
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ И ЛЕСОПАРКОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Л.В. Мосина¹, Э.А. Довлетярова², П.А. Петровская²

¹Кафедра экологии

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

²Агробиотехнологический департамент

Российский университет дружбы народов
ул. Микулухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В статье приведены результаты исследования закономерностей между азотофиксирующей способностью почвы и состоянием фотосинтетической поверхности растений. Установлено, что величина микробной биомассы является индикатором состояния древостоя и может быть использована при оценке продуктивности и устойчивости экосистем под влиянием различных факторов антропогенеза.

Ключевые слова: микробиота, система «почва—растение», аммонифицирующие микроорганизмы, антропогенное воздействие.

В настоящее время выявлена четкая закономерность изменения микробной компоненты почвы на участках леса с различной антропогенной нагрузкой, что подтверждает высокую индикаторную способность микробиоты.

Принимая это во внимание, мы попытались проанализировать связь между состоянием древостоя и микробной компонентой почвы. Для этой цели были проведены исследования динамики численности и качественного состава основных групп почвенного микробного населения под различными насаждениями Лесной опытной дачи РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева.

Так как в почвах лесной опытной дачи основную массу микроорганизмов составляют бактерии [3], все дальнейшие расчеты приведены для группы микроорганизмов, развивающихся на мясо-пептонном агаре (МПА).

Следует отметить, что при выборе показателя, характеризующего микробиологическую компоненту почвы, учитывали не общепринятый показатель количества микроорганизмов, а на основе численности микробного населения рассчитывали величину микробной биомассы. Этот показатель более адекватно отражает состояние системы «почва—растение» [4].

Принципиальный подход к использованию этого показателя заключается в увязке работы системы «почва—растение» на границе раздела двух сред, т.е. показателя обменных процессов, которые происходят в растительных сообществах, и тех изменений, которые протекают в почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Так, при нормальном состоянии фитоценозов происходит естественный ход обменных процессов. В случае их нарушения меняется характер биохимических и физиологических процессов, что регистрируется почвенными микроорганизмами, для которых корневые выделения являются пищевым и энергетическим материалом. Периодичность их заключается в чередовании размноже-

ния и отмирания клеток, что вызывается переменной концентрацией токсического вещества — периодина, который образуется микроорганизмами и разрушается молекулярным кислородом.

Когда периодическая токсичность почвы, вызываемая периодином, достигает максимума, количество микроорганизмов снижается и скорость образования периодина уменьшается, а окисление его продолжается. В результате этого токсичность снижается до минимума и возобновляется размножение микроорганизмов, ведущее к повышению токсичности [10].

Величина же численности микроорганизмов является очень динамичной и зависит от ряда факторов, среди которых колебания температуры, влажности, пищевого режима почвы, который в значительной степени определяется активностью корневых выделений [3].

Так, по данным Е.Н. Мишустина (1956), в почвах различных географических зон бывшего СССР микробная биомасса колеблется от 0,6 до 5 т/га пахотного слоя. Согласно данным Рассэла (1955) живая масса бактериальных клеток составляет от 1,68 до 3,9 т/га. Биомасса микроскопических грибов в ельнике-зеленомошнике в горизонте А1 составила 3,2 т/га, в березняке — 1,6 т/га (на основе метода агаровых пленок [2]).

Под елово-пихтовой разнотравной растительностью в 10-сантиметровом слое вовлекалось в биологический круговорот за 19 дней (июль месяц) 20 т/га микробной биомассы на основании подсчета числа микроорганизмов в капиллярах.

Бесспорно, эти данные не являются абсолютно точными, так как изучение продуктивности микроорганизмов имеет большие трудности вследствие слабо разработанной методики ее определения. Однако имеющиеся данные по этому вопросу свидетельствуют о значительном участии микроорганизмов в обменных процессах [10].

Необходимо отметить существенный запас питательных элементов в микробной биомассе, что также имеет большое значение в вопросах устойчивости и продуктивности насаждений. Так, микробная биомасса содержит примерно 12% N, 3% P₂O₅ и 2,2% K₂O (в пересчете на сухое вещество) [1]. Согласно данным В.В. Буткевича (1950), микроорганизмы в процессе развития потребляют азот и углерод в процессе развития в среднем в отношении 1 : 25; в мертвой микробной массе отношение N : C = 1 : 6,6. При разложении такого органического вещества только 1/4 азота будет потребляться микроорганизмами, а 3/4 его освобождается в минеральной форме и используется в качестве пищевого и энергетического материала.

