

УДК 574.24 : 579.26

© Д. В. Сыщиков¹, И. В. Агурова¹, О. В. Сыщикова²
**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МОБИЛИЗАЦИИ
СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И УГЛЕРОДА В ЭДАФОТОПАХ ТЕХНОГЕННО
НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

¹ГУ «Донецкий ботанический сад»

283059, г. Донецк, пр. Ильича, 110; e-mail: ir.agur@mail.ru

²ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»
283003, г. Донецк, пр. Ильича, 16

Сыщиков Д. В., Агурова И. В., Сыщикова О. В. Особенности процессов микробиологической мобилизации соединений азота и углерода в эдафотопях техногенно нарушенных земель. – В результате проведенных исследований установлена максимальная численность микроорганизмов в горизонтах примитивных почв на песчанике и седиментационных неразвитых почв. Наибольшего развития ценоз микроскопических грибов получил в почвах посттехногенных экосистем. Блок целлюлозоразрушающих микроорганизмов является наименее представленным в микробоценозе почв участков. Возрастание целлюлозолитической активности эдафотопов зафиксировано для примитивных седиментационных неразвитых почв и чернозема обыкновенного.

Ключевые слова: техногенные земли, эдафотоп, микроорганизмы, целлюлозолитическая активность, стрептомицеты, микромицеты.

Введение

В настоящее время в связи с быстрым ростом городов и промышленности в экологически напряженных регионах число техногенных земель неумолимо растет, что приводит к необратимым изменениям ландшафта. Деградация земель является настоящей угрозой экологической и экономической безопасности Донецкой Народной Республики. В Донецком регионе развиты различные отрасли промышленности, в том числе и угледобывающей, результат деятельности которых – техногенные ландшафты, которые отрицательно влияют на окружающую среду. В число таких техноландшафтов входят хвостохранилища, промучастки предприятий, шламовые отвалы, отвалы вскрыши и пр.

Общеизвестен тот факт, что устойчивое функционирование природных биоценозов в значительной мере определяется стабильностью биогенного обмена химических элементов (как природного, так и антропогенного происхождения), важная часть которого – минерализация органического вещества в почвах. Биогенная аккумуляция, противостоящая гравитационному выносу, предопределяет накопление элементов в верхней, наиболее функциональной части почвенного профиля. Вместе с микробной массой часть органического углерода и азота долговременно аккумулируется в гумусе – источнике питания и энергии для растений и микроорганизмов. Ключевая роль в этих процессах принадлежит микробоценозам [3]. Активность микрофлоры во многом определяет морфологию почвенного профиля, физико-химические свойства почвы, интенсивность ее биохимических процессов и скорость круговорота веществ. [14].

Комбинированное воздействие физических, химических и биологических факторов окружающей среды может привести к дестабилизации и потере исходных микробиологических свойств почвы, из-за чего возможны изменение стратегии выживания микроорганизмов, патогенизация свободноживущих форм, усиление роста паразитарной и патогенной микрофлоры. В связи с этим актуальным является изучение микробиологического состояния почв не только в условиях интенсивного антропогенного воздействия, но и в процессе их реабилитации [1, 11].

Материал и методы исследований

Объектом исследования являются эдафотопы техногенных экосистем Донецко-Макеевской промышленной агломерации. Исследования проводились на мониторинговых

участках, расположенных в юго-западной части Донецко-Макеевской промышленной агломерации (в пределах Горняцкого административного района г. Макеевки и смежных территорий).

Описание почвенных разрезов проводили по И. И. Назаренко и Н. И. Полупану [9, 10]. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам [7].



Рис. 1. Субстрат с признаками почвообразования

Мониторинговый участок № 1. Выведенное из эксплуатации шламохранилище (Горняцкий район г. Макеевка), с бедным растительным покровом и доминированием в составе растительной группировке *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., с общим проективным покрытием 100%.

Разрез № 1-ш. Субстрат (черный песчаный шлам) с признаками почвообразования (рис. 1). Черный, бесструктурный, плотносложенный, наблюдается первичное агрегатообразование на корнях растений, накопление гумуса не имеет морфологического выражения вследствие слабого развития глинистой составляющей. Включений, ходов и пор зоогенной природы не выявлено. Отбор почвенных образцов проводился по слоям 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см.



