

БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ*Днепропетровский государственный аграрный университет*

Показано, что в условиях карьерной среды формирование микробо-растительных ассоциаций провоцируется аборигенными штаммами микроорганизмов и семенами растений. Со временем это приводит к концентрации биогеоценотической массы в пахотном слое эдафотопов и созданию первичных консорциев, между которыми осуществляется непрерывный обмен органико-минеральными соединениями и энергией. Это и является первопричиной начала почвообразования с поверхности эдафотопов.

Ключевые слова: техногенный ландшафт, рекультивация, экотоп, микроорганизмы, корни, ферменты, консорциум.

I. Kh. Uzbek, T. I. Galagan

*Дніпропетровський державний аграрний університет***БИОГЕОЦЕНОТИЧНІ СИСТЕМИ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ**

Показано, що в умовах кар'єрного середовища формування мікробо-рослинних асоціацій провокується аборигенними штамми мікроорганізмів та насінням рослин. З часом це призводить до концентрації біогеоценотичної маси в орному шарі едафотопів й утворення первинних консорцій, між якими і здійснюється безперервний обмін органіко-мінеральними сполуками та енергією. Це і є першопричиною початку ґрунтоутворення з поверхні едафотопів.

Ключові слова: техногенний ландшафт, рекультивация, екотоп, мікроорганізми, корені, ферменти, консорції.

I. Kh. Uzbek, T. I. Galagan

*Dnipropetrovsk State Agrarian University***HOLOCOENOTIC SYSTEMS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES**

The paper found that in pit-run environment the formation of microbial-vegetable associations is being provoked by the aboriginal microorganisms' strains and plants' seeds. With the lapse of time it leads to concentration of holocoenotic mass in the arable layer and initial consortium establishing. Permanent energy and organic-mineral compounds exchange is taking place in such consortiums. This process is acting as a prime cause of the soil forming process from surface of edaphotopes.

Key words: holocoenotic landscape, recultivation, ecotope, microorganisms, roots, enzymes, consortiums.

Степная зона Украины богата не только высокоплодородными почвами. В ее недрах сокрыты и несметные богатства в виде полезных ископаемых, которые можно извлекать шахтным или карьерным способом. При этом уничтожается почвенный покров, разрушаются природные биогеоценозы.

Вынесенные в отвалы горные породы третичных и четвертичных отложений образуют экотопы, не имеющие аналогов в природе. Они характеризуются высокой гетерогенностью, сложными физико-механическими свойствами, незначительным содержанием элементов питания и очень легко поддаются денудации, что сопровождается значительным ухудшением санитарно-гигиенических условий густонаселенной местности.

Поэтому одной из важнейших проблем биологической науки является рекультивация нарушенных земель, в которой изучение особенностей формирования биогеоценозов в условиях техногенных ландшафтов занимает центральное место, поскольку служат источником возникновения в толще экотопов консортивных связей, являющихся основой накопления элементов почвенного плодородия, т.е. основой возникновения и устойчивого развития нового почвообразовательного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами наших исследований были отвалы карьеров Орджоникидзевого горно-обогатительного, Вольногорского горно-металлургического, Камыш-Бурунского и Криворожского железорудных комбинатов, а также отвалы шахт ОАО «Павлоградуголь».

Предметом исследований были биогеоценозы, сложенные лессами, лессовидными суглинками, красно-бурыми и серо-зелеными глинами, а также лессовидными суглинками, покрытыми слоем массы чернозема разной мощности. Контролем служили природные биогеоценозы, расположенные рядом с карьерами.

Динамику численности микроорганизмов определяли на плотных питательных средах в течение всего вегетационного периода растений (с апреля по октябрь). Кроме того, были выделены контрольные варианты, которые поддерживались в паровом состоянии. Их поверхность регулярно обрабатывалась с целью сохранения влаги и уничтожения всходов сорной растительности.

Корневую систему растений изучали рамочным способом Н. З. Станкова (1951) в нашей модификации (Узбек, 1995), распределяя корни по толщине на фракции: более 5 мм, 5–1, 1–0,5 и менее 0,5 мм. Взвешивание корней каждой фракции отдельно давало представление о строении корневой системы и ее распределении в толще эдафотоп.

