

## СВЯЗЬ ДИНАМИКИ ЗАПАСОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА С ФАЗАМИ ПОСТТЕХНОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрены вопросы сингенетичного развития эмбриоземов и растительных группировок в связи с фазами посттехногенного почвообразования на самозарастающих отвалах угольных разрезов Кузбасса (южная лесостепь). Сукцессия проявляется в количественном изменении общих запасов растительного вещества растительных группировок и в соотношении составляющих его компонентов. Сингенетичная смена стадий сукцессии по фазам почвообразования морфологически выражена образованием типодиагностических горизонтов в почвенном профиле эмбриоземов.

**Ключевые слова:** эмбриозем; растительная группировка; сингенетичность; сукцессия; запас растительного вещества.

Естественное формирование почвенного и растительного покровов на техногенных ландшафтах обусловлено регулирующим действием комплекса тесно связанных абиотических и биотических факторов, степень воздействия которых определена сложным техногенным рельефом и литогенными особенностями. Пространственная неоднородность неорельефа определяет возникновение парцеллярной структуры техногенного ландшафта [1]. Значимым фактором в самовосстанавливающихся экосистемах является процесс сингенетичной трансформации почв и растительных сообществ [2]. На близких в географическом отношении парцеллах развиваются эмбриоземы, разные по фазам почвообразования с сингенетичными им растительными группировками, находящимися на определенной стадии развития первичной сукцессии [3, 4].

На самозарастающих отвалах угольных разрезов распространены эмбриоземы четырех типов сингенетичных растительных группировок: инициальная фаза почвообразования – пионерная группировка на инициальном эмбриоземе; динамическая фаза почвообразования – простая растительная группировка на органо-аккумулятивном эмбриоземе и сложная растительная группировка на дерновом эмбриоземе; метастабильная фаза почвообразования – сложившееся замкнутое сообщество на гумусово-аккумулятивном эмбриоземе [5–7].

Один из важнейших вопросов оценки особенностей развития сингенеза почвенных и биологических процессов – это изучение динамики растительного вещества. Потенциальными источниками органического вещества можно считать все компоненты биоценоза, которые попадают на поверхность почвы или в ее толщу и участвуют в процессе почвообразования [8]. Растительное вещество, сосредоточенное в двух сферах – надземной (зеленая фитомасса, ветошь, подстилка) и подземной (живые и мертвые подземные органы), дает основной материал, из которого формируется органическое вещество почв [9, 10]. На породных отвалах запасы надземного и подземного растительного вещества оценивались в течение пяти лет, в середине вегетационного периода (июль). Надземное растительное вещество рассчитывалось по укосам с  $1 \text{ м}^2$  [11]. Для расчетов подземного растительного вещества отмывались корни из почвенных монолитов размером  $20 \times 20 \text{ см}$  в слое 0–20 см. Определялись следующие составляющие компоненты растительного вещества: общий надземный запас ( $G + D + L$ ), который складывался из фитомассы ( $G$ ), ветоши ( $D$ ) и подстилки ( $L$ ); общий подземный запас –  $R$ ; мортмасса –  $D + L$ ; общий запас –  $G + D + L + R$  [10]. Также учитывалось соотно-

шение живого и мертвого растительного вещества ( $(D + L) / G$  и общего подземного к общему надземному  $R / (G + D + L)$ ). Объектами исследования были выбраны разновозрастные самозарастающие породные отвалы Листвянского и Байдаевского угольных разрезов, расположенные в южной части лесостепной зоны Кузбасса.

Вопросы динамики растительного вещества рассматривались, во-первых, с точки зрения характеристики тренда эволюции растительной фитомассы фитоценозов различных стадий сукцессии, сингенетичных определенному типу эмбриозема; во-вторых, интерес вызывает распределение растительного вещества в зависимости от экспозиции и крутизны склонов, т.е. динамика географическая.