Рис. 2. Примитивные неразвитые почвы на песчанике

Мониторинговый участок № 2. Выведенный из эксплуатации карьер по добыче строительного камня (балка Калиновая, Горняцкий район, г. Макеевка). Растительный покров с высокой мозаичностью, имеются пятна как сорно-рудеральных видов, так и видов степного ценоэлемента. ОПП (за вычетом поверхности крупнообломочного камня) 70-80%.

Разрез № 1-к. Примитивные неразвитые почвы на песчанике (рис. 2).

Н – 0-5 см. Черный, густо пронизан корнями растений. Структура мелкопорошистая, агрегаты 2 мм диаметром. Переход в горизонт Р четкий по цвету, структуре и плотности. Отмечаются ходы зоогенной природы, выцветы солей (розоватые). Каменистость – 5%.

Р – Светло-коричневый, продукты метаморфизации песчаников. Каменистость – 20%, пронизан корнями растений. Прослежен до глубины 20 см.



Рис. 3. Субстрат с признаками почвообразования

Мониторинговый участок № 3. Склон отвала шахты им. Ленина южной экспозиции (Горняцкий район, г. Макеевка). В средней части склона угол поверхности составляет около 30°,

поэтому ОПП достигает только 20-30%.

Разрез № 1-о-с. Субстрат с признаками почвообразования (рис. 3).

Нэ – 0-15 см. Коричневый, рыхлый, мелкозернистый, суховатый. Каменистость – 5%. Переход в горизонт Р – постепенный, по цвету – затеками.

Р – палевый, прослежен до глубины 30 см. Каменистость – 15%.

Мониторинговый участок № 4. Зона выполаживания склона южной экспозиции у основания отвала шахты им. Ленина (Горняцкий район, г. Макеевка).



Рис. 4. Примитивные седиментационные неразвитые почвы

Разрез № 1-о-п. Примитивные седиментационные неразвитые почвы (рис. 4).

Н – 0-10 см. Коричневый, относительно уплотненный, мелкозернистый, суховатый. Каменистость – 5%. Густо пронизан корнями растений.

Р – Темно-серый, метаморфизированный сланец, пластинчатый, сухой, пронизан корнями растений. Каменистость – 30%. Прослежен до глубины 30 см.



Рис. 5. Чернозем обыкновенный среднемощный суглинистый

Мониторинговый участок № 5. Зброшенное поле (м-н Зеленый, Горняцкий район, г. Макеевка). Дендрохронологически, по выросшим древесным растениям, период прекращения вспашки можно оценить в 7-8 лет. Общее проективное покрытие 80-100%.

Разрез № 1-ч. Чернозем обыкновенный среднемощный суглинистый (рис. 5).

Н – 0-62 см. Черный, свежаватый, сплошнoderнистый, умеренно плотный, структура – среднекомковатая. Густо пронизан корнями растений. В горизонте отмечается незначительное количество ходов зоогенной природы. Вскипает с поверхности до глубины 50 см от 10% HCl. Переход в горизонт Н_р постепенный, по цвету, затеками.

Н_р – 62-80 см. Плотный, среднекомковатый, светло-коричневый.

Р – материнская порода (палевый лессовидный суглинок) 80 см и ниже.

При изучении микробоценоза разных почвенных горизонтов образцы отбирались из свежевыкопанного почвенного разреза. Образцы почвы, отобранные для микробиологического анализа, диспергировали путем растирания почвы, извлекали корни растений и включения. Для посева готовили почвенную суспензию (10 г почвы в 100 мл стерильной водопроводной воды). Потом готовили необходимое для посева разведение. Почвенную суспензию высевали на твердые питательные среды: крахмало-аммиачный агар (для выделения общего количества микроорганизмов и стрептомицетов), среду Чапека (для выделения микромицетов), агар Гетчинсона с нанесением фильтровальной бумаги как источника целлюлозы (для определения численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов). Подсчет колоний проводили на 7-10-е сутки исследований. После подсчета количества колоний на 5 параллельных чашках производили перерасчет на 1 г почвы по формуле:

$$a = \frac{b}{v \times r \times d},$$

где: а – количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 г почвы; б – количество колоний на чашке; в – разведение; г – объем почвенной суспензии, взятой для посева; д – масса сухой почвы, взятой для посева [7, 13].

