

## Режим органического вещества в почвах естественных фитоценозах и агроценозов

Ю. Акрамов<sup>\*1</sup>, В. Драушке<sup>2</sup>, Р. Боймуродов<sup>1</sup>

Development of organic matter in soils of natural phytocoenoses and agrocoenoses

Y. Akramov, W. Drauschke and R. Bojmurodov

### Abstract

The brown mountain carbonate soils covering the “yadiere” (hills) in the Gissarska valley of Tadjikistan have relatively high humus portions. The humus content in the upper layers of sedentary soils was found to range from 2.70 to 3.18 per cent. However, in eroded soils the humus content declines from 1.35-0.83 per cent to levels as low as 0.57-0.75 per cent. The decrease of humus substances in erodible soils is mainly dependent on their slope exposure. Soils on sites sloping to north revealed the highest humus content whilst soils on east and west slopes and, in particular, on south slopes were found to have the lowest humus content.

Sprinkler irrigation applied to soils on sloping sites, following grass seeding, was found to result in swift growth and in the evolution of a natural flora what, in turn, induced intensive humus build-up. The humus content of the covering layer increased by 0.98 per cent, that in eroded soils markedly less. The increased humus content primarily leads to humic acid enrichment, this effect causing a wider SGK:SFK ratio.

Following grass seeding on these soils a marked increase in the content of dissolved and  $R_2O_3$ -bound humic acids can be observed.

**Keywords:** humus content, soil erosion, slope exposure, humic acid, SGK:SFK ratio, Tadjikistan

### 1 Введение

Поступающие в почву растительные остатки подвергаются разнообразным превращениям, в результате которых значительная часть органического материала разрушается с образованием простых минеральных соединений, а другая часть, изменяясь, переходит в более устойчивую форму органического вещества почвы, получившего название гумуса. В этом разнообразии процессов прослеживаются

---

\* corresponding author

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт почвоведения Таджикской Академии сельскохозяйственных наук, 734025, Душанбе, Рудаки, 21 а

<sup>2</sup> Университет г.Лейпциг, 04289, Лейпциг, Росеггер, 2

два противоположных процесса, один из которых объединяет процессы разложения, а другой - процессы новообразования или синтеза (Тюрин, 1965).

Гумус - неотъемлемая часть почвы, его количество, распределение по генетическим горизонтам и качественный состав отражает сложный комплекс условий образования, эволюции почв и их плодородие (Кононова, 1963; Орлов, 1974; Александрова, 1980).

Проблема воспроизводства плодородия почв связана с гумусовым состоянием почв, за счет создаваемого в агроценозах органического вещества без высоких затрат и адаптивной системы земледелия (Шишлов и др., 1987; Кирюшин и др., 1993).

Для повышения плодородия почв, наряду с неуклонным ростом производства, использования минеральных и органических удобрений и развитием мелиоративных работ, большое значение придается биологическим процессам, в частности регулированию трансформации органического вещества. В последнее время наблюдается резкий спад поступления минеральных удобрений. Поэтому для воспроизводства плодородия весьма большое значение имеют различные методы биологизации почв.

В почвах с низким содержанием органического вещества проблема гумуса становится более актуальной, особенно в связи с влиянием орошения на органическое вещество и изменение его в процессе мелиорации и сельскохозяйственного освоения почв. Изменение органического вещества почв под влиянием антропогенного фактора изучено слабо. Недостаточно освещены особенности превращения его в эродированных почвах.

## **2 Материалы и методы**

Горные коричневые карбонатные почвы распространены в низкогорной части Центрального Таджикистана и охватывают предгорья и склоны горных хребтов в пределах 800-1800 метров над уровнем моря, они развиваются под крупнотравной полусаванной растительностью ксерофитными кустарниками. Мощность гумусового горизонта достигает 25-30 см, где содержание гумуса зависит от степени эродированности и составляет 0,75-5,00 %; карбонаты выщелочены или не превышают 1-2.

Исследованные нами горные коричневые карбонатные почвы распространены на высотах 900-950 м над ур.м. на холмах Гиссарской долины. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 705 мм, средняя годовая температура - 14 оС. образцы почв были отобраны до орошения (1964 г.) и в период орошения (1964 - 1997 гг.). до орошения почвы были целинными и использовались в качестве пастбищ и сенокосов. В 1964 г. на массиве (30 га) с уклоном 10-15о был заложен фруктовый сад и началось орошение сада методом дождевания и залужения без дальнейшей обработки почвы. Разрезы были заложены на почвах различной степени эродированности. Для лабораторных анализов были использованы почвенные образцы генетических горизонтов.