Интенсивность разложения корней люцерны и озимой пшеницы учитывали по величине потери массы корней в пересчете на абсолютно сухое вещество. Капроновые мешочки с корнями были уложены на глубине 20–22 см (середина пахотного слоя) изучаемых эдафотопов, и через 3, 10 и 12 месяцев образцы извлекали для взвешивания. Повторность опыта при каждом извлечении образцов была 3-кратной.

Образцы почв, пород и корней подвергали общепринятым физико-химическим, микробиологическим и биохимическим методам анализа (Агрехимические методы ..., 1965; Бабьева, 1971; Хазиев, 1982).

С целью повышения точности каждого результата анализа проводили смешивание образцов одноименных слоев из 5 разрезов однотипных экотопов. Полученные данные подвергали математической обработке (Доспехов, 1973), результаты которой позволяют считать их достоверными.

Особенности формирования биогеоценологических систем определяли с помощью тестовых растений. Особое внимание уделялось наиболее перспективным видам – люцерне и эспарцету.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наши многолетние исследования показали, что формирование и развитие биогеоценологических систем в толще рекультивированных почв зависит от характера консортивных связей, возникающих между физико-химическими свойствами экотопа, микроорганизмами и корнями растений. Эти компоненты биогеоценозов находятся в тесном взаимодействии с активностью ферментов, создают единую, неразрывную и очень сложную биогеоценологическую систему, постоянно функционирующую в толще экотопов.

Все начинается с формирования микробного ценоза. Уже во время транспортировки вскрышных пород в отвал и планировки его поверхности в толще экотопов образуется великое множество микрозон, частично или полностью изолированных друг от друга. Они тут же заселяются спорами и клетками микроорганизмов. Однако самая интенсивная инокуляция микрозон происходит инфицированным материалом из соседних аборигенных территорий, особенно весной и осенью, т.е. в период проведения сельскохозяйственных работ на соседних старопашотных полях.

Специальные исследования, проведенные нами на Запорожской биоэкологической станции мониторинга техногенных ландшафтов (Никопольский р-н Днепропетровской обл.), показали, что всего за 30 минут из воздуха в чашки Петри с питательной средой попадает и прорастает в среднем за год 270 спор и клеток микробов.

Очевидно, поэтому уже через 7 лет после транспортировки вскрышных горных пород в отвал начинает формироваться микробоценоз. Даже пребывание экотопов в паровом состоянии (без растений) способствует накоплению в них избыточного пула

микроорганизмов, представленных главным образом неспорными формами. Их число зависит от физико-химических свойств экотопа, в котором они обитают, и подвержено значительным колебаниям в связи с сезонными изменениями экологических условий. При этом в слое 0–20 см всегда насчитывалось больше микроорганизмов, чем в слое 20–40 см, о чем свидетельствуют результаты первых наших исследований (табл. 1), проведенные еще в 1976 г. (Узбек, 1977). Эта закономерность подтверждалась каждый раз в процессе проведения таких же исследований в последующие годы (Узбек, 2006).

Таблица 1

Динамика общей численности микроорганизмов в неудобренных (контрольных) вариантах, млн/г абсолютно сухой навески

Вариант	Глубина отбора образца, см	Время анализа						
		май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
1. Полнопрофильный чернозем южный	0–20	203,6	434,8	24,1	42,2	11,1	4,5	8,8
	20–40	92,3	219,9	23,3	32,6	7,3	3,9	5,6
2. Насыпной слой чернозема	0–20	153,8	367,4	12,7	20,5	12,2	9,9	2,8
	20–40	47,9	75,8	10,6	3,6	4,3	9,0	1,2
3. Лессовидный суглинок	0–20	4,5	21,4	2,6	15,0	4,0	3,3	2,5
	20–40	3,9	3,6	2,3	8,6	3,1	1,9	0,6
4. Красно-бурая глина	0–20	0,7	34,9	22,6	44,2	27,8	4,7	3,5
	20–40	0,5	24,6	1,6	17,5	0,9	1,2	1,4
5. Серо-зеленая глина	0–20	11,3	63,7	9,1	12,3	6,7	13,2	9,8
	20–40	2,5	41,8	1,3	7,3	2,8	3,8	3,9

Проникая в многочисленные микрзоны, почвенные микроорганизмы подвергают разрушению минералы вскрышных горных пород и создают условия, способствующие прорастанию семян растений. Микросреда микрзон характеризуется очень жесткими экологическими условиями. Прежде всего, отсутствием азотных соединений и недостатком влаги, которые и ограничивают видовой состав травостоя. Не случайно первопоселенцами при самозарастании отвалов являются бобовые травянистые (донник белый, вязель пестрая и др.) и древесные (акация белая, лох серебристый и др.) растения с глубоко проникающей корневой системой, способные использовать атмосферный азот.