Определение целлюлозолитической активности почвы проводили аппликационным методом. Стерильной хлопчатобумажной тканью обшивали стерильное предметное стекло и в подготовленный почвенный разрез к вертикальной поверхности почвы прикладывали предметное стекло с полотном и придавливали почвой так, чтобы верхняя грань стекла выступала около 1 см. Раз в месяц полотна осторожно извлекались, отмывались от почвы, продуктов полураспада, подсушивались и взвешивались. Об интенсивности целлюлозолитической активности почвы судят по разнице массы полотна, которое не вносилось в почву и полотна такого же размера, которое извлекли из почвы. Активность выражается в процентах [5].

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по общепринятым методам параметрической статистики на 95% уровне значимости по Б. А. Доспехову и Ю. Г. Приседскому [2, 12].

Результаты и обсуждение

Анализ данных, полученных при изучении общей численности микроорганизмов на КАА, показал, что в весенний период наиболее низкими их количествами характеризуются субстрат шламохранилища и субстрат склона породного отвала (табл. 1).

Общая численность микроорганизмов на КАА (тыс. КОЕ/г а.с.п.) почв антропогенно трансформированных экосистем

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 1 0-10 см	36,27±6,3	–	29,18±3,0	–	32,18±2,57	–
№ 1 10-20 см	33,78±5,7	–	15,04±1,7	–	24,41±0,96	–
№ 1 20-30 см	13,72±4,03	–	12,83±2,1	–	13,29±0,72	–
№ 2 Н	357,93±20,1*	986,8	255,87±15,2*	876,9	310,56±18,9*	965,1
№ 2 Р	80,13±12,8*	584,0	68,6±8,3*	534,7	75,48±8,21	567,9
№ 3 Н	41,6±9,27	114,7	32,07±4,53	109,9	37,09±3,82	115,3
№ 3 Р	31,39±2,39*	228,8	24,72±2,61*	192,7	29,47±1,64*	221,7
№ 4 Н	350,94±13,99*	967,6	259,17±20,79*	888,2	327,28±12,6*	1017,0
№ 4 Р	203,8±20,3*	1485,4	129,91±11,73*	1012,5	176,05±9,22*	1324,7
№ 5 Н	134,15±11,0*	369,9	116,93±9,15*	400,7	121,12±7,42*	376,4
№ 5 Нр	160,39±6,5	474,8	50,67±4,53*	336,9	92,39±6,15*	378,5
№ 5 Р	61,94±7,4*	451,5	46,65±2,98*	363,6	53,84±4,21*	405,1

Примечание. Здесь и в табл. 2-4 % – процент превышения значений по отношению к аналогичным почвенным горизонтам участка № 1; * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$.

Однако, если в субстрате первого участка наблюдается постепенное снижение вниз по профилю, то на отвале не зафиксировано статистически достоверных отличий общей численности микроорганизмов между генетическими горизонтами. Максимальное развитие микробоценоза (свыше 300 тыс. КОЕ/г почвы) отмечено в гумусо-аккумулятивных горизонтах примитивных неразвитых почв на песчанике и примитивных седиментационных неразвитых почв, что превышало аналогичные показатели субстрата шламохранилища более чем в 9 раз. В более глубоких генетических горизонтах почв этих участков также отмечена достаточно высокая численность микроорганизмов, которая была в 6-15 раз большей, чем в слое 20-30 см субстрата шламохранилища. Длительная нерациональная эксплуатация чернозема обыкновенного привела к значительной обедненности его микробоценоза. Так, показатели численности микроорганизмов данного мониторингового участка достаточно далеки от природных, доходящих до 20 млн. КОЕ/г почвы (см. табл. 1). Полученные данные могут свидетельствовать о «микробиологическом почвоутомлении» как об одном из проявлений биологической деградации, что при дальнейшем возделывании сельскохозяйственных культур на этих почвах без надлежащих агрохимических мероприятий неизбежно приведет к снижению продуктивности.

Повышение температуры воздуха, приводящее к соответственному снижению влажности почвы, привело к уменьшению общего количества микроорганизмов на 14-56% в почвах всех исследованных участков не зависимо от степени антропогенной трансформации. К концу вегетационного периода прослеживается тенденция наращивания общей численности микроорганизмов до ее уровня, отмеченного весной (см. табл. 1).