Определение общего количества гумуса в 3-х кратной повторности проведено по методу И.В.Тюрина (1931,1936) с фенилантраниловой кислотой в качестве индикатора (Симаков, 1957), вялового азота - по Кьеьдалю. Групповой состав гумуса определен пирофосфатным методом (Кононова, Бельчикова, 1961).

### 3 Дискуссия результатов

В результате многолетних стационарных исследований для горных коричневых почв, распространенных на высотах 900-2800 м над ур.м., выявлены закономерности распределения содержания гумуса, азота (Иловайская, 1959; Акрамов, 1987). Ими установлено, что наиболее благоприятные условия для накопления органического вещества наблюдаются при некоторой средней биогенности, в горных коричневых выщелаченных почвах Гиссарского хребта.

От горных коричневых выщелаченных почв к типичным и карбонатным почвам количество гумуса падает до 2-4 %.

Причиной сильной эродированности почв в Таджикистане является сильная расчлененность рельефа и слабая сопротивляемость почв к разрушительному действию стекающей по склонам воды.

По данным М.Я.Якутилова (1965), общая площадь эродированных земель составляет 9586 тыс.га, причем свыше 8 млн.га ее приходится на сильноосмытые почвы. По его данным, эродировано 64,4 % территории республики, в том числе сильно около 60 %.

В последние годы, в результате широкомасштабного исследования эродированных почв Х.М.Ахмадовым (1997), впервые, на основе параметров эколого-генетических свойств почв и диагностических показаний с использованием космических снимков, дана комплексная оценка природных и антропогенных факторов, которые определяют характерные черты развития эродированных почв в республике. Площадь эродированных земель составляет 97,9 %.

Горные коричневые карбонатные почвы разной степени смытости, исследованные нами, распространены в пределах Кафирнихонского опорного участка Института почвоведения.

До 1964 года почвы использовались как сенокосы и пастбища. В 1964 году на водоразделах (несмытые почвы), склонах (в разной степени эродированные почвы) и у подножья склонов (намытые почвы) были высажены плодовые культуры и виноградники и в тот же год было начато орошение методом дождевания и залужения (без обработки почвы), что продолжается в современный период. Степень эродированности почв определены по С.Соболеву (1948, 1960) и М.Н.Заславскому (1979).

В таблице 1 приведены параметры гумуса, азота и отношения  $C : N$  до орошения (целина) и результаты их изменения под влиянием орошения и залужения.

Как показывают полученные данные в целинных почвах наибольшее содержание гумуса и азота наблюдается в несмытых почвах. Оно в гумусовом горизонте со-

ставляет 3,18 %, от которого к иллювиальному горизонту плавно уменьшается до 3,10-2,70 %. Отношение  $C : N$  составляет от 8,7 до 8,3. При этом наблюдается закономерное сужение данного отношения вниз по профилю почвы.

В намывных почвах количество гумуса несколько ниже (2,45 %) по сравнению с несмытыми. Однако, оно, вниз по профилю почв, уменьшается незначительно. Отношение  $C : N$  аналогично несмытым.

В целинных почвах наименьшее содержание гумуса, азота и более узкое отношение  $C : N$  наблюдается в сильносмытых почвах (от 1,35 до 0,75 % и от 5,5 до 7,3, соответственно).

В сильносмытых почвах наблюдается четкая закономерность изменения содержания гумуса, азота и отношение  $C : N$  в зависимости от экспозиции склона.

Наименьшее содержание гумуса, азота и более узкое отношение  $C : N$  прослеживается в почвах южной экспозиции. Вышеуказанные параметры органического вещества почв от последней экспозиции возрастают к западной, восточной и северной экспозициям склонов.

В таблице 1 даны параметры изменения содержания гумуса, азота и отношение  $C : N$  в исследованных почвах под влиянием орошения методом дождевания при залуживании естественной растительностью за период 1964-1997 гг.

Полученные данные показывают, что отношение целинных почв ( без обработки) приводит к резкому улучшению экологии роста и развития естественной растительности. В результате накопления большой надземной и подземной масс травянистой растительности создаются благоприятные условия для накопления большого количества гумуса во всех исследованных почвах дождевального стационара.