Растворение микроорганизмами минералов горных пород и гидротермические условия способствовали тому, что в толще всех изучаемых нами экотопов количество микроорганизмов с весны резко увеличилось и достигало своего максимума в конце мая–начале июня (период массового цветения растений люцерны и эспарцета) с последующим скачкообразным снижением к осени. Так, в июне 1976 г. (табл. 1), всего через 7 лет после планировки вынесенных на «дневную» поверхность экотопов, в верхнем 20-сантиметровом слое лессовидных суглинков насчитывалось 21,4 млн микроорганизмов, выявленных на МПА, а в красно-бурых, серо-зеленых глинах и в насыпном плодородном слое почвенной массы соответственно 34,9; 63,7; 367,4 млн на 1 г абсолютно сухой навески. Летом, с июля, количество микроорганизмов, обитающих в глинистых породах, часто превышало число микроорганизмов в насыпном плодородном слое чернозема, что объясняется более высокой влажностью глинистых отложений. Следовательно, величина численности микроорганизмов зависит от физико-химических свойств экотопа и его реакции на атмосферные воздействия (дождь, град, ветер, засуха и пр.), когда существенное значение приобретает в том числе и наличие различных химических элементов в выпавших осадках. Подтверждением этому являются совпадения периодов подъема и спада численности микроорганизмов в разных по качественным показателям экотопах.

В условиях техногенных ландшафтов накопление элементов почвенного плодородия начинается с образования микроборастительных формаций, в которых и заро-

ждаются первичные консорции, являющиеся основой сложных биогеоценологических систем. По нашему мнению, с этого момента экотоп переходит в разряд эдафотопы, под которым надо понимать техногенно сформированную, пространственно ограниченную сложную биогеоценологическую систему, постоянно развивающуюся под воздействием экологических факторов окружающей среды.

Характерным для условий, в которых протекает развитие микроорганизмов в толще этих систем, является чрезвычайное многообразие сочетаний различных факторов. Прежде всего, это специфичность накопления и распределения корневых остатков, что подчеркивает значимость изучения динамики численности почвенных микроорганизмов. И не только потому, что почвенная микрофлора принимает участие в формировании и развитии практически всех свойств биогеоценологической системы, а потому, что очень важно познать особенности, в соответствии с которыми функционируют микроорганизмы, определить происходящие изменения численности и наметить пути их регулирования. От этого зависит направленное воздействие почвенных микроорганизмов на качественное преобразование биогеоценологической системы, поскольку они входят в ее состав как абсолютно неотъемлемая и вместе с тем наименее изученная часть.

Именно поэтому можно считать, что чем больше микроорганизмов в том или ином слое биогеоценологической системы, тем интенсивнее идет процесс формирования отдельных генетических горизонтов и накопление в них элементов почвенного плодородия. Для активизации этого процесса на рекультивируемых землях большое значение имеет освоение специальных фитомелиоративных севооборотов или их звеньев, насыщенных многолетними бобовыми травами. Как показали наши исследования, их корни в толще биогеоценологических систем выступают не только регулятором состава и численности микроорганизмов, но и важнейшим фактором, окультуривающим эту сложную систему.

Ограниченные объемом статьи, мы приведем здесь данные только по люцерне, которые свидетельствуют о том, что ее корни в год посева достигали глубины 70–80 см. В течение второго года жизни корневая система люцерны уже образовывала много боковых корней, постепенно захватывая все больший объем породы и проникая вглубь и вширь еще на 80–100 см. Начиная с третьего года жизни глубина проникновения корней стабилизировалась и находилась в пределах 250–300 см. В фазу цветения и образования бобов (конец мая–начало июня) длина корня люцерны превышала высоту ее стебля в 3 раза. При этом среднесуточный прирост корней в среднем за вегетационный период составил от 1,1 см на удобренных вариантах до 1,7 см на вариантах, где удобрения не вносились.