Стрептомицеты, спорообразующие мицелиальные бактерии, способные к образованию широкого спектра биологически активных веществ, являются постоянным компонентом почвенных микробных сообществ и практически все они относятся к зимогенной микрофлоре. Их функциональная роль в микробной системе почвы связана с обеспечением растений элементами минерального питания и пополнением пула гидролитических ферментов. Микроорганизмы данной эколого-трофической группы способны разлагать разнообразные углеродсодержащие соединения (включая клетчатку), стимулируя процесс аммонификации [4, 8].

Нами показано, что как в весенний, так и в остальные периоды исследований численность стрептомицетов почв всех мониторинговых участков находится на крайне низком уровне, что, принимая во внимание их принадлежность к зимогенной микрофлоре, может свидетельствовать о низкой концентрации органического вещества в почвенном субстрате, необходимого для жизнедеятельности изучаемых микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 2

Численность стрептомицетов (тыс. КОЕ/г а.с.п.) почв антропогенно трансформированных экосистем

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 1 0-10 см	2,83±0,43	–	н.в.	–	н.в.	–
№ 1 10-20 см	1,71±0,33	–	н.в.	–	н.в.	–
№ 1 20-30 см	1,45±0,29	–	1,3±0,3	–	1,29±0,21	–
№ 2 Н	91,36±7,75*	3228,3	62,62±8,6*	6262,0	68,47±7,26*	6847,0
№ 2 Р	33,47±2,9*	2308,3	18,21±3,48*	1400,8	27,08±2,59*	2099,2
№ 3 Н	9,89±0,68*	349,5	7,24±2,61*	724,0	8,04±6,15*	804,0
№ 3 Р	3,17±0,36*	218,6	1,93±0,45	148,5	2,54±0,41*	196,9
№ 4 Н	104,94±9,39*	3708,1	61,27±6,77*	6127,0	87,63±5,48*	8763,0
№ 4 Р	81,88±7,3*	5646,9	36,84±3,81*	2833,8	59,09±4,22*	4580,6
№ 5 Н	23,44±4,03*	828,3	19,25±2,19*	1925,0	20,83±7,42*	2083,0
№ 5 Нр	16,42±1,79*	960,2	11,08±1,01*	1108,0	14,36±4,75*	1436,0
№ 5 Р	7,12±0,37*	491,0	3,84±0,18*	295,4	5,19±1,07*	402,3

Примечание. н.в. – не выявлены

Наиболее ярко это проявлялось в почвенных слоях субстрата шламоохранилища, где численность стрептомицетов не превышала 3 тыс. КОЕ/г почвы, постепенно снижаясь при прохождении вниз по почвенному профилю. Как и для общей численности микроорганизмов, максимальное превышение количественных показателей сообщества почвенных стрептомицетов по отношению к субстрату шламоохранилища (в 20-50 раз) зафиксировано на участках № 2 и 4, причем в генетических горизонтах последнего было менее выражено снижение численности в нижележащих горизонтах. Для чернозема обыкновенного среднесиловатого отмеченное увеличение количества стрептомицетов находилось в пределах от 5 до 10 раз. Молодые нерекультивированные отвалы являются экстремальной жизненной средой для почвенных микроорганизмов. Заселение ими таких отвалов, а также сукцессионные перестройки микробного населения обуславливаются свойствами растительности, режимом влажности и температуры, механическими и химическими свойствами субстрата и запасом доступного органического вещества. Вышеперечисленные факторы привели к формированию на склоне породного отвала сообщества стрептомицетов с низкой численностью (до 10 тыс. КОЕ/г почвы) и невысоким видовым разнообразием (преобладали виды стрептомицетов с белой и серой окраской воздушного мицелия).

Анализ экспериментальных данных позволил установить, что микроорганизмы данной эколого-трофической группы оказались наиболее чувствительными к повышению температуры окружающей среды и низкой влажности почвы, что привело к значительному сокращению их численности в почвах всех мониторинговых участков летом (см. табл. 2). Следует отметить, что субстрат шламоохранилища в силу своих физико-химических характеристик (низкая влагоудерживающая способность, обедненность органическими и минеральными соединениями, засоленность субстрата, низкие значения рН почвенного раствора и др.) оказался наименее пригодным для функционирования сообщества почвенных стрептомицетов, которые на данном мониторинговом участке не были выделены. Осенью

зафиксирована тенденция возрастания численности стрептомицетов (за исключением участка № 1, в почве которого стрептомицеты, также как и летом, не выявлялись) при том, что характер их распределения как по мониторинговым участкам, так и по генетическим горизонтам почв не изменился.