После орошения почв наблюдается заметное увеличение количества гумуса и азота за 33-летний период орошения. Наибольшее накопление гумуса происходит в гумусовом горизонте несмытых и намывных почвах. Степень гумусонакопления постепенно падает вниз по профилю почвы и в нижних горизонтах увеличение количества гумуса составляет 0,27 %. Здесь отношение  $C : N$  несколько расширяется от 8,7 до орошения и 9,1 после длительного периода орошения.

Наивысшие параметры увеличения количества гумуса и азота приурочено в первый период орошения (1982 г.). Дальнейшее продолжение процесса ведет к накоплению их в меньшем количестве (1997 г.).

Сильно эродированные почвы менее поддаются окультуриванию под влиянием орошения. Очевидно, низкая их биологическая активность, неблагоприятные гидро-термические режимы почв не способствуют накоплению большого количества гумуса и азота. Увеличение их количества происходит медленно. В гумусовых горизонтах этих почв за 33 года накопилось 0,65-0,75; 0,50-0,56 % гумуса и 0,037-0,03-0,052 % азота. Причем, в увеличении количества гумуса и азота прослеживается четкая закономерность: максимальное накопление их в сильноэродированных почвах возрастает от почв южного к почвам западной, восточной и северной экспозиции склонов.

**Таблица 1:** Изменение содержания гумуса, азота и отношение  $C : N$  в коричневых почвах под влиянием орошения методом дождевания и залуживания, %

Глубина см	1964				1997				Прибав-ка гумуса
	Гумус	C	N	C : N	Гумус	C	N	C : N	
<i>Несмытые почвы (водораздел) р. 40</i>									
0-27	3,18	1,84	0,211	8,7	4,16	2,42	0,266	9,1	0,98
27-54	3,10	1,80	0,206	8,7	4,00	2,32	0,261	8,9	0,90
54-71	2,70	1,57	0,182	8,6	3,50	2,03	0,233	8,7	0,80
71-95	1,94	1,13	0,130	8,7	2,54	1,47	0,167	8,8	0,60
95-120	0,94	0,54	0,063	8,5	1,68	0,97	0,113	8,6	0,44
120-157	0,85	0,49	0,058	8,4	1,25	0,73	0,087	8,4	0,40
154-176	0,45	0,26	0,031	8,3	0,70	0,41	0,049	8,3	0,25
<i>Намытые почвы, р.19</i>									
0-25	2,45	1,42	0,160	8,9	3,45	2,00	0,220	9,1	1,00
25-30	2,11	1,22	1,139	8,8	3,01	1,75	0,197	8,9	0,90
30-41	1,85	1,07	0,123	8,7	2,70	1,57	0,196	8,9	0,85
41-70	1,51	0,88	0,100	8,8	2,31	1,34	0,154	8,7	0,80
70-100	1,43	0,83	0,095	8,7	1,70	0,99	0,116	8,5	0,27
<i>Сильносмытые почвы, южная экспозиция, р.10</i>									
0-16	0,75	0,44	0,073	6,0	1,25	0,72	0,110	6,5	0,50
16-42	0,65	0,38	0,063	6,0	1,10	0,63	0,096	6,5	0,45
42-60	0,57	0,33	0,058	5,7	0,97	0,56	0,089	6,3	0,40
60-80	0,49	0,28	0,050	5,6	0,84	0,49	0,082	6,0	0,35
80-100	0,34	0,20	0,036	5,5	0,54	0,31	0,051	6,1	0,20
<i>Сильносмытые почвы, западная экспозиция, р.6</i>									
0-5	0,85	0,49	0,079	6,2	1,41	0,82	0,122	6,7	0,56
5-45	0,80	0,46	0,074	6,2	1,30	0,75	0,112	6,7	0,50
45-65	0,74	0,43	0,074	5,8	1,19	0,69	0,106	6,5	0,45
<i>Сильносмытые почвы, восточная экспозиция, р.3</i>									
0-5	1,28	0,74	0,101	7,3	1,93	1,12	0,144	7,8	0,65
5-26	1,00	0,58	0,078	7,3	1,60	0,93	0,120	7,8	0,60
26-40	0,85	0,49	0,067	7,3	1,40	0,81	0,104	7,8	0,55
40-57	0,60	0,35	0,050	7,0	1,15	0,67	0,088	7,6	0,55
<i>Сильносмытые почвы, северная экспозиция, р.23</i>									
0-6	1,35	0,78	0,101	7,7	2,10	1,22	0,153	8,0	0,75
6-35	1,27	0,74	0,096	7,7	1,91	1,11	0,137	8,1	0,64
35-45	0,83	0,48	0,064	7,5	1,43	0,83	0,104	8,0	0,60
45-75	0,60	0,35	0,047	7,5	1,10	0,64	0,086	7,4	0,50
75-100	0,55	0,32	0,043	7,4	0,85	0,49	0,065	7,5	0,30