Образование фитомассы и ее поступление на субстрат, включая надземную и подземную части, зависит от наличия растений и их проективного покрытия. Инициальная стадия почвообразования диагностируется преобладанием единичных или хаотично рассеянных сорно-рудеральных видов пионерных группировок с проективным покрытием, обычно не превышающим 20%, и инициальными эмбриоземами, в которых отсутствуют какие-либо органогенные горизонты. Пионерные виды разнотравья, особенно широколиственные сорняки (осот полевой, бодяк и др.), дают значительную зеленую фитомассу (см. табл. 1). Накопление мортмассы происходит в основном за счет ветоши, которая в некоторых местообитаниях хотя и достаточно обильна, но в соотношении мертвого и живого надземного растительного вещества отмечается преобладание фитомассы. Медленное накопление подстилки происходит из-за того, что значительная часть площади инициальных эмбриоземов лишена растительности, которая способствовала бы закреплению растительного опада, поэтому опад свободно выдувается. За годы наблюдений происходит некоторый сдвиг в сторону увеличения мертвого растительного вещества, что свидетельствует о накоплении подстилки на инициальных эмбриоземах, хотя и замедленном. С течением времени прослеживается увеличение запасов надземного растительного вещества в 2 раза, подземного – в 1,8, общего – в 1,5 раза. В пионерных группировках преобладают виды со стержневой корневой системой. Эти виды не способны ко вторичному возобновлению в течение одного вегетационного периода, поэтому общий запас растительного вещества на данной стадии сукцессии происходит главным образом за счет надземной части, тем не менее некоторый тренд увеличения общего подземного вещества отмечается за счет постепенного увеличения проективного покрытия и заполнения свободного пространства.

Изменение запасов растительного вещества по фазам почвообразования, г/м<sup>2</sup> сух. вещ.

Годы наблюдения	Компоненты надземного растительного вещества			Мортмасса: D + L	Общий надземный запас: G + D + L	Общий подземный запас: R	Общий запас: G+D+L+R	$\frac{D+L}{G}$	$\frac{R}{G+D+L}$
	G	D	L						
Инициальная фаза почвообразования: пионерная группировка на инициальном эмбриоземе									
1	30,3±12,3	2,4±6,2	2,5±2,1	4,9±4,1	35,0±6,9	25,9±8,3	61,1±7,6	0,17	0,54
3	31,8±41,6	2,9±12,7	2,9±4,7	5,8±8,7	37,6±19,7	26,2±15,1	63,7±17,4	0,29	0,65
5	56,6±21,2	8,2±3,6	3,9±2,4	12,1±3,0	68,7±9,1	47,2±5,2	115,9±8,7	0,59	0,79
Динамическая фаза почвообразования: 1. Простые растительные группировки на органо-аккумулятивном эмбриоземе									
1	78,2±28,2	7,5±71,3	97,1±18,4	158,4±79,9	264,7±15,6	238,2±35,9	235,8±59,5	1,33	0,8
3	106,4±13,2	15,2±9,1	117,2±10,8	132,2±25,8	279,0±15,7	530,6±42,4	766,4±66,1	1,24	1,89
5	131,9±25,5	19,4±8,7	147,0±40,7	167,1±60,7	298,2±19,2	601,5±49,5	874,8±76,8	1,27	2,21
2. Сложные растительные группировки на дерновом эмбриоземе									
1	272,3±16,2	35,2±2,3	366,0±91,3	401,6±29,3	672,1±39,9	3139,0±86	3811,0±53	1,47	4,67
3	277,6±5,3	27,6±2,4	245,5±26,8	291,1±1,23	548,6±27,6	3428,0±15	3898,0±62	1,05	6,24
5	290,1±17,8	31,3±2,4	277,4±5,1	303,9±31,6	594,0±321,7	3497,0±31	3881,0±60	1,04	5,88
Метастабильная фаза почвообразования: сложившиеся растительные сообщества на гумусово-аккумулятивном эмбриоземе									
1	326,8±65,6	35,8±2,9	247,4±79,4	283,6±43,3	604,0±27,7	5141,0±51	5942,0±561	0,87	8,51
3	331,6±4,8	42,4±2,8	250,1±76,7	267,8±58,9	618,2±29,1	4602,0±47	5229,0±490	0,81	7,44
5	379,5±46,7	28,1±2,9	246,7±111	322,6±82,0	626,4±29,9	4856,0±52	5406±507	0,85	7,75

Хаотическая смесь пород отвалов, созданная на техногенном этапе, изменяется очень медленно. Верхний слой этих пород вначале безгумусовый, поэтому первая стадия почвообразования морфологически не выражена. В этот период диагностика почвенно-генетических особенностей почвы сложна в силу малой мощности профиля и слабой степени морфологической дифференциации минеральной части профиля на генетические горизонты.

