свидетельствуют о полном их уничтожении: горизонты А нарушенных почв по своим основным химическим и физико-химическим свойствам в целом соответствуют горизонтам А₂ целинных почв.

Таблица 1 - Изменение основных морфологических свойств почв горных пастбищ

№ раз	Тип угодья	А+В, см	Глубина, см		
			вскипание	карбонатные выделения	подсти- лающие породы
Горно-луговая альпийская дерновая иллювиально-гумусовая, 3050 м абс.					
1/04	ненаруш. уч-к	40	отсутствует	отсутствует	70
1А/04	паст. тропа	28	отсутствует	отсутствует	40
Горно-луговая субальпийская дерновая иллювиально-гумусовая, 2665 м абс					
3/04	ненаруш. уч-к	45	отсутствует	отсутствует	85
3А/04	паст. тропа	40	отсутствует	отсутствует	60
Горно-лесная темноцветная моховопокровная, 2445 м абс.					
4/04	ненаруш. уч-к	72	72	72	105
4А/04	паст. тропа	60	60	60	85
Горно-лесная темноцветная моховопокровная, 2200 м абс.					
7/04	ненаруш. уч-к	52	отсутствует	отсутствует	90
7А/04	паст. тропа	40	отсутствует	отсутствует	65
Горная лугово-степная, 2360 м абс					
5/04	ненаруш. уч-к	40	50	50	70
5А/04	паст. тропа	36	38	38	60
Горно-степная, 2200 м абс.					
6/04	ненаруш. уч-к	40	22	22	70
6А/04	паст. тропа	33	15	15	46
Горно-лесная черноземовидная, 1710 м абс.					
12/04	ненаруш. уч-к	55	70	70	135
12А/04	паст. тропа	47	37	67	120
Горный чернозем выщелоченный					
2/03	ненаруш. уч-к	55	65	65	90
2А/03	паст. тропа	30	33	33	60
Горный чернозем типичный					
3/03	ненаруш. уч-к	60	50	60	100
3А/03	паст. тропа	42	20	30	80
Горный чернозем обыкновенный, 1680 м абс					
8/04	ненаруш. уч-к	54	47	47	120
8А/04	паст. тропа	48	40	40	100
Горный чернозем южный пониженновскипающий, 1630 м абс					
9/04	ненаруш. уч-к	44	44	50	80
9А/04	паст. тропа	37	37	40	90
Горный чернозем южный карбонатный					
1/03	ненаруш. уч-к	43	с поверхности	43	100
1А/03	паст. тропа	32	с поверхности	38	80
Горная темно-каштановая пониженновскипающая, 1575 м абс					
10/04	ненаруш. уч-к	40	40	45	80

10А/04	паст. група	38	38	40	75
--------	-------------	----	----	----	----

Таблица 2 – Сравнительная характеристика основных химических свойств ненарушенных и антропогенно-трансформированных почв горных пастбищ