Величину микробной биомассы рассчитывали по формуле Я.П. Худякова (1958):

$$M = \frac{m \times K(L - a) \times n \times P}{100},$$

где M — величина микробной биомассы, т/га; m — масса бактериальной клетки; K — максимальное количество микроорганизмов (бактерий) в периоде; n — процент отмерших клеток в периоде; P — число периодов; L — длина периода; a — неактивная часть периода; $(L - a)$ — активная часть периода; 100 — переводной коэффициент.

Графически это может быть выражено следующим образом (рис. 1).

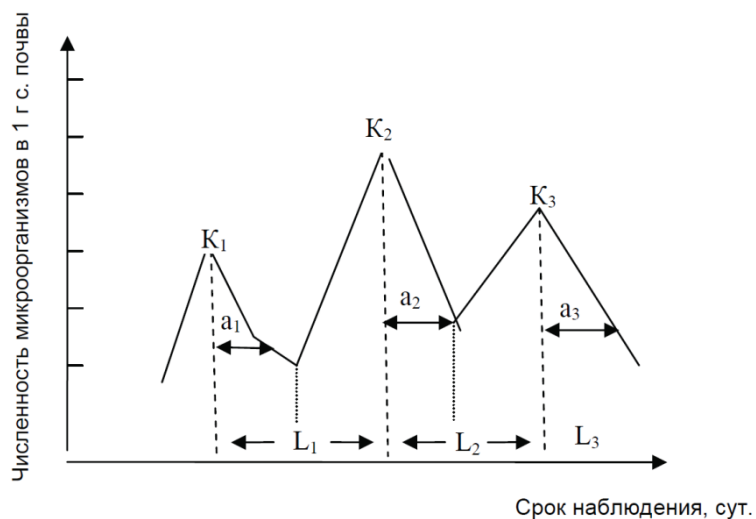


Рис. 1. Периодичность микробиологических процессов в почве (обозначения см. формулу)

В качестве изученных насаждений были взяты основные лесообразователи лесной опытной дачи МСХА: сосна с липой, дуб, береза и лиственница (двух классов возраста).

Под этими насаждениями на пробных площадях ежедневно в одно и то же время суток определяли количественный и качественный состав микроорганизмов в течение нескольких лет, а также температуру и влажность почвы.

На основании данных исследований строили график (рис. 1), на котором выделяли периоды развития микроорганизмов, а также активную и неактивную часть его.

За продолжительность периода принимали время между минимальными величинами численности микроорганизмов, т.е. время минимальной токсичности почвы. Неактивной частью периода являлось время между максимальной токсичностью и минимальной [5].

При расчете биомассы исходили из средней массы бактериальной клетки, равной $2,92 \times 10^{12}$ г, и условного допущения, что в каждом периоде отмирает примерно 75% клеток [1]. При расчете сухого вещества микробной биомассы принимали содержание воды в клетке, равное 80%. Все исследования проводили в 3-кратной повторности.

Мы признаем некоторую условность данного метода расчета и не претендуем на высокую точность полученных результатов, однако считаем, что с помощью этого метода можно составить более точное представление о микробной продуктивности, чем путем пересчета результатов одного или небольшого числа наблюдений за численностью микроорганизмов [8].

Ниже приводятся результаты исследования величины микробной биомассы в почвах под основными лесообразователями лесной опытной дачи МСХА.

Насаждения дуба (кв. 11, пр. пл. 18). Почвы дубравы характеризуются высокой численностью микроорганизмов — 1,64 млн — 5,4 млн клеток в 1 г.

За время наблюдений выделено 7 периодов со средней продолжительностью около 2 дней. В первый период (с 27 по 29 июня (число микробов достаточно четко коррелировало с влажностью и температурой почвы и было самым высоким за весь срок наблюдения). Продолжительность следующего периода — 3 суток. Здесь уже не отмечалось четкой связи числа микробов с температурным режимом и влажностью почвы. Во все остальные периоды эта связь, особенно с влажностью верхнего горизонта, прослеживалась очень хорошо.