Активное участие в биологической трансформации различных органических веществ в почве принимают микроскопические грибы, входящие в гетеротрофный блок биогеоценозов. Они являются деструкторами мертвого органического вещества и агентами процесса гумусообразования. По литературным данным их численность зависит как от наличия соответствующего субстрата в почве, так и от создания условий, способствующих их развитию [6, 8].

Также, как и для предыдущей группы микроорганизмов, в весенний период исследований почвы изучаемых мониторинговых участков характеризуются невысокими показателями численности микромицетов, а наименьшее их количество, не превышающее 500 КОЕ/г почвы и постепенно снижающееся с глубиной, отмечено в субстрате шламохранилища (рис. 6, а). Наибольшего развития получил ценоз микроскопических грибов почв посттехногенных экосистем участков № 2-4, в генетических горизонтах которых превышение показателей численности по отношению к субстрату шламохранилища составляло 15-40 раз.

Следует отметить, что в субстрате с признаками почвообразования участка, расположенного на склоне породного отвала не установлено статистически достоверных отличий численности микроскопических грибов между генетическими горизонтами, что вероятно может объясняться однородностью эдафических условий. В черноземе обыкновенном отмечено уменьшение в среднем в 2,9 раз количества микромицетов при прохождении вниз по почвенному профилю, что, скорее всего, связано с обогащением верхнего лучше гумусированного слоя почвы источниками питательных веществ и энергии, и с более благоприятными условиями аэрации, кислотности, влажности и температурного режима.

С увеличением длительности мониторинговых исследований статистически достоверное снижение численности микромицетов по сравнению с весенним периодом отмечено нами только в субстрате шламохранилища и нижележащих почвенных горизонтах остальных участков (рис. 6, б, в). По нашему мнению, это обуславливается поступлением в верхние слои почвы трудногидролизующих растительных остатков, являющихся субстратом для почвенных микроскопических грибов. Таким образом, в почвах антропогенно трансформированных экосистем формируются специфические микробные консорции пионерного типа, осуществляющие биохимическую трансформацию и деструкцию минеральных и сложных органических веществ техноземов, что способствует нарастанию биогеохимической активности данных экосистем.

Одним из показателей биологической активности почвы служит ее целлюлозоразрушающая способность, свидетельствующая о темпах превращения растительных остатков в почве. Анализ данных табл. 3 позволил установить, что блок целлюлозоразрушающих микроорганизмов является наименее представленным в микробоценозе почв мониторинговых участков.

Наряду с этим, субстрат шламохранилища характеризовался минимальными показателями численности микроорганизмов – деструкторов целлюлозы, которые практически не изменялись по почвенным слоям во все периоды исследований. В почвах участков с явно выраженным гумусоаккумулятивным горизонтом количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов превышало аналогичные показатели верхнего слоя субстрата шламохранилища в 3,6-7,8 раз.