Генетич. гор-т	Глубина образца, см	Гумус, %	Валовой азот, %	CaCO ₃ , %	Обменные катионы, мг-экв на 100г почвы							Гидролит. кислотность, мг-экв на 100г почвы	РН водн.
					Ca	Mg	Na	K	Al	H	сумма		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Разрез 3/01 - Горно-луговая субальпийская среднесуглинистая													
A ₁	0-9	13,6	0,764	-	31,2	7,6	н/о	н/о	0,06	0,17	39,03	5,51	6,2
A ₂	9-18	8,8	0,491	-	25,5	5,7	-	-	0,03	0,08	31,31	4,34	6,5
B ₁	19-29	5,6	0,320	-	20,8	5,7	-	-	0,04	0,08	26,62	3,51	6,7
B ₂	30-40	4,4	0,277	-	20,8	7,1	-	-	0,03	0,08	28,01	2,51	6,8
C	55-65			-			-	-					7,0
Разрез 3A/01 - Антропогенно-нарушенная горно-луговая субальпийская среднесуглинистая													
A	0-5	8,3	0,493	-	18,9	2,8	н/о	н/о	0,04	0,25	21,99	5,85	6,1
AB	5-13	8,1	0,346	-	17,0	3,8	-	-	0,04	0,25	21,09	5,51	6,1
B	14-24	3,8	0,274	-	9,4	2,4	-	-	0,05	0,25	12,10	3,01	6,1
C	30-40			-			-	-					5,2
Разрез 2/03 - Горный чернозем выщелоченный среднесуглинистый													
A ₁	0-10	16,9		-	49,5	8,6	0,21	0,20	-	0,23	58,74	5,72	6,7
A ₂	15-25	11,0		-	34,3	2,4	0,28	0,09	-	0,25	37,32	5,25	6,7
B ₁	30-40	6,5		-	29,5	4,3	0,23	0,06	-	0,19	34,28	4,29	6,9
B ₂	44-54	4,7		-	27,1	6,7	0,22	0,07	-	0,16	34,25	3,66	7,0
C	80-90			35,15					-				8,4
Разрез 2A/03 - Антропогенно-нарушенный горный чернозем выщелоченный среднесуглинистый													
AB	0-10	5,9		-	30,9	3,3	0,19	0,07	-	0,09	34,55	0,95	7,9
B	17-27	5,4		-	30,9	3,8	0,17	0,07	-	0,09	35,03	0,95	8,1
C	50-60			23,96					-			-	8,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Разрез 3/03 - Горный чернозем типичный среднесуглинистый													
A ₁	0-10	12,9		-	51,4	9,5	0,21	0,82	-	0,18	36,01	н/о	6,8
A ₂	17-27	8,8		-	30,0	4,8	0,18	0,42	-	0,14	35,54	-	7,2
B ₁	33-43	6,7		-	22,4	6,2	0,17	0,41	-	0,18	29,36	-	7,7
B ₂	48-58	5,3		7,98	26,7	0,5	0,21	0,46	-		27,87	-	8,0
BC	65-75			36,27					-			-	8,4
C	90-100			24,76					-			-	8,4
Разрез 3A/03 - Антропогенно-нарушенный горный чернозем типичный среднесуглинистый													
A	0-8	8,3		-	30,5	4,3	0,19	0,46	-		35,45	н/о	7,0
B ₁	14-24	6,5		1,59	24,8	1,9	0,21	0,29	-		27,20	-	7,2
B ₂	31-41	2,7		17,10	22,4	0,5	0,19	0,22	-		23,21	-	8,3
BC	46-56	1,6		31,47	16,2	1,0	0,09	0,18	-		17,47	-	8,4
C	70-80			33,56					-			-	8,5
Разрез 1/03 - Горный чернозем южный карбонатный среднесуглинистый-													
A ₁	0-6	5,4		2,64	20,0	0,5	0,17	0,40			21,07	н/о	7,8
A ₂	7-17	4,7		3,82	17,6	1,0	0,18	0,19			18,97	-	8,2
B ₁	21-31	3,5		6,55	18,1	1,4	0,20	0,15			19,85	-	8,2
B ₂	33-43	2,6		13,26	16,2	1,4	0,18	0,12			17,90	-	8,3
BC	50-60			17,58								-	8,3
C	90-100			19,96								-	8,6
Разрез 1A/03 - Антропогенно-нарушенный горный чернозем южный карбонатный среднесуглинистый													
A	0-10	2,5		4,39	14,3	1,9	0,21	0,19			16,60	н/о	8,4
B ₁	1-21	2,8		9,28	15,2	0,5	0,20	0,09			15,99	-	8,4
B ₂	23-33	1,4		12,47	13,8	1,0	0,21	0,10			15,11	-	8,4
BC	36-46			11,51								-	8,6
C	70-80			19,91								-	9,3

2. По сравнению с горными черноземами выщелоченными и типичными, у которых, несмотря на сильные поверхностные нарушения, обнажившиеся горизонты почти не трансформированы (потери гумуса составляют 6-10 % при стабильных показателях содержания валового азота и емкости поглощения), нарушенные горно-луговые субальпийские почвы и горные черноземы южные обнаруживают сильную степень трансформации всего профиля, хотя и проявляющуюся по-разному. Эти данные согласуются с результатами исследований Джанпеисова Р.Д. по определению стойкости почв против размывающего действия воды, которые показали, что наименьшей размываемостью характеризуются горные черноземы типичные и отчасти выщелоченные [7].