Диагностическим признаком перехода инициальной фазы развития в динамическую, инициального эмбриозема в органо-аккумулятивный, а пионерной растительной группировки в простую является накопление подстилки (Ao). Мощность ее варьировала от 1 до 5 см, степень разложения чаще всего слабая и выражалась только в некотором измельчении растительных остатков с сохранением их морфологической структуры. Это первый органогенный горизонт в профиле эмбриоземов, имеющий особое значение в жизни формирующихся биоценозов, прежде всего это сохранение влаги. В ряде местообитаний, на инициальных эмбриоземах, подстилка также была обнаружена, но она имела редкий, фрагментарный характер. С открытых пространств она легко выдувается ветром, и ее накопление отмечено лишь по понижениям или возле стеблей поселившихся растений. Ее весовое количество на инициальной фазе несущественно. Накопление подстилки на динамической фазе происходит за счет развития травянистых поликарпических растений, увеличения числа видов в группировках и их проективного покрытия. Нужно отметить, что травянистые фитоценозы простых смешанных растительных группировок отличаются от пионерных значительным увеличением запасов растительного вещества. Это свидетельствует о сукцессионных процессах, напрямую связанных с усложнением и увеличением флористического состава простых растительных группировок. Прослеживается преобладание надземного растительного вещества над подземным, что является характерным признаком для начальных стадий сукцессии развития растительных сообществ. Доминирование видов *Cirsium vulgare*, *Crepis tectorum*, *Hieracium umbellatum*, *Sonchus oleraceus* обуславливает

большую наземную фитомассу, переходящую постепенно в подстилку, которая из всех компонентов наземного вещества имеет наибольший вес. Общий запас растительного вещества увеличивается в 3,7 раза, но по годам наблюдается варьирование данных. Возможно, это связано с некоторыми флуктуационными процессами на фоне неоднородных климатических условий и прежде всего с увлажнением. В засушливые годы травостой в растительных группировках был низкорослый и разреженный, и как следствие уменьшался общий надземный запас, во влажные – увеличивался, при этом мортмасса всегда преобладала над фитомассой.

На фоне происходящих процессов в надземной части отмечается увеличение общего подземного запаса в 2,3 раза. Во-первых, из-за накопления живых и мертвых корней в приповерхностных горизонтах и, во-вторых, за счет появления в составе смешанных группировок длиннокорневищных поликарпических растений. Рост подземного растительного вещества обуславливает увеличение и общего количества запасов. Соответственно изменяется соотношение надземного и подземного запасов с перевесом последнего в среднем в 1,89 раза, но этот показатель на данной фазе почвообразования не стабилен и зависит от возраста отвала. Отмечено, что в органо-аккумулятивных эмбриоземах, сформировавшихся на молодых отвалах (в течение 10 лет), надземные запасы, и прежде всего мортмасса, преобладают над подземными; с возрастом отвала (более 30 лет) это соотношение изменяется прямо противоположно, что связано со значительной потерей части надземного растительного вещества на этапе перехода из фитомассы в мортмассу. Это происходит за счет механического сноса, выдувания или смыва растений со склоновых поверхностей. Данная особенность отражается и на мощности подстилки. Органо-аккумулятивные эмбриоземы, сформированные на молодых отвалах, характеризуются наибольшей по мощности подстилкой, чем органо-аккумулятивные эмбриоземы старовозрастных отвалов. На инициальной и динамической фазах посттехногенного почвообразования диагностика почвенно-генетических процессов осуществляется только в пределах органогенной части профиля

эмбриоземов. Однако из этого не следует, что плодородие первично, а морфологически выраженное строение почвы – явление вторичное. С течением времени на таких породах в лесостепной зоне образуется степной войлок, а в лесной зоне – лесная подстилка. Они считаются первыми почвенными генетическими горизонтами, имеющими особое значение в жизни формирующихся биоценозов. Морфологическое описание начальных стадий почвообразования позволяет выявить порядок возникновения почвенных горизонтов и начало обособления почвенного тела от хаотичной смеси почвообразующих пород [12].