Таким образом, в этом ряду почв наиболее благоприятные условия при орошении создаются в почвах северной экспозиции, где происходит максимальное накопление гумуса и азота.

В исследуемых нами горных коричневых карбонатных почвах (табл.2) гумус относится к гуматно-фульватному типу с соотношением  $S_{гк}:C_{фк} = 0,85 - 0,95$ . В его групповом составе содержание подвижных и связанных  $R_2O_3$  гуминовых кислот в верхних горизонтах составляет от 7 до 8 %, а в нижних они полностью отсутствуют. Содержание негидролизуемого остатка по профилю почвы составляет 48-51 %. Причем наблюдается его возрастание вниз по профилю почвы.

По сравнению с несмываемыми почвами в намывных почвах отношение  $S_{гк}:C_{фк}$  расширяется до 1-1,3 и гумус приобретает тип гуматно-фульватного. Здесь прослеживается резкое возрастание количества подвижных и связанных с  $R_2O_3$  формы гуминовых кислот. Содержание негидролизуемого остатка падает до 31-43 %.

Изменение качественного состава гумуса под влиянием эрозии прослеживается во всех исследованных почвах, от несмытых почв к сильносмытым резкое уменьшение количества гумуса сопровождается уменьшением абсолютного количества всех групп гумусовых веществ. Гумус относится к фульватному и гуматно-фульватному типам. Отношение  $S_{гк}:C_{фк}$  сужается до 0,30-1,00. Количество подвижных и связанных с  $R_2O_3$  гуминовых кислот резко уменьшается. Наоборот, во всех смытых почвах возрастает количество негидролизуемого остатка.

Вышеуказанные параметры качественного состава гумуса зависят от экспозиции склона. Наихудшими показателями обладают сильносмытые почвы южной экспозиции. От них к почвам западной, восточной и далее к северной экспозициям увеличение общего количества гумуса сопровождается возрастанием абсолютного и относительного содержания гуминовых кислот, что ведет к расширению  $S_{гк}:C_{фк}$ . В вышеуказанном ряду почв наблюдается некоторое увеличение количества свободных и связанных с  $R_2O_3$  гуминовых кислот.

В целом, в составе гумуса смытых почв, очевидно, в результате создания жесткого гидротермического режима, процесс новообразования гуминовых кислот затухает, подвижные и связанные с  $R_2O_3$ , частично выносятся вниз по склону.

В составе гумуса смытых почв общее содержание гуминовых кислот и фульвокислот незначительно. В гумусовом горизонте от общего углерода оно составляет 25-40 %, а гумины - 60-70 %. Подобные тенденции ранее были обнаружены по почвам Азурбайджана (Тюрина-Зейналашвили, 1972; Шакури, 1986) и по почвам Киргизии (Демченко, Рубина, 1973).

Под влиянием орошения и интенсивного залужения более чем за 30 лет в составе гумуса несмытых и намывных почв происходит относительное и абсолютное увеличение количества гуминовых кислот. При абсолютном увеличении фульвокислот, относительное их содержание уменьшается, в результате чего отношение  $S_{гк}:C_{фк}$  расширяется до 1,23-1,27. Гумус от гуматно-фульватного типа превращается в гуматный.