3. При незначительных потерях гумуса (6 %), в поддерновых горизонтах нарушенной горно-луговой субальпийской почвы наблюдается резкое снижение емкости поглощения (на 44 %) за счет уменьшения содержания поглощенных Са и Mg (на 26 % и 51 % соответственно) на фоне увеличения поглощенного водорода при изменении реакции почвенных суспензий в сторону усиления кислотности. Для нарушенного горного чернозема южного характерно резкое снижение гумусности (потери достигают 47 % практически по всему профилю) при несколько усиливающейся щелочности почвенных суспензий и стабильных показателях емкости поглощения и состава поглощенных оснований. Такие различия в ответных реакциях почв на одинаковое по виду антропогенное воздействие объясняется, по-видимому, различной природой размываемости характеризуемых почв, определяемой для горно-луговых субальпийских почв железисто-фульватно-глинистым типом склеивания агрегатов, а для горных черноземов южных – рыхло-глинисто-гуматным [7].

4. Несмотря на визуально обнаруживаемые процессы восстановления нарушенных почв (зарастание троп, отсутствие свежих признаков сбоя растительности),

данные аналитического исследования этого не подтверждают. Содержание гумуса у нарушенных почв в горизонтах, залегающих глубже новообразованных дерновых горизонтов, зачастую даже несколько выше, чем в поверхностных.

5. Анализ полученных данных позволяет оценить антропогенную трансформацию характеризуемых почв как деградацию очень сильной степени. Однако проведенные исследования показывают, что различия в ответной реакции горных экосистем в общем и почв в частности на одинаковые по виду и интенсивности антропогенные воздействия неодинаковы и обуславливаются в первую очередь биоклиматическими особенностями формирования почвенного покрова. Установлено, что в ряду вертикальной ландшафтной зональности северного склона хр. Жетыжол наибольшей устойчивостью к антропогенным воздействиям характеризуются горные черноземы типичные и выщелоченные, что связано с оптимальными условиями увлажнения, определяемыми гидротермическим коэффициентом, близким к единице. Эти выводы согласуются с нашими предыдущими исследованиями [4, 8].

Трансформация почв предгорных равнин

Ведущим фактором антропогенной трансформации почв предгорных равнин является *богарное земледелие*. Несмотря на недостаточное количество атмосферных осадков (значение гидротермического коэффициента за теплый период года для предгорных равнин, за исключением пояса умеренно увлажняемых и засушливых степей предгорной степной зоны, составляет не более 0,3-0,6), их годовое распределение с зимне-весенним максимумом создает возможность для успешного выращивания здесь зерновых, кормовых и технических культур.

Антропогенная трансформация пахотных почв, помимо чисто механического нарушения строения поверхностных горизонтов (А и частично В₁) и переуплотнения подпахотного горизонта, связана прежде всего со снижением гумусности, обусловленным перемешиванием поверхностных

горизонтов, смывом и выдуванием гумуса в составе мелкозема, минерализацией гумуса и выносом элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур. Как показывают исследования, потери гумуса пахотных неорошаемых почв не ограничиваются только пахотным слоем, а захватывают более глубокие слои вплоть до 1 м. В количественном отношении эти потери существенно варьируют в зависимости от генетических свойств почв, рельефа, типа севооборота, системы обработки почвы, применения удобрений и могут достигать 50% [9, 10]. В соответствии с этим ухудшаются физические свойства, уменьшается емкость обмена, содержание микро- и макроэлементов и пр.

Развитие богарного земледелия в условиях увалисто-волнистых предгорных равнин приводит к усилению эрозионных процессов. Заметного проявления поверхностного смыва не наблюдается лишь при уклонах поверхности, не превышающих 3-5° [11], тогда как из общей площади богарной пашни предгорных равнин только 60% размещено на склонах с такой крутизной, а около 32% занимают склоны в 5-8°, и свыше 8° - более 8% богарной пашни. На средне- и сильносмытых почвах мощность гумусового горизонта уменьшается почти вдвое, количество водопрочных агрегатов снижается на 20 % [10].

Для оценки степени проявления земельческой деградации почв характерной территории были заложены парные разрезы на целине и пашне, залегающие в одинаковых условиях. Пахотные предгорные почвы по сравнению со своими целинными аналогами обнаруживают заметные изменения в морфологическом строении. Несмотря на то, что мощность гумусового горизонта уменьшается в целом незначительно, в процессе обработки разрушается верхний горизонт целинных почв (гор. А и частично В₁), подпахотный горизонт уплотняется. Для пахотных почв характерно также увеличение мощности переходного горизонта ВС и увеличение глубины залегания карбонатных новообразований. Кроме того, пахотные почвы, лишённые

естественной растительности, становятся поверженными процессам дефляции и водной эрозии, степень проявления которой находится в прямой зависимости от крутизны склонов (таблица 3).