Во всех растительных сообществах органо-аккумулятивного эмбриозема отмечено доминирование *Melilotus officinalis*, что свидетельствует о развитии бобово-ризобияльного симбиоза, в результате которого азот перекачивается из атмосферы в почву [8, 9], что создает условия для развития разнотравья. Последующее поселение луговых видов и рыхлокустовых злаков способствует формированию четко выраженной в почвенном профиле дернины (A<sub>0</sub>+A<sub>d</sub>), увеличивающей подземные запасы растительного вещества, и предопределяющей переход сукцессии растительного сообщества в следующую стадию, а эмбриозема – в дерновую фазу почвообразования. Развитие сложного растительного сообщества на дерновом эмбриоземе характеризуется изменением флористического состава и структуры фитоценозов. Сомкнуто-групповой состав сложных растительных группировок определяется доминирующими мезофильными поликарпическими коротко- и длиннокорневищными растениями, представленными луговыми и лугово-лесными видами. Наиболее распространенная группа многолетних, дернообразующих злаков, за счет своих морфологических особенностей, в подземной части формирует сложную корневую систему, хорошо связывающую верхний слой субстрата, и образует упругую достаточно плотную дернину. Наличие подземных побегов способствует интенсивному вегетативному разрастанию и образованию плотно сомкнутого наземного и подземного покрова. В свою очередь, происходящие изменения в структурном составе фитоценозов отражаются и на количественном изменении запасов растительного вещества, по сравнению с предыдущей стадией сукцессии. В среднем количество общих запасов в сложных растительных группировках в 8,5 раза выше запасов простых растительных группировок. Рост осуществляется в основном за счет увеличения подземных запасов от 3139 г/м<sup>2</sup> до 3497 г/м<sup>2</sup>. Несмотря на динамику подземных запасов, являющихся главным источником образования почвенного органического вещества, количество гумуса в дернине составляет всего 4,68%, что свидетельствует о замедленном развитии продукционно-деструкционных процессов и низкой активности гетеротрофов [5, 9]. С глубиной показатель резко снижается до 1% и выравнивается с данными инициального и органо-аккумулятивного эмбриоземов. О замедленных темпах минерализации и гумификации также свидетельствует преобладание мортмассы над фитомассой. В подстилке зафиксировано постепенное накопление запасов, количество растительного вещества ветоши оказывается незначительным. Изменяется сте-

пень разложения растительного опада. В подстилке выделяются две разные по степени разложения части. Верхняя – слабой степени разложения, которая включает неизменившиеся растительные остатки, представленные преимущественно стеблевой частью сосудистых растений, постепенно измельчающихся, но сохраняющих долгое время свою морфологическую структуру в почти неизменном виде. Нижняя часть подстилки характеризуется большей степенью разложения, она состоит из опавших частей растений – листьев, соцветия, тонкие и измельченные стебли. Из них быстрее разрушаются и теряют морфологическое строение листья, постепенно приобретающие буроватый оттенок и интенсивнее перемешивающиеся с минеральной частью почвы и корнями растений.

Динамика запасов растительного вещества в сложных растительных группировках показывает некоторое замедление скорости сукцессионных процессов во времени. По результатам исследований, в результате происходящих сукцессионных процессов эмбриоземы дерновые могут сформироваться в течение 10 лет.