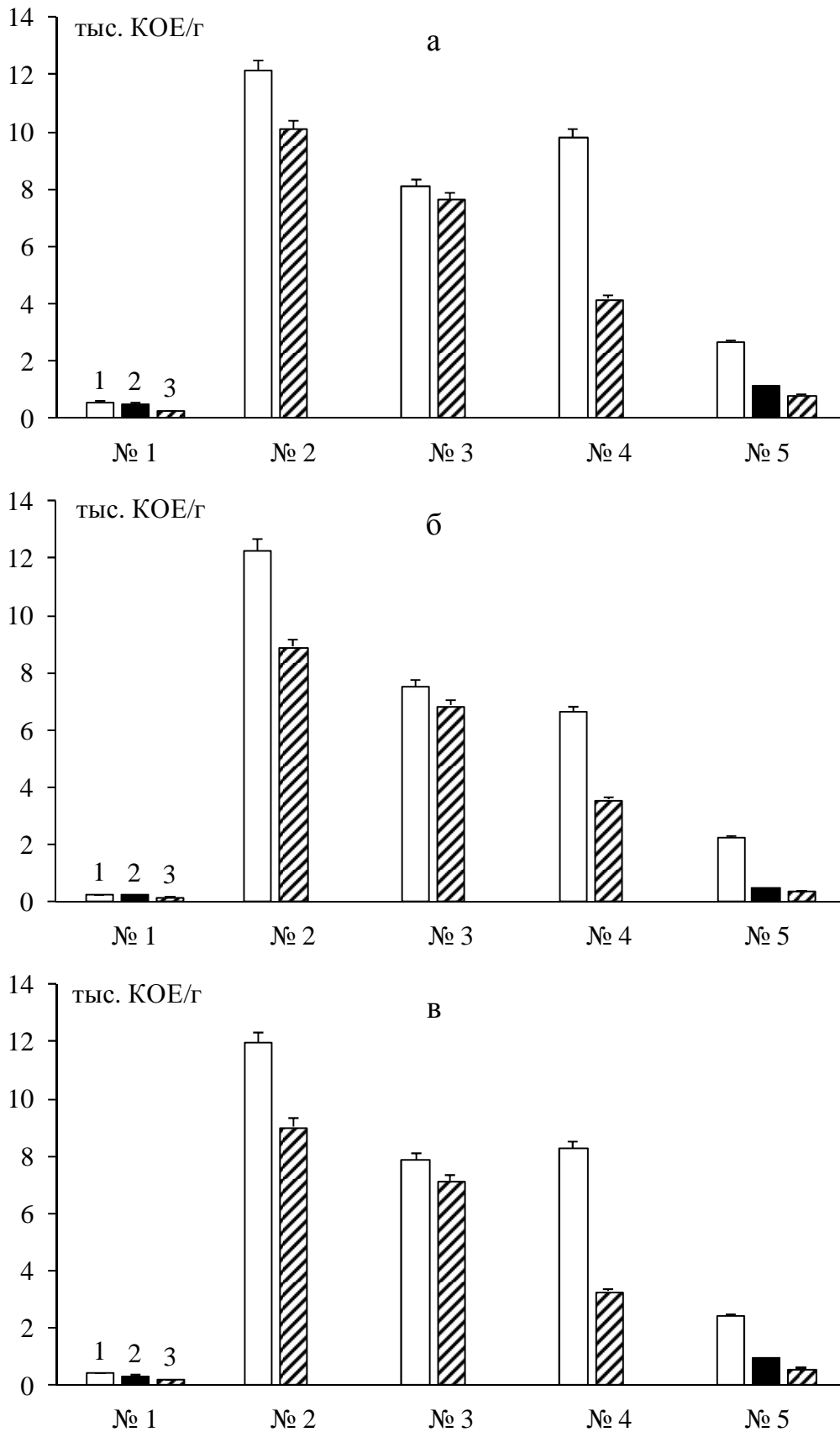


Рис. 6. Численность микромицетов (тыс. КОЕ/г а.с.п.) почв антропогенно трансформированных экосистем (а – весна, б – лето, в – осень):
 1 – горизонт Н (для участка № 1, слой 0-10 см), 2 – горизонт Н_р (для участка № 1, слой 10-20 см),
 3 – горизонт Р (для участка № 1, слой 20-30 см)

Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов (тыс. КОЕ/г а.с.п.) почв антропогенно трансформированных экосистем

Участок	Весна		Лето		Осень	
	М ± m	%	М ± m	%	М ± m	%
№ 1 0-10 см	0,06±0,004*	–	0,04±0,009	–	0,05±0,003	–
№ 1 10-20 см	0,03±0,008*	–	0,02±0,003	–	0,02±0,001	–
№ 1 20-30 см	0,01±0,003*	–	0,01±0,002	–	0,01±0,001	–
№ 2 Н	0,47±0,07*	783,3	0,25±0,01*	625,0	0,29±0,002*	580,0
№ 2 Р	0,39±0,06*	3900,0	0,3±0,008*	3000,0	0,27±0,03*	2700,0
№ 3 Н	0,12±0,05*	200,0	0,07±0,003*	175,0	0,09±0,004*	180,0
№ 3 Р	0,08±0,01*	800,0	0,04±0,001*	400,0	0,06±0,002*	600,0
№ 4 Н	0,25±0,004*	416,7	0,13±0,01*	325,0	0,18±0,02*	360,0
№ 4 Р	0,16±0,007*	1600,0	0,09±0,004*	900,0	0,12±0,01*	1200,0
№ 5 Н	0,31±0,06*	516,7	0,23±0,006*	575,0	0,26±0,03*	520,0
№ 5 Нр	0,17±0,04*	566,7	0,09±0,005*	450,0	0,14±0,009*	700,0
№ 5 Р	0,09±0,007*	900,0	0,04±0,004*	400,0	0,08±0,004*	800,0