Продуктивность микроорганизмов зависит от их численности и продолжительности активного периода [9]. Причем в отдельные сроки последняя оказывает большее влияние, чем численность микробов. Так, при одинаковой численности микробов (около 12 млн) во 2-й и 4-й периоды и большей продолжительности последнего продуктивность в 4-й период была почти в 2 раза выше (табл. 1). Минимальная продуктивность аммонифицирующих микроорганизмов отмечалась в третьей декаде июля, общая продуктивность аммонификаторов с 27 июня по 28 июля составила примерно 260 кг сырой массы на 1 га, что в пересчете на сухое вещество [1] равно 52 кг/га.

Таблица 1

Микробная продуктивность в почвах дубравы

Периоды	L	a	(L - a)	Максимум, млн на 1 г почвы	Микробная масса в 10 см слое		Содержание в сухом веществе микробной массы, кг/га		
	сут.				г на 1 г почвы (n×10 ⁶)	кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	1	1	25,4 ± 1,9	55 ± 4,0	55 ± 4,0	1,32	0,33	0,22
2	3	1	2	8,7 ± 0,6	38 ± 3,4	38 ± 3,4	0,91	0,23	0,17
3	2	1	1	12,8 ± 0,9	28 ± 1,9	28 ± 1,9	0,67	0,17	0,12
4	3	1	2	11,6 ± 1,1	51 ± 4,2	51 ± 4,2	1,22	0,31	0,22
5	5	4	1	16,0 ± 1,4	35 ± 2,7	35 ± 2,7	0,84	0,21	0,15
6	2	1	1	16,0 ± 1,2	35 ± 3,0	35 ± 3,0	0,84	0,21	0,15
7	2	1	1	7,7 ± 0,6	17 ± 1,1	17 ± 1,1	0,41	0,10	0,07
1—7	19	10	9	—	—	259 ± 1,3	5,37	1,35	0,98

Если учесть, что на твердых питательных средах выявляется всего лишь 0,01% микроорганизмов, то на 1 га должно приходиться 5,2 т сухого вещества микробной плазмы в месяц, а за вегетационный период, с середины мая до середины сентября, при той же численности микроорганизмов — около 21 т, где содржится 2,5 т N, 0,6 P₂O₅.

Сосново-липовое насаждение (кв. 11, пр. пл. В2). Численность микроорганизмов здесь колебалась от 20 ± 1,9 млн до 2 ± 0,1 и зависела в большей степени от температуры, чем от влажности почвы.

В развитии микробов наблюдалось три неполных периода продолжительностью от 3 до 8 суток, а максимум биомассы приходился на середину июля — 106,8 ± 9,2 × 10⁶ кг/га (табл. 2). Доля биомассы в биологическом круговороте за счет аммонификаторов равномерно увеличивалась в течение месяца, что имело место только в данном насаждении.

Таблица 2

Микробная продуктивность в почвах сосново-липового насаждения

Периоды	L	a	(L - a)	Максимум, млн на 1 г	Микробная масса в 10 см слое		Содержание в сухом веществе микробной массы, кг/га		
	сут.				г на 1 г почвы (п×10 ⁶)	кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	3	2	1	20,5 ± 1,9	44,9 ± 3,8	44,9 ± 3,8	1,1	0,27	0,20
2	4	1	3	11,35 ± 9,4	74,7 ± 6,2	74,7 ± 6,2	1,8	0,45	0,33
3	—	4	4	12,2 ± 1,0	106,8 ± 8,7	106,8 ± 8,7	2,56	0,64	0,44
1—3	15	7	8	—	—	226,4 ± 18,7	5,46	1,36	0,97

Из расчетов следует, что за вегетационный период в почвах сосново-липового насаждения может образоваться 90 т микробной массы на 1 га, а в пересчете на сухое вещество — $17,1 \pm 0,6$ т/га.