В общем биологическом урожае люцерны стебли составляли 15–36 %, листья и соцветия – 12–26 %, а вся остальная, т.е. основная, масса приходилась на долю корней. При этом количественное накопление корней, их поверхность и длина (табл. 2) зависят от физико-химических свойств эдафотопы.

Таблица 2

Развитие корневой системы люцерны третьего года жизни на удобренных вариантах (данные на 1 м³)

Вариант	Масса корней, г	Поверхность корней, см ²	Длина корней, м	Насыщенность корнями, %
Полнопрофильный чернозем южный	677,8	47843	5148	0,930
Насыпной плодородный слой почвы	731,3	51775	5634	1,002
Лессовидный суглинок	988,0	67484	7056	1,364
Красно-бурая глина	1054,4	125768	12240	1,362
Серо-зеленая глина	814,9	75261	8491	1,068

Как видно из данных табл. 2, люцерна образовывала мощную корневую систему, располагающую огромной протяженностью и поверхностью. Из всех изучаемых нами биогеоценологических систем максимальные величины поверхности и длины корней были

обнаружены у растений, произрастающих на удобренных третичных глинистых отложениях, а минимальные – у растений, возделываемых на полнопрофильной зональной почве. Другими словами, на бедность биогеоценотической системы питательными веществами растения реагировали увеличением поверхности и длины корней, которая варьировала в пределах от 5 до 13 км в 1 м³ породы. Причем на долю корешков самой тонкой фракции приходилось 97–99 % всей длины. Это очень существенный показатель развития подземной части люцерны, особенно если учесть, что процесс поглощения питательных веществ носит поверхностный адсорбционный характер.

Распределение массы корней на фракции и использование коэффициентов для расчета эколого-биологических характеристик корневых систем (Узбек, 1995) позволили расшифровать характер транслокационных процессов злаковых и бобовых растений, т.е. внутритканевый кругооборот веществ и энергии, которые образуются в растениях и перемещаются в ту их часть, где они в это время необходимы в зависимости от экологических условий среды обитания.

Корни густой сетью пронизывали и закрепляли вскрышные породы, оставляя в них большое количество органического материала, на что указывала насыщенность пород корнями, достигавшая у люцерны 1,42 % исследуемого объема породы или почвы. Насыщенность биогеоценотической системы корнями прямо пропорциональна их массе, поверхность же и длина корней – величины, не сопряженные с массой.

Свидетельство тому – расчеты, согласно которым в единице общей массы корневой величины поверхности и длины могут быть различными в зависимости от качественных показателей биогеоценотической системы. Так, на 1 г массы воздушно-сухих корней, накопленных люцерной в верхнем 40-сантиметровом слое удобренного полнопрофильного южного чернозема, приходилось 60,2 см² поверхности и 6,3 м длины. В вариантах с третичными глинистыми отложениями эти показатели значительно увеличились и достигли максимума в удобренной красно-бурой глине, где для такой же толщи поверхность составила 112,6 см², а длина – 10 м на каждый грамм корней. Приведенные данные отражают огромный объем работы, выполняемый корнями, входящими в тесный контакт с частицами твердой фазы биогеоценотической системы, постепенно превращающими ее в биологически деятельную среду.

Примечательно, что в пахотном слое (0–40 см) сосредоточивалось 74–87 % корней, т.е. в верхнем 40-сантиметровом слое каждого гектара растения люцерны накапливали до 84 ц корней в воздушно-сухом измерении. Здесь же на одном растении третьего года жизни в зависимости от условий питания образуется от 28 до 92 шт. клубеньков бактерий, что в 1,5–4,0 раза больше, чем в такой же толще зональной почвы.

В слое 0–40 см концентрируются и микроорганизмы. Понятно, что разложение такого большого количества органического материала бобовых культур оказывает огромное влияние на устойчивое развитие сложных биогеоценотических систем. Ведь только корни люцерны совместно с клубеньковыми бактериями и свободноживущими азотфиксаторами ежегодно накапливают, например, в слое 0–20 см в среднем 350 кг/га азота, 38 кг фосфора, 72 кг калия и 292 кг/га кальция. Такое количество указанных элементов следует считать заниженным, ибо не учитывается, например, то обстоятельство, что в период вегетации люцерны отмирает и разлагается еще около 40 % тонких корешков, продукты разложения которых тут же поглощаются твердой фазой биогеоценотической системы.