Переход в стадию замкнутого сообщества диагностируется по появлению в профиле гумусово-аккумулятивного горизонта (A<sub>0</sub>+A<sub>d</sub>+A<sub>1</sub>), переполненного полуразложившимся органическим материалом. С появлением микроорганизмов, способных к разложению клетчатки, белков и т.д., а также способных к минерализации и гумификации органического вещества, происходит постепенное гумусонакопление, выраженное в обособлении в почвенном профиле еще одного органо-генного горизонта. Гумусовый горизонт переполнен полуразложившимся органическим материалом, сильно размельченным и потерявшим свое клеточное строение. Он в значительной степени маскирует характер дисперсной минеральной массы верхних горизонтов. На данной фазе почвообразования в почвенном профиле помимо биогенного горизонта иногда морфологически проявляется горизонт выщелачивания и иллювирования, выраженный в скоплении мелкозема и пылевато-иловатых фракций, привнесенных из верхних горизонтов [4, 10].

Гумусово-аккумулятивные эмбриоземы со сложившимися папоротниково-разнотравно-злаково-бобовыми и разнотравно-бобово-злаковыми ассоциациями мезофильных группировок, а также сформировавшийся к моменту наблюдения сосново-березовый лес с разнотравным травостоем характеризуются значительными запасами растительного вещества. По сравнению с пионерными группировками общие запасы растительного вещества увеличиваются в 20 раз, с простыми смешанными группировками – в 8,8 раза, со сложными растительными группировками – в 1,4 раза. Это происходит в результате генеративного и вегетативного размножения поликарпических растений сложившихся растительных группировок. Наибольшая часть запасов (85%) сложившихся растительных сообществ сосредоточена в подземной части, остальные 15% запасов приходится на надземную часть. Это соотношение во времени остается без особых изменений. Соотношение живого и мертвого надземного растительного вещества на данной фазе почвообразования существенно изменяется. Если в простых растительных группировках и в сложных сообществах преобладало мертвое раститель-

ное вещество, то в замкнутых сообществах наблюдается обратная картина. Соотношение мортмассы и фитомассы в течение пяти лет остается практически без изменения и составляет 0,81–0,87 с перевесом в сторону фитомассы в среднем на 55 г/м<sup>2</sup>. Это связано с тем, что укосы производились в период максимального вегетативного роста, поэтому характеризовались весьма высокими показателями живого растительного вещества. Сложившиеся сообщества формируются преимущественно на горизонтальных поверхностях, характеризующихся относительно благоприятными экологическими условиями и прежде всего наилучшим влагообеспечением, поэтому образование здесь фитомассы и ее поступление на поверхность гумусово-аккумулятивных эмбриоземов осу-

ществляется интенсивнее. Сравнивая показатели запасов растительного вещества по годам, несмотря на некоторое незначительное их варьирование, характерна относительная стабильность, что свидетельствует о замедлении сукцессионных процессов.

Географический аспект распределения запасов растительного вещества по всем фазам посттехногенного почвообразования демонстрирует четкую закономерность – с увеличением крутизны склона, независимо от стадии сукцессии, все показатели запаса уменьшаются (табл. 2). Гумусово-аккумулятивные и дерновые эмбриоземы со сложившимися и сложными растительными группировками на крутосклонных поверхностях (более 20°) не зафиксированы.

Таблица 2

Изменение запасов растительного вещества растительных группировок различных типов эмбриоземов в зависимости от положения в рельефе по усредненным годовым данным, г/м<sup>2</sup>