В целом же по количеству целлюлозоразрушающих микроорганизмов почвы мониторинговых участков располагаются в следующем убывающем ряду: примитивные неразвитые почвы на песчанике > чернозем обыкновенный среднemosный суглинистый > примитивные седиментационные неразвитые почвы > субстрат с признаками почвообразования на склоне породного отвала > субстрат с признаками почвообразования шламохранилища.

Наряду с чашечным методом определения целлюлозоразрушающей способности почв используется и аппликационный метод, основанный на измерении микробиологического разложения ткани за определенный временной промежуток.

Анализ полученных результатов свидетельствует о наиболее высоком уровне целлюлозолитической активности примитивных седиментационных неразвитых почв зоны выполаживания породного отвала, доходящей до 60 % (рис. 7).

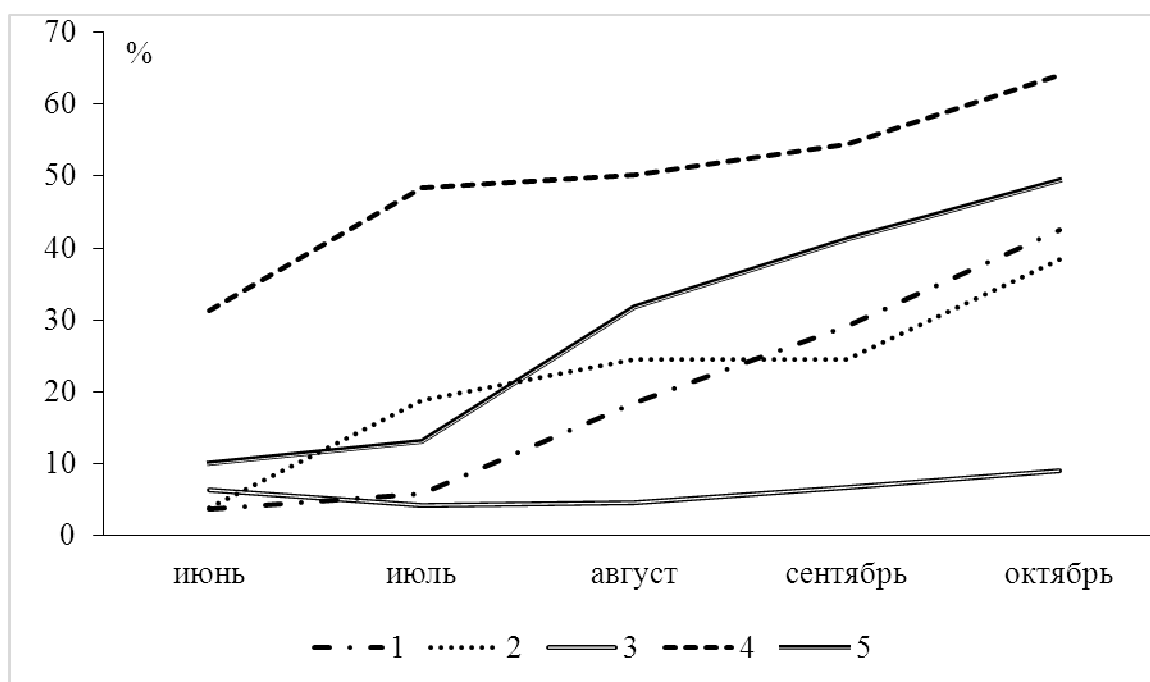


Рис. 7. Интенсивность целлюлозолитической активности почв (%):
1 – участок № 1, 2 – участок № 2, 3 – участок № 3, 4 – участок № 4, 5 – участок № 5

Исследования сезонной динамики изменений активности в исследованных эдафотопах показывают, что самый низкий уровень целлюлозолитической активности микроорганизмов установлен в июне во всех исследованных почвенных разрезах. Возрастание целлюлозолитической активности наблюдалось уже с июля и на разных мониторинговых участках имело неоднозначный характер. Так, если в субстрате шламохранилища и в черноземе обыкновенном наблюдалась практически линейная зависимость, то в почвах других участков отмечаемое повышение активности чередовалось с выходами на плато. Наиболее существенное возрастание целлюлозолитической активности характерно для участков № 4 и 5, что свидетельствует о более активной деятельности микроорганизмов, а значит – и о большей доступности элементов минерального питания для растений.