Березовое насаждение (кв. 6, пр. пл. 17). Численность аммонификаторов в почве этого насаждения в среднем около 6 млн с колебаниями от 1 до 20 млн при максимуме, как и в дубраве, в конце июня. Динамика ее в основном связана с изменениями температуры и влажности почвы, но в отдельные моменты снижение количества микробов не определялось ухудшением гидротермического режима, например с 1 по 7 июля, когда влажность почвы повысилась с 14 до 22% при одинаковом уровне температуры. Вероятно, изменение численности микробов в известной степени можно объяснить периодичностью роста корневой системы, а также изменением в течение вегетации хода поглощения растениями питательных веществ и оттока последних через корни в почву.

В почве березового насаждения отмечено 6 периодов генерации микроорганизмов продолжительностью 2—4 дня (табл. 3) [10].

Таблица 3

Микробная продуктивность в почвах березового насаждения

Периоды	L	a	(L - a)	Максимум, млн на 1 г почвы	Микробная масса в 10 см слое		Содержание в сухом веществе микробной массы, кг/га		
	сут.				г на 1 г почвы (п×10 ⁶)	кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	4	2	2	19,39 ± 1,5	84,9 ± 6,4	84,9 ± 6,4	2,04	0,51	0,37
2	3	1	1	19,39 ± 1,4	42,5 ± 3,6	42,5 ± 3,6	1,02	0,25	0,19
3	4	2	2	6,71 ± 0,4	29,4 ± 1,9	29,4 ± 1,9	0,71	0,18	0,13
4	4	2	2	9,0 ± 0,6	39,4 ± 2,8	39,4 ± 2,8	0,95	0,24	0,17
5	2	1	1	12,65 ± 0,9	27,7 ± 2,1	27,7 ± 2,1	0,66	0,17	0,12
6	3	1	2	12,65 ± 1,0	55,4 ± 4,6	55,4 ± 4,6	1,33	0,33	0,24
1—6	19	9	10	—	—	279,3 ± 21,4	6,71	1,68	1,22

Биомасса колебалась по периодам от $27,7 \pm 2,1$ до $84,9 \pm 6,4$ кг. За вегетационный период сырая микробная масса по расчетам может составить здесь 112 т/га ($22,4 \pm 0,5$ т сухого вещества).

Насаждения лиственницы спелой (кв. 11, пр. пл. Г) и молодой (кв. 11, пр. пл. 136). Для изучения влияния возраста насаждений на продуктивность микроорганизмов был поставлен опыт с лиственницей спелой (86—91 год) и молодой (15—22 года).

Численность микроорганизмов в спелом лиственничном насаждении колебалась от 2 до 13 млн клеток. Вначале она была достаточно высокой, но в дальнейшем снизилась и лишь во второй декаде июля в течение 3 дней достигла максимума. Возможно, это объясняется некоторым увеличением влажности почвы (с 21—22 до 25%). В динамике численности аммонификаторов наблюдалось 5 периодов продолжительностью от 2 до 5 суток. В 1-й и 5-й периоды она была почти одинаковой (11 и 13 млн клеток), но микробная продуктивность в 5-й период оказалась значительно больше (в 4 раза), что объясняется более длительным временем размножения микробов в конце июля (табл. 4) [6].

Таблица 4

Микробная продуктивность в почве спелого насаждения лиственницы

Периоды	L	a	(L - a)	Максимум, млн на 1 г почвы	Микробная масса в 10 см слое		Содержание в сухом веществе микробной массы, кг/га		
	сут.				г на 1 г почвы (пх10 ⁶)	кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	1	1	11,07 ± 0,6	24,2 ± 1,8	24,2 ± 1,8	0,58	0,14	0,01
2	5	1	4	8,61 ± 0,5	75,4 ± 5,4	75,4 ± 5,4	1,81	0,45	0,33
3	5	2	3	8,61 ± 0,5	56,6 ± 3,9	56,6 ± 3,9	1,35	0,34	0,25
4	3	2	1	13,13 ± 0,9	28,7 ± 1,9	28,7 ± 1,9	0,69	0,17	0,13
5	4	1	3	13,13 ± 1,0	86,2 ± 6,1	86,2 ± 6,1	2,06	0,52	0,38
1—5	19	7	12	—	—	271,1 ± 19,1	6,49	1,62	1,19

За вегетационный период в этом насаждении по расчетам может быть вовлечено в биологический круговорот $21,7 \pm 0,6$ т биомассы, в которой на долю азота приходится 2,6 т, P₂O₅ — 0,7 и K₂O — 0,5 т.