Тип эмбриозема	Положение эмбриоземов относительно рельефа и экспозиции склона								
	Выровненная поверхность	Экспозиция склонов							
		северная		южная		восточная		западная	
	<10°	>20°	<10°	>20°	<10°	>20°	<10°	>20°	
Фитомасса растительных группировок по типам эмбриоземов (G)									
Инициальный	82,3	59,8	29,8	64,8	2,8	7,2	1,0	37,4	3,0
Органо-аккумулятивный	166,8	66,8	61,6	159,1	102,5	156,2	47,0	156,7	55,9
Дерновый	631,7	384,6	---	211,9	---	294,6	---	291,1	---
Гумусово-аккумулятивный	324,8	428,5	---	---	---	---	---	---	---
Мортмасса из ветоши и подстилки растительных группировок по типам эмбриоземов (D + L)									
Инициальный	11,4	8,4	4,9	12,0	0,1	7,1	2,5	8,9	0,4
Органо-аккумулятивный	239,5	161,4	136,8	182,0	61,3	126,7	38,6	180,1	48,0
Дерновый	785,4	546,5	---	213,8	---	172,8	---	213,3	---
Гумусово-аккумулятивный	292,2	189,6	---	---	---	---	---	---	---
Общий надземный запас растительных группировок по типам эмбриоземов (G + D + L)									
Инициальный	93,8	68,8	34,7	76,8	2,8	10,7	1,0	46,3	3,0
Органо-аккумулятивный	406,3	228,2	198,4	341,1	163,8	282,9	85,6	336,8	103,9
Дерновый	1417,1	931,1	---	425,7	---	467,4	---	504,4	---
Гумусово-аккумулятивный	617,0	618,1	---	---	---	---	---	---	---
Общий подземный запас растительных группировок по типам эмбриоземов (R)									
Инициальный	72,8	50,3	63,7	68,7	14,3	9,1	6,6	33,8	10,0
Органо-аккумулятивный	721,6	806,3	314,2	614,3	509,5	582,8	448,8	671,7	589,2
Дерновый	3950,8	3916,5	---	2897,5	---	3444,0	---	3610,6	---
Гумусово-аккумулятивный	4546,7	4696,2	---	---	---	---	---	---	---
Общий запас растительных группировок по типам эмбриоземов (G + D + L + R)									
Инициальный	166,6	86,3	71,4	145,5	17,1	19,8	7,6	70,1	13,0
Органо-аккумулятивный	1118,9	1034,5	512,6	955,4	673,3	865,7	534,4	1008,5	693,5
Дерновый	5163,7	4847,6	---	3323,2	---	3911,5	---	4115,0	---
Гумусово-аккумулятивный	5367,9	5313,3	---	---	---	---	---	---	---

Анализ географической зависимости запасов растительного вещества пионерных группировок инициальных эмбриоземов показал, что наибольшее их количество характерно для местообитаний, расположенных на выровненной поверхности, что вполне закономерно и объяснимо. На крутосклонных поверхностях за счет выдувания и смыва подстилка не формируется и практически отсутствует ветошь. Выявлен и такой факт, что даже при видимом отсутствии растений на крутосклонных поверхностях, при обработке почвенных образцов, некоторое количество корней обнаруживалось. Это можно объяснить тем, что в процессе десимиляции на данные участки заносятся споры, растения вырастают, но в силу неблагоприятных эдафических условий быстро погибают. Отмершие наземные части либо сдуваются ветром, либо выносятся водой, а корни остаются в почве. Из всех крутосклонных поверхностей склоны северной экспозиции характеризуются наибольшим запасом растительного вещества.

Если судить по запасам растительного вещества о благоприятности экологических условий, то пионерные группировки местообитаний северной и восточной экспозиции, возможно, в скором времени перейдут на следующую стадию сукцессии.

Простые растительные группировки органо-аккумулятивных эмбриоземов характеризуются наибольшей хаотичностью. Это, возможно, связано с высокой долей их площади среди всех эмбриоземов, с широким географическим диапазоном их распространения на техногенном ландшафте и длительностью данной фазы почвообразования. Были отмечены местообитания с органо-аккумулятивными эмбриоземами на отвалах возрастом уже более 50 лет, т.е. за этот период сукцессионные процессы достигли лишь начального этапа динамической фазы. За период наблюдения также никаких динамических изменений не произошло. Можно с уверенностью утверждать, что в подобных местообитаниях никаких сукцессионных процессов не будет.

происходить еще длительный период времени. Вероятнее всего, что на фактор крутизны накладывается отпечаток и другой лимитирующий фактор – содержание каменистой фракции, определяющей низкую влагоемкость и провальный водный режим. Действие последнего отмечается на горизонтальных поверхностях, поскольку здесь запасы растительного вещества не отличаются от аналогичных простых растительных группировок, расположенных на наклонных участках. Не выявлена зависимость и от экспозиции склона. Даже на местообитаниях, расположенных на северных склонах, наиболее увлажненных по сравнению со склонами других экспозиций, запасы были незначительные.