Выводы

Установлено, что в генетических горизонтах примитивных неразвитых почв на песчанике и примитивных седиментационных неразвитых почв общая численность микроорганизмов максимальна и в 6-15 раз превышает аналогичные показатели субстрата шламохранилища. Наряду с этим, численность стрептомицетов почв всех мониторинговых участков находится на крайне низком уровне, что является косвенным свидетельством низкой концентрации органического вещества в почвенном субстрате, необходимого для жизнедеятельности изучаемых микроорганизмов.

Анализ сезонной динамики численности микромицетов показал, что наибольшего развития ценоз микроскопических грибов получил в почвах посттехногенных экосистем, в генетических горизонтах которых превышение показателей численности составляло 15-40 раз по отношению к субстрату шламохранилища.

Блок целлюлозоразрушающих микроорганизмов является наименее представленным в микробоценозе почв мониторинговых участков. Однако зафиксированная целлюлозолитическая активность эдафотопов достигает до 60%. Наиболее существенное ее возрастание характерно для примитивных седиментационных неразвитых почв и чернозема обыкновенного, что свидетельствует о более активной деятельности микроорганизмов, а значит – и о большей доступности элементов минерального питания для растений.

Список литературы

1. Артамонова В. С. Особенности микробиологических свойств почв урбанизированных территорий / В. С. Артамонова // Сибирский экол. журн. – 2002. – № 3. – С. 349-354.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Евдокимова Г. А. Микробный компонент природных и техногенных систем Севера / Г. А. Евдокимова // Геоэкология. – 2002. – № 3. – С. 237-242.
4. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцев. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
5. Казеев К. Ш. Биологическая диагностика и интродукция почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
6. Лобков В. Т. Биоразнообразие в агроэкосистемах как фактор оптимизации биологической активности почвы / В. Т. Лобков // Почвоведение. – 1999. – № 6. – С. 732-737.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
8. Микробные сообщества черноземов и фитотоксичность почв свекловичных севооборотов / [Н. В. Безлер, Д. И. Щеглов, Е. В. Куликова и др.] // Вестник ВГУ. Сер. Химия, Биология, Фармация. – 2006. – № 1. – С. 96-103.
9. Назаренко І. І. Ґрунтознавство / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці : Книги-XXI, 2004. – 400 с.

10. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко. – К. : Аграрна наука, 2005. – 300 с.
11. Почвенный микробиоценоз как показатель стабильности луговых сообществ при химическом загрязнении среды тяжелыми металлами / [И. Б. Ившина, Л. В. Костина, Т. Н. Каменских и др.] // Экология. – 2014. – № 2. – С. 83-90.
12. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів : навч. посібник / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Касіопія, 1999. – 210 с.
13. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Под ред. Н. С. Егорова. – М. : Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
14. Сезонная динамика развития микробиоценозов и комплексов беспозвоночных на отвалах вскрышных пород Бородинского бурогольного разреза (КАТЭК) / [А. В. Богородская, Е. Н. Краснощёкова, О. В. Трефилова и др.] // География и природные ресурсы. – 2010. – № 4. – С. 36-45.

Syshchykov D. V., Agurova I. V., Syshchykova O. V. Features of processes of microbiological mobilization of nitrogen and carbon compounds in the edaphotopes of technogenous disturbed lands. – As a result of the carried out researches is established the maximum microorganism's quantity in the horizons of primitive soils on sandstone and the sedimentary undeveloped soils. The cenosis of microscopic fungi was greatest in the soils of post-technogenous ecosystems. The block of cellulose-destroying microorganisms is the least represented in the soil microbiocenosis of monitoring areas. The increase in the cellulolytic activity of edaphotopes for primitive sedimentary undeveloped soils and chernozem usual was recorded.

Key words: technogenic soils, edaphotope, microorganisms, cellulolytic activity, streptomycetes, micromycetes.