При орошаемом земледелии почвы претерпевают еще более глубокую трансформацию, вызываемую как механическими и химическими воздействиями, связанными с агротехническими мероприятиями по обработке пашни, так и с изменением водного режима. Следствием последнего является смещение вглубь карбонатно-иллювиального горизонта и вымывание из профиля водорастворимых солей. Для орошаемых почв по сравнению с целинными аналогами характерным является менее дифференцированный по цвету и механическому составу профиль с растянутым гумусовым горизонтом (А+В) (таблица 3).

Для пахотных темно-каштановых, светло-каштановых почв и сероземов обыкновенных, наоборот, характерно увеличение содержания карбонатов в гумусовых горизонтах при стабильном положении карбонатного максимума.

Ухудшение гумусового состояния пахотных почв приводит к уменьшению емкости обмена пахотных горизонтов, но в процентном отношении выраженному не столь резко (сумма поглощенных оснований в пахотных горизонтах снизилась в среднем на 15-25%, а у чернозема южного – на 8%).

Значительных изменений в содержании подвижного фосфора не отмечено при заметном обеднении (на 23-56%) почв подвижными соединениями калия (таблица 4).

Таким образом, исследования показали, что в ряду почвенной зональности предгорных равнин при использовании почв в богарном земледелии при одинаковых литолого-геоморфологических условиях залегания наименьшей степенью трансформации характеризуются предгорные черноземы южные карбонатные, у которых снижение гумусности не сопровождается коренным изменением основных химических и физико-химических свойств и ограничивается только пахотным горизонтом.

Таблица 3 - Изменение основных морфологических свойств пахотных почв предгорных равнин

№ раз	Тип угодья	Крутизна склона, град.	А+В	Глубина, см	
				вскипание	карбонатные выделения
Чернозем южный карбонатный					
5/03	целина	6	48	с поверхности	13
5П/03	богарная пашня		42	с поверхности	28
Темно-каштановая карбонатная почва					
9/03	целина	5	50	с поверхности	50
9П/03	богарная пашня		50	с поверхности	50
Светло-каштановая карбонатная почва					
6/03	целина	10	43	с поверхности	43
6П/03	богарная пашня		23	с поверхности	23
Серозем обыкновенный северный					
7/03	целина	8	40	с поверхности	60
7П/03	богарная пашня		37	с поверхности	53
Серозем светлый северный					
8/03	целина	0	25	с поверхности	36
8П/03	орошаемая пашня		32	с поверхности	42
Бурая пустынная почва					
10/03	целина	0	32	с поверхности	86
10П/03	орошаемая пашня		37	с поверхности	90

Степень проявления негативных процессов для других исследованных почв возрастает по мере усиления аридности биоклиматических условий формирования. Так, при незначительном уменьшении мощности гумусовых горизонтов и снижении содержания гумуса в пахотном горизонте, для пахотных сероземов обыкновенных северных характерно резкое снижение емкости обмена при возрастании содержания карбонатов, что, в свою очередь, приводит к ухудшению физических свойств пахотного горизонта с образованием глыбистой структуры и формированием на поверхности корки. Использование почв под орошаемую пашню вызывает еще большие изменения в их химических свойствах. Потери гумуса в пахотном горизонте могут достигать 50-60%, особенно в первые годы орошения [12, 13]. В подпахотном горизонте, напротив, происходит относительное увеличение содержания гумуса.

При длительном орошении почв в нижней (подпахотной) части профиля происходит утяжеление механического состава, преимущественно за счет илистой фракции.

Механический состав пахотного горизонта может сильно варьировать даже в пределах одного поля вследствие проявления ирригационной эрозии, вызывающей увеличение песчаных фракций в смываемой зоне, а пылевой и илистой – в аккумулятивной. Изменение водного режима приводит к смещению вглубь карбонатно-иллювиального горизонта и вымыванию из профиля водорастворимых солей.

Трансформация почв в результате орошения может иметь как негативный, так и позитивный характер и зависит от длительности орошения, качества оросительной воды, системы применяемых агротехнических мероприятий и вида использования земель. К примеру, почвы садов по своим свойствам близки к целинным аналогам либо в них наблюдается заметное возрастание общего плодородия. При длительном орошении сероземов и бурых пустынных почв при рациональном поливе отмечается обогащение гумусом, увеличение емкости поглощения, биологической активности, улучшение микроагрегированности [11, 12, 13, 14].