Только с переходом в дерновую фазу почвообразования отслеживается некоторая зависимость запасов растительного вещества от экспозиции склона и положения в рельефе. Все сложные растительные группировки, расположенные в местообитаниях с выровненным типом рельефа, по общим запасам и компонентам растительного вещества характеризовались наибольшими величинами. Во всех группировках с доминированием злаков отмечено преобладание подземного растительного вещества, что свидетельствует о наличии развитой, мощной корневой системы и длительном ее сохранении.

В местообитаниях с гумусово-аккумулятивными эмбриоземами преобладают разнотравно-бобово-злаковые фитоценозы, на слабонаклонных участках северных экспозиций распространены высокотравные папоротниково-разнотравно-злаково-бобовые фитоценозы и сосново-березовый лес с разнотравно-бобово-злаковым травостоем, характеризующиеся довольно высоким содержанием фитомассы. Анализ географической зависимости запасов растительного вещества не вскрыл существенных различий на данной фазе посттехногенного почвообразования, что говорит о ста-

бильности развития растительного и, как следствие, почвенного покровов.

Сукцессионные процессы развиваются от рудеральных пионерных группировок к сообществам с более устойчивыми ценотическими связями и господством многолетних травянистых поликарпических растений [6, 7, 9, 13]. Изменяется доленое участие видов разных экологических групп за счет уменьшения числа сорных видов и количественного роста лесолуговых и лесных видов. Смена каждой последующей стадии сукцессии сопровождается увеличением числа видов, усложнением флористического и биоморфологического состава, эколого-фитоценотической структуры, ростом запасов растительного вещества, что приводит к усложнению органогенной части профиля эмбриоземов и образованию эволюционно более зрелых почв.

Разнокачественность техногенного рельефа с наличием большого количества склоновых поверхностей и пестрота минерального состава техногенного элювия обусловили асинхронность протекания сингенетических сукцессий. Наличие контрастных экологических ниш, в которых эмбриоземы и сингенетичные им растительные группировки находятся на различных этапах развития, предопределило высокую вариабильность накопления запасов растительного вещества и прохождения стадий сукцессии. На близких в географическом отношении местообитаниях развиваются эмбриоземы, разные по фазам посттехногенного почвообразования. В благоприятных местообитаниях с выровненным или слабонаклонным рельефом и в отсутствии других лимитирующих факторов, определяемых техногенезом, развитие сукцессионных процессов происходит наиболее быстрыми темпами. Это диагностируется переходом экосистемы в более поздние стадии эволюции, что сопровождается увеличением запасов растительного вещества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Таранов С.А., Кандрашин Е.Р., Фаткулин Ф.А. и др. Парцеллярная структура фитоценоза и неоднородность молодых почв техногенных ландшафтов // Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука, 1979. С. 19–58.
2. Курачев В.М., Кандрашин Е.Р., Рагим-заде Ф.К. Сингенетичность растительности и почв техногенных ландшафтов: экологические аспекты, классификация // Сибирский экологический журнал. 1994. № 3. С. 205–213.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Изд-во МГУ, 1973. 383 с.
4. Кандрашин Е.Р. Сингенез и продуктивность естественной растительности и полукультурфитоценозов на отвалах угольных разрезов Южного Кузбасса // Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука, 1979. С. 163–172.
5. Андроханов В.А., Кулятина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
6. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. 37 с.
7. Глебова О.И. Биогеографическая диагностика эмбриоземов Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 18 с.
8. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.; Л.: Наука, 1965. 253 с.
9. Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б. Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука, 1993. 157 с.
10. Титлянова А.А., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Романова И.П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. Новосибирск: Наука, 1996. 128 с.
11. Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 39–62.
12. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2003. 356 с.
13. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов (на примере КАТЭКа). Новосибирск: Наука, 1998. 172 с.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 15 февраля 2011 г.