**Таблица 2:** Изменение группового состава гумуса под влиянием орошения в коричневых карбонатных почвах, % к общ.орг.С почвы

Глубина ст	С общ., н/о	Гумино вые кисло-ты	Фульва тные кисло-ты	Сгк : Сфк	Формы связи из общего кол-ва ГК		Негидро-лизующий остаток
					Свободные и связанные с $R_2O_3$	Связан-ные с Са	
Несмытые почвы, р.40, 1964 г.							
0-27	1,84	25,36	26,69	0,95	7,95	92,05	47,98
27-54	1,80	24,37	25,97	0,95	7,0	93	49,36
54-71	1,57	24,38	27,09	0,9	8,54	91,46	48,53
Несмытые почвы, р.40, 1997 г.							
0-27	2,42	28,95	23,54	1,23	12,35	87,65	47,51
27-54	2,32	29,35	24,46	1,20	13,67	86,33	46,19
54-71	2,03	28,04	24,27	1,18	10,36	89,64	47,09
Сильносмытые почвы, южная экспозиция, р.20, 1964 г.							
0-6	0,44	8,00	23,52	0,34	нет	100,0	68,48
6-42	0,38	5,93	19,77	0,30	нет	нет	74,30
42-60	0,33	5,25	18,75	0,28	нет	нет	76,00
Сильносмытые почвы, южная экспозиция, р.20, 1997 г.							
0-6	0,72	12,35	22,45	0,54	7,65	93,35	65,20
6-42	0,63	13,00	22,41	0,58	7,00	93,00	64,59
42-60	0,56	11,43	20,78	0,55	нет	100,0	67,79
Сильносмытые почвы, западная экспозиция, р.6, 1964 г.							
0-5	0,49	10,85	24,11	0,45	нет	100,0	65,64
5-45	0,46	8,69	18,49	0,47	нет	нет	72,82
45-65	0,43	8,23	20,57	0,40	нет	нет	71,20
Сильносмытые почвы, западная экспозиция, р.6, 1997 г.							
0-5	0,82	15,61	24,02	0,65	10,35	89,65	60,37
5-45	0,75	14,09	21,63	0,65	10,25	89,75	64,23
45-65	0,69	13,71	22,85	0,60	8,44	91,56	63,44
Сильносмытые почвы, восточная экспозиция, р.3, 1964 г.							
0-5	0,74	16,75	26,58	0,63	5,93	94,07	56,67
5-26	0,58	15,95	24,54	0,65	5,00	95,00	59,51
26-40	0,49	14,00	26,92	0,52	нет	100,0	59,08
Сильносмытые почвы, восточная экспозиция, р.3, 1997 г.							
0-5	1,12	22,35	29,8	0,75	15,95	84,05	47,85
5-26	0,93	20,14	25,82	0,78	12,16	87,84	54,04
26-40	0,81	18,46	28,84	0,64	12,00	88,00	52,7
Сильносмытые почвы, северная экспозиция, р.23, 1964 г.							
0-6	0,78	30,95	25,16	1,23	13,35	84,65	43,89
6-35	0,74	27,62	27,8	0,99	15,5	84,5	44,58
35-45	0,48	25,13	27,92	0,90	13,63	86,97	46,95
Сильносмытые почвы, северная экспозиция, р.23, 1997 г.							
0-6	1,22	32,95	24,4	1,35	20,65	79,35	42,65
6-35	1,11	33,65	24,04	1,40	20,93	79,17	42,31
35-45	0,83	31,96	24,06	1,32	18,51	81,49	44,18

В сильноэродированных почвах изменение качественного состава гумуса зависит от экспозиции склона. Наименьшее изменение группового состава гумуса наблюдается в почвах южной экспозиции. Однако, и здесь наблюдается относительное увеличение количества гуминовых кислот с одновременным расширением Сгк:Сфк. Увеличение количества подвижных форм органического вещества происходит только в верхних горизонтах почвы.

От почв эжной экспозиции к почвам восточной происходит постепенное увеличение относительного качества гуминовых кислот и расширение отношения Сгк:Сфк. Образование подвижных форм гумуса происходит по всему профилю почвы. Подобное изменение наблюдается и в почвах восточной экспозиции, однако, от выше-названных почв к почвам северной экспозиции прослеживается резкое увеличение относительного и абсолютного количества гуминовых кислот, что ведет к резкому расширению отношения Сгк:Сфк.

#### 4 Выводы

Установлены закономерности изменения содержания группового состава гумуса целинных горных коричневых карбонатных почв в зависимости от их степени эродированности и экспозиции склонов. Наиболее гумусированными являются почвы северной, затем восточной экспозиции. От последних почв к западной и южной экспозициям количество гумуса резко падает. В вышеуказанном ряду почв в грун-товом составе гумуса возрастает относительное содержание фульвокислот, что сопровождается сужением Сгк:Сфк. При этом количество остатка увеличивается.