Таблица 4 - Сравнительная характеристика основных химических свойств целинных и пахотных почв предгорных равнин

Генетич. горизонт	Глубина образца, см	Гумус, %	Валовой азот, %	CaCO ₃ , %	CaSO ₄ , %	Обменные катионы, мг-экв на 100г поч-вы					Подвижные формы, мг/кг почвы			РН вод.
						Ca	Mg	Na	K	Сумма	P ₂ O ₅	K ₂ O	N гидр	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Разрез 5/03 - Чернозем южный карбонатный среднесуглинистый														
A ₁	0-6	8,4		5,98	-	23,3	1,4	0,04	0,43	25,17	28,0	698,3		8,0
A ₂	6-13	7,6		6,32	-	25,2	0,5	0,14	0,29	26,13	21,0	442,6		8,0
B ₁	15-25	3,0		20,28	-	16,2	2,4	0,19	0,15	18,94	19,0	310,0		8,3
B ₂	33-43	1,6		22,67	-	12,4	1,0	0,21	0,15	13,76	11,0	97,9		8,4
BC ^K	60-70			23,78	-									8,6
C	140-150			17,12	-									8,8
Разрез 5П/03 - Пахотный чернозем южный карбонатный среднесуглинистый														
A _{пах}	0-10	5,2		6,21	-	21,4	2,4	0,21	0,54	24,55	19,0	711,8		8,1
B ₁	20-30	4,8		6,98	-	20,9	1,9	0,20	0,15	23,15	12,0	384,1		8,2
B ₂	31-41	3,3		10,55	-	16,7	1,4	0,19	0,13	18,42	12,0	270,0		8,3
BC ^K	3-53			24,20	-									8,4
C	0-70			27,13	-									8,5
Разрез 9/03 - Темно-каштановая карбонатная среднесуглинистая														
A ₁	-9	5,2		3,30	-	22,8	-	0,18	0,36	23,34	11,0	575,5		8,1
A ₂	0-20	3,2		3,39	-	16,2	2,4	0,18	0,15	18,93	17,0	316,4		8,2
B ₁	2-32	3,4		10,78	-	16,7	3,3	0,18	0,16	20,34	10,0	290,8		8,2
B ₂	37-47	1,5		16,53	-	15,2	1,4	0,18	0,13	16,91	21,0	273,7		8,3
C ₁ ^K	63-73			25,65	-									8,5
C ₂	95-105			25,65	-									9,2
Разрез 9П/03 - Пахотная темно-каштановая карбонатная среднесуглинистая														
A _{пах}	0-10	2,5		4,89	-	16,2	1,0	0,27	0,16	17,63	20,0	254,9		8,2
B ₁	23-33	2,1		7,41	-	15,7	1,0	0,26	0,10	17,06	14,0	307,6		8,3
B ₂	37-47	1,6		17,19	-	14,8	1,4	0,31	0,10	16,61	6,0	208,8		8,4
C ₁ ^K	57-67			27,26	-									8,5
C ₂	83-93			26,79	-									8,6

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Разрез 6/03 - Светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая														
A ₁	0-7	3,0		8,69	-	15,7	1,9	0,20	0,19	17,99	20,0	423,8		8,2
A ₂	7-17	2,5		8,84	-	16,2	1,0	0,16	0,10	17,46	16,0	288,0		8,4
B ₁	20-30	1,6		15,03	-	14,8	1,4	0,19	0,06	16,45	17,0	230,6		8,4
B ₂	31-41	1,5		22,01	-	13,3	0,5	0,18	0,07	14,05	15,0	195,9		8,4
C ₁ ^к	47-57			27,45	-									8,5
C ₂	130-140			20,01	0.514									8,7
Разрез 6П/03 - Пахотная светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая														
A _{пах}	0-10	1,3		19,85	-	11,9	2,9	0,19	0,10	15,09	26,0	289,0		8,3
B ₁	15-23	1,2		21,03	-	11,9	4,3	0,16	0,06	16,42	28,0	222,4		8,3
B ₂	26-36	0,9		26,06	-	9,5	3,2	0,14	0,07	12,91	15,0	172,8		8,4
C ₁ ^к	47-57			25,90	-									8,5
Разрез 7/03 - Серозем обыкновенный северный нормальный среднесуглинистый														
A ₁	0-5	1,9		8,75	-	12,4	1,4	0,18	0,26	14,24	23,0	558,5		8,2
A ₂	5-15	1,3		11,98	-	10,9	1,9	0,17	0,15	13,12	15,0	366,6		8,3
B ₁	16-26	1,5		15,68	-	10,9	6,2	0,19	0,10	17,39	10,0	262,3		8,3
B ₂	28-38	1,2		17,21	-	9,5	4,3	0,18	0,07	14,05	15,0	214,7		8,3
C ₁ ^к	45-55			20,28	-									8,4
C ₂	75-85			19,96	-									8,3
C ₃	140-150			15,83	8.668									8,4
Разрез 7П/03 - Пахотный серозем обыкновенный северный нормальный среднесуглинистый														
A _{пах}	0-10	1,6		13,21		9,5	1,9	0,17	0,17	11,74	27,0	430,8		8,4
B ₁	15-23	1,3		13,99		10,9	4,3	0,17	0,12	15,49	18,0	357,4		8,4
B ₂	25-35	1,0		17,96		10,5	1,9	0,19	0,06	12,65	45,0	198,4		8,5
C ₁ ^к	40-50			20,42										8,5
C ₂	60-70			20,42										8,6
C ₃	120-130			14,44	9.635									8,1