В связи с этим особый интерес представляет интенсивность разложения растительных остатков в толще биогеоценотической системы. Прежде всего потому, что она отражает уровень ее биологической активности. На рекультивированных землях именно этот показатель является своеобразным, но весьма объективным биоиндикатором, позволяющим безошибочно определиться при выборе приемов и способов рекультивации нарушенных земель.

Как показали исследования (табл. 3), корни люцерны, богатые легко доступными для микроорганизмов белками, разрушаются более интенсивно, чем корни озимой пшеницы. Причем максимальная скорость разложения корней наблюдалась в ненарушенной зональной почве, а минимальная – в серо-зеленой глине.

Наиболее интенсивно разрушаются ткани корней в течение первого трехмесяч-

ного периода, когда в толще пород много микроорганизмов, а в составе разлагающихся остатков еще имеются легкодоступные им вещества. В дальнейшем разложение корней замедляется.

Таблица 3

Интенсивность разложения корней люцерны и озимой пшеницы*

Название эдафотоп	Кол-во разложившихся корней, %, через:		
	3 месяца	10 месяцев	12 месяцев
Полнопрофильный чернозем южный	<u>58,7 (49,2 – 64,2)</u>	<u>71,3 (69,4 – 71,8)</u>	<u>80,4 (75,7 – 84,5)</u>
	57,9 (45,1 – 62,9)	62,5 (53,4 – 64,0)	<u>65,8 (58,1 – 67,8)</u>
Лессовидный суглинок	<u>55,6 (45,6 – 61,2)</u>	<u>62,6 (52,1 – 66,7)</u>	<u>67,2 (60,0 – 73,8)</u>
	54,4 (44,2 – 60,1)	59,6 (52,4 – 66,6)	63,6 (55,2 – 69,9)
Серо-зеленая глина	<u>55,8 (38,8 – 65,0)</u>	<u>61,1 (41,0 – 74,7)</u>	<u>66,6 (46,4 – 79,2)</u>
	40,4 (38,8 – 44,5)	50,7 (41,0 – 57,6)	61,9 (49,4 – 63,9)

* В числителе – люцерна, в знаменателе – озимая пшеница; в скобках показаны пределы колебаний.

Различная скорость разложения корней бобовой и злаковой культур показывает, что в условиях техногенных ландшафтов степной зоны Украины только многолетние бобовые травы могут создать высокобиогенный пахотный горизонт, располагающий весьма активной и разнообразной микрофлорой, способствующей ускоренному развитию сложной биогеоценотической системы.

Обильное заселение поверхности корней микроорганизмами, их способность питаться выделениями этих же корней и трансформировать органический материал растения являются основными факторами для возникновения в толще биогеоценотической системы многочисленных консортивных связей. Сначала формируются первичные консорции, у которых в качестве детерминанта, т.е. основного ядра, служит самостоятельно существующее автотрофное растение. В условиях техногенных ландшафтов это многолетние бобовые травы, которые в дальнейшем и становятся опорными узловыми очагами концентрации элементов почвенного плодородия. Эти очаги, или питательные блоки, формируют профиль биогеоценотической системы. И тогда между ее отдельными слоями устанавливаются постоянные взаимосвязи по обмену живыми организмами, энергией, питательными веществами и т.д.

Разнообразие этих взаимодействий и взаимосвязей в толще биогеоценотической системы обуславливается большой гетерогенностью твердой фазы, где даже небольшой ее объем может быть сложен смесью различных грунтов. Тем не менее в этой неоднородной толще устанавливаются радиальные и латеральные направления (Бяллович, 1960), по которым осуществляется вещественная и энергетическая связь между отдельными слоями.