Орошение вышеуказанных почв методом дождевания и залуживания способствует частичному восстановлению гумусового горизонта смытых почв, с улучшением параметров гумусонакопления.

#### 5 Резюме

Горные коричневые карбонатные почвы в пределах адыров (холмов) Гиссарской долины Таджикистана обладают относительно высокими показателями гумусового состояния. Содержание гумуса в верхних горизонтах несмытых почв составляет 2,70-3,18 %. В смытых, его количество резко уменьшается от 1,35-0,83 до 0,57-0,75 %. Снижение уровня гумусированности сильносмытых почв зависит главным образом от экспозиции склонов. Здесь наибольшее содержание гумуса наблюдается в почвах северной экспозиции склона, а наименьшее - в почвах восточного, западного и особенно южного склона.

При орошении склоновых почв методами дождевания и залужения происходит бурный рост и развитие естественной растительности, что приводит к интенсивному гумусонакоплению. Содержание гумуса в верхнем горизонте увеличивается на 0,98 %, а в сильносмытых - значительно меньше.

Увеличение количества гумуса способствует накоплению главным образом гуминовых кислот, что приводит к расширению отношения Сгк:Сфк. При залужении почв прослеживается резкое увеличение количества подвижных и связанных с  $R_2O_3$  гуминовых кислот.



## Литература

- АКРАМОВ Ю. Органическое вещество почв вертикальных почвов Таджикистана, его роль в почвообразовании и земледелии. - Душанбе: Дониш, 1987, с. 181.
- АХМАДОВ Х.М. эрозионные процессы в Таджикистане и районирование по методам борьбы с ними. - Автореф. дисс.д. с.-х.н. - Душанбе, 1997, 40 с.
- ДЕМЧЕНКО Е.И., РУБИНА Е.П. некоторые результаты процессов гумусообразования эродированных почв в предгорьях Киргизского хребта.// Изв. АН Киргиз.ССР, 1973, № 4, с. 41-49.
- ЗАСЛАВСКИЙ М.Н. Эрозия почв. - М., Мысль, 1979, 346 с.
- ИЛОВИЙСКАЯ Н.Н. Органическое вещество основных типов почв Таджикистана. // почвоведение, 1959, № 8, с. 15-25.
- КОНОНОВА М.М. органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. - М., Изд.АН СССР, 1964, 314 с.
- КОНОНОВА М.М., БЕЛЬЧИКОВА Н.П. ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв.// Почвоведение, 1961, № 10, с. 75-85.
- КИРЮШИН В.И., ГАНЖАРА Н.Ф., КАУРИЧЕВ И.С., ОРЛОВ Д.С., ТИТЛЯНОВА А.А., ФОКИН А.Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. - М., Изд. МСХА, 1993, 96 с.
- СИМАКОВ В.Н. Применение фенилантраниловой кислоты при определении гумуса по методу И.В.Тюрина. // Почвоведение. 1957, № 8, с. 72.
- СОВОЛЕВ С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. - М.-Л., 1948, ч. 1.
- СОВОЛЕВ С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними. - М., 1960, ч. 2, 237 с.
- ТЮРИН И.В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью Хромовой кислоты. //Почвоведение, 1931, № 5-6, с. 36-47.
- ТЮРИН И.В. Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах. //Проблемы советского почвоведения. 1939, № 2, с. 121-150.
- ТЮРИН И.В. Органическое вещество почв и его роль в плодородии. - М., Наука, 1965, 320 с.
- ТЮРИНА-ЗЕЙНАЛАШВИЛИ Р.Н. Влияние эрозии на содержание и состав гумуса каштановых почв Иркинского и Касарского районов КТР. - Нисектора эрозии МСХ Азерб.ССР, 1972.

- ШАКУРИ Б.К. Биологическая продуктивность горных земель в Азербайджане и влияние эрозийных процессов на изменение ее параметров. - Автореф. дисс.д.г.н., - Баку, 1987, 184 с.
- ШИШЛОВ Л.Л., КАРМАНОВ И.И., ДУРМАНОВ Д.Н. Критерии и модели плодородия почв. - М., Агропромиздат, 1987, 184 с.
- ЯКУТИЛОВ М.Я. Почвы Таджикистана. Эрозия почв и борьба с ней. - Душанбе, Таджикгосиздат, 1963, с. 36-116.