Результаты аналитического исследования почв по основным химическим и физико-химическим свойствам подтверждают процесс иллювиирования гумусовых веществ вглубь по профилю при некотором обеднении органическим веществом пахотных горизонтов (таблица 5).

Наименьшими потерями гумуса в пахотных горизонтах характеризуется орошаемый серозем обыкновенный (на 14% меньше от исходного количества), для сероземов светлых северных и бурых пустынных почв величина этого показателя достигает 40-45%.

Это может быть обусловлено различными факторами (различия в длительности орошения, применение органических и минеральных удобрений и др.), но в данном случае определяющими, на наш взгляд, являются легкий механический состав последних из указанных почв, а также использование их преимущественно под бахчевые культуры и подсолнечник (разрез на орошаемом сероземе обыкновенном был заложен на поле люцерны 1-го года). Та же закономерность наблюдается и в содержании и распределении по профилю валового азота.

Для всех описываемых орошаемых почв характерно выраженное в той или иной степени увеличение емкости поглощения (на 7-10%) при стабильном соотношении поглощенных катионов для серозема обыкновенного северного и предгорной пустынной бурой почвы и уменьшении доли поглощенного кальция (с 60-75% до 35-50%) при увеличении содержания поглощенного магния (с 35-50% до 45-65%) для серозема светлого северного. Увеличение емкости поглощения в орошаемых сероземах и бурых пустынных почвах связано обуславливается более активным протеканием процессов химического выветривания в условиях орошения [13].

Для распределения карбонатов по профилю характерно некоторое увеличение их содержания в пахотных горизонтах и уменьшение в подпахотных со смещением вглубь иллювиально-карбонатного горизонта, что в целом не сопровождается за-

метными изменениями в реакции почвенных суспензий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы изучены основные процессы, приводящие к изменениям почв в результате антропогенного воздействия, а также закономерности в изменении морфо-генетических и физико-химических свойств почв под влиянием различных факторов.

В целом исследования по оценке трансформации предгорных почв вследствие орошения позволили не только констатировать произошедшие изменения химических и физико-химических свойств почв, но и выявить определенные закономерности в степени проявления процессов антропогенной трансформации, зависящие как от типа почв, определяемого общими биоклиматическими условиями формирования, так и видом воздействия.

Выявлено, что наибольшую степень трансформации претерпевают почвы, используемые под орошаемую пашню. Заложение садов и виноградников способствует стабилизации произошедших изменений, а при многолетнем использовании почв в этом качестве – восстановлению естественного плодородия, а иногда и улучшению по сравнению с целинными аналогами.

Отмечено также, что в системе общей вертикальной зональности предгорных равнин наименьшим изменениям подверглись почвы пустынно-степной и сероземной зон (сероземы северные обыкновенные, в меньшей степени – светлокаштановые карбонатные). Наиболее существенными относительными потерями гумуса и обусловленным этим ухудшением физико-химических, физических свойств почв характеризуются почвы с изначально высоким уровнем естественного плодородия – черноземы, луговые темные. Почвы пустынной зоны – бурые, серо-бурые – также подвергаются очень сильной трансформации, однако она в данном случае направлена в сторону улучшения общих химических и физико-химических свойств почв.