На рекультивируемых землях большое значение имеют радиали верхней 40-сантиметровой толщи пород. В ней концентрируются корни растений, микроорганизмы и их метаболиты, по радиалам идет непрерывный обмен веществ и энергии, что способствует образованию биогеоценотических горизонтов. Причем радиали концентрируют свою биогеоценотическую массу в поверхностном горизонте. Это и является первопричиной начала почвообразования с поверхности, где межбиогеоценозная миграция веществ, связанная с движением воды, элементов питания и воздуха, особенно прогрессирует.

Следовательно, основой создания консортивных связей в толще техногенных ландшафтов являются корневые системы растений. Они определяют конструкцию микробного ценоза и регулируют численность микроорганизмов. Адаптация бобовых растений и почвенных микроорганизмов к изменчивости экологических условий в толще эдафотопов отражает их тесное взаимодействие с факторами этой уникальной среды.

Следует сказать и о том, что активность биогеоценотической системы увеличивается по мере повышения уровня ферментативной активности. Если в образцах пород из борта карьера ферменты отсутствуют, то через 18–20 лет после выноса их на

дневную поверхность активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов достигает уровня бедной и даже средней степени обогащенности. Их активность является надежным тестовым показателем, характеризующим процессы, проходящие в толще сложных биогеоценологических систем. Например, высокое отношение инвертазы к каталазе свидетельствует о том, что в толще биогеоценологических систем превалируют реакции гидролиза органических соединений. Процессы синтеза гумусовых веществ проходят менее интенсивно. Причем направленность биохимических процессов в слое 0–40 см такая же, как и в зональном южном черноземе.

Реакция люцерны на экологические условия отдельных слоев биогеоценологической системы проявляется в пластичности ее корневой системы. Она заключается в создании такого количества подземной части, в таком ее строении и распределении в толще пород, что способно обеспечить растения элементами питания и произвести максимально возможный урожай в конкретных экологических условиях. Это еще одна уникальная биологическая особенность растений люцерны, проявившаяся при ее возделывании на рекультивированных землях и объясняющая высокую урожайность сена этой культуры.

ВЫВОДЫ

1. В жестких экологических условиях техногенных ландшафтов доминантными растениями являются многолетние бобовые травы, которые совместно с микроорганизмами и ферментами создают опорные узловые очаги концентрации элементов почвенного плодородия. Это приводит к формированию оригинальных природоохозяйственных, качественно новых биогеоценологических систем. Их развитие идет под жестким прессом эндогенных сукцессий, отражающих большую пестроту твердой фазы эдафотопы.

2. В основу принципа формирования биогеоценологических систем техногенных ландшафтов должно быть положено представление о том, что эдафотоп, как среда обитания, составляет единую, неразрывную систему с населяющими ее популяциями различных организмов. Они вступают друг с другом в тесные консортивные взаимодействия, результатом которых является вещественный и энергетический обмен между отдельными слоями, в основном под воздействием атмосферных осадков и диффузии газов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Агробиохимические методы** исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 436 с.
- Бабьева И. П.** Практическое руководство по биологии почв / И. П. Бабьева, Н. С. Агре. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 140 с.
- Бяллович Ю. П.** Биогеоценологические горизонты / Ю. П. Бяллович // Сборник работ по геоботанике, ботанической географии, систематике растений и палеогеографии. Секция ботаники. – М., 1960. – Т. 3. – С. 43-60.
- Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 329 с.
- Станков Н. З.** Методы взятия корней в поле / Н. З. Станков // Докл. ВАСХНИЛ. – 1951. – № 11. – С. 121-126.
- Узбек И. Х.** Определение численности микроорганизмов на рекультивируемых участках / И. Х. Узбек // Новое в биологии, селекции и агротехнике полевых и плодовых культур: Тр. ДСХИ. – Д., 1977. – Т. 36. – С. 104-110.
- Узбек И. Х.** Целлюлозоразрушающие микроорганизмы как компонент биологического фактора почвообразования / И. Х. Узбек // Экологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, № 1-2. – С. 11-16.
- Узбек І. Х.** Розвиток кореневих систем та значення видів *Medicago L.* та *Onobrychis Adans.* (Fabaceae) для техногенних ландшафтів / І. Х. Узбек // Укр. ботан. журн. – 1995. – Т. 52, № 5. – С. 610-615.
- Хазиев Ф. Х.** Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 1982. – 203 с.

Надійшла до редколегії 14.10.09