Таблица 5 - Сравнительная характеристика основных химических свойств целинных и орошаемых почв предгорных равнин

№ разреза	Глубина образца, см	Гумус, %	Валовой азот, %	CaCO ₃ , %	Обменные катионы, мг-экв на 100г почвы					Подвижные формы			РН вод.
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ¹⁺	K ¹⁺	сумма	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гидр. азот	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Серозем обыкновенный северный среднесуглинистый													
11/03	0-5	2,3	0,17	3,2	12,0	3,5	0,1	0,1	15,7	н/опр.	н/опр.	н/опр.	8,3
	5-12	2,0	0,13	5,2	12,0	3,5	0,0	0,1	15,6	««	««	««	8,3
	12-22	1,8	0,15	6,6	11,5	2,5	0,1	0,0	14,1	««	««	««	8,3
	25-35	1,1	0,11	10,2	10,5	4,0	0,0	0,1	14,6	««	««	««	8,4
	55-65	-	-	16,1	-	-	-	-	-	««	««	««	8,5
	100-110	-	-	15,8	-	-	-	-	-	««	««	««	8,8
Орошаемый серозем обыкновенный северный среднесуглинистый													
11П/03	0-10	2,0	0,14	3,9	11,3	3,4	1,6	0,2	16,8	н/опр.	н/опр.	н/опр.	8,5
	30-40	1,9	0,10	6,7	11,9	1,9	0,7	0,2	14,7	««	««	««	8,5
	50-60	1,7	0,07	9,6	12,8	1,5	0,5	0,2	15,0	««	««	««	8,5
	75-85	-	-	16,1	-	-	-	-	-	««	««	««	8,4
	100-110	-	-	16,6	-	-	-	-	-	««	««	««	8,8
	140-150	-	-	14,9	-	-	-	-	-	««	««	««	8,9
Серозем светлый северный ксероморфный щебнисто-суглинистый													
8/03	0-5	1,1		7,2	6,2	1,4	0,2	0,4	8,2	26,0	606,8		8,5
	5-15	0,4		12,1	5,7	2,4	0,2	0,3	8,6	21,0	558,3		8,6
	16-25	0,4		12,9	5,7	2,9	0,2	0,2	9,0	10,0	502,3		8,6
	25-35	0,4		13,9	5,7	3,3	0,2	0,3	9,5	8,0	391,5		8,6
	44-54	-		21,0	-	-	-	-	-	-	-		8,6
	70-80	-		17,9	-	-	-	-	-	-	-		9,0

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Орошаемый серозем светлый северный ксероморфный щебнисто-суглинистый													
8П/03	0-10	0,5		7,7	4,3	3,8	0,2	0,2	8,5	26,0	404,1		9,0
	15-24	0,6		8,6	3,8	4,3	0,1	0,2	8,4	32,0	332,1		9,2
	24-32	0,4		10,3	3,1	6,7	0,2	0,2	9,6	4,0	283,9		9,2
	32-42	-		10,9	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0
	43-53	-		18,4	-	-	-	-	-	-	-	-	8,9
	60-70	-		21,3	-	-	-	-	-	-	-	-	8,7
Предгорная бурая пустынная супесчаная почва													
10/03	0-4	0,5		8,7	5,2	-	0,3	0,3	5,8	30,0	469,2		8,6
	4-14	0,4		8,8	4,8	1,0	0,3	0,2	6,3	8,0	385,7		8,8
	20-30	0,3		9,7	4,3	1,9	0,3	0,2	6,8	4,0	366,0		8,8
	36-46	-		10,9	-	-	-	-	-	-	-		8,9
	63-73	-		12,5	-	-	-	-	-	-	-		9,1
	95-105	-		17,2	-	-	-	-	-	-	-		8,6
	140-150	-		16,1	-	-	-	-	-	-	-		8,4
Орошаемая предгорная бурая пустынная супесчаная почва													
10П/03	0-10	0,3		9,6	4,8	1,4	0,3	0,3	6,8	12,0	415,7		9,0
	22-32	0,4		8,4	4,2	2,5	0,4	0,4	7,5	38,0	557,5		8,8
	41-51	-		13,9	-	-	-	-	-	-	-		8,8
	63-73	-		13,5	-	-	-	-	-	-	-		9,4
	95-105	-		18,2	-	-	-	-	-	-	-		9,3
	145-455	-		13,5	-	-	-	-	-	-	-		8,7