В почве молодого насаждения лиственницы, несмотря на низкую ее влажность, численность микроорганизмов также была высокой — от 1 до 18 млн, что свидетельствует о максимальной интенсивности биологического круговорота, характерной для насаждения, находящегося в возрасте жердняка [7].

Максимум в их развитии, как и вообще динамика численности, совпадали с таковыми в насаждении лиственницы спелой.

Возможно, в пределах одного биологического вида продолжительность роста и ход поглощения и оттока питательных веществ в почву одинаковы, и физиологические процессы в данном случае оказывают более сильное влияние на микроорганизмы, чем влажность почвы. Увеличение последней с 12 до 14,5% не привело к возрастанию числа микробов.

Это подтверждает положение о том, что в бедных почвах динамика численности микроорганизмов в большей степени зависит от пищевого режима, чем от ее влажности [10].

В почвах под молодой лиственницей (табл. 5) в круговороте участвует несколько большее количество биомассы, чем в насаждении лиственницы спелой, — 23,4 т сухого вещества (азота — 2,4 т/га, P_2O_5 — 0,6 и K_2O — 0,4 т).

Таблица 5

Микробная продуктивность в почвах насаждения молодой лиственницы

Периоды	L	a	(L – a)	Максимум, млн на 1 г почвы	Микробная масса в 10 см слое		Содержание в сухом веществе микробной массы, кг/га		
	сут.				г на 1 г почвы ($\mu\text{х}10^6$)	кг/га	N	P_2O_5	K_2O
1	3	1	2	$13,12 \pm 1,02$	$58,1 \pm 4,8$	$58,1 \pm 4,8$	1,40	0,34	0,25
2	3	1	2	$11,04 \pm 0,82$	$48,4 \pm 3,2$	$48,4 \pm 3,6$	1,16	0,29	0,21
3	4	2	2	$11,04 \pm 0,77$	$48,4 \pm 3,0$	$48,4 \pm 3,4$	1,16	0,29	0,21
4	5	4	1	$17,92 \pm 1,54$	$39,3 \pm 2,9$	$39,3 \pm 2,9$	0,95	0,24	0,17
5	4	1	3	$17,92 \pm 1,81$	$118,1 \pm 9,3$	$118,1 \pm 9,7$	2,83	0,71	0,52
1–5	19	9	40	—	$312,3 \pm 22,5$	$312,3 \pm 22,5$	6,1	1,52	1,12

Результаты трехлетних исследований микробной продуктивности представлены в табл. 6.

При анализе данных табл. 6 была установлена связь физиологического состояния древостоя, оцениваемого в лесоводстве по величине текущего среднего прироста, с величиной микробной биомассы. Так, с увеличением текущего среднего прироста у исследуемых пород с 2,0 до $10,4 \text{ м}^3/\text{га}$ величина микробной массы возрастает с $17,2 \pm 0,4$ до $27,4 \pm 0,5$ т/га (средние значения).

Таблица 6

Микробная продуктивность в почвах основных лесобразователей ЛОД МСХА (для верхнего 10-см слоя), т/га

Главная порода	Возраст	1977 г.	1978 г.	1979 г.	Среднее значение	Текущий средний прирост, м/га
Дуб	200	$21,0 \pm 0,4$	$20,1 \pm 0,6$	$14,8 \pm 0,3$	$18,7 \pm 0,4$	2,8
Сосна с липой	101/55	$17,1 \pm 0,6$	$19,0 \pm 0,4$	$15,5 \pm 0,3$	$17,2 \pm 0,4$	2,0
Лиственница	86–91	$21,7 \pm 0,6$	$20,2 \pm 0,5$	$24,5 \pm 0,6$	$22,1 \pm 0,6$	6,9
Береза	30–35	$22,4 \pm 0,5$	$27,2 \pm 0,5$	$29,5 \pm 0,4$	$26,4 \pm 0,5$	7,6
Лиственница молодая*	15–22	$25,0 \pm 0,6$	$23,0 \pm 0,4$	$34,2 \pm 0,6$	$27,4 \pm 0,5$	10,4

* Исследования начаты на 3 дня позже.

То есть молодые насаждения (береза 30–35 лет и лиственница 15–22 года), особенно находящиеся в возрасте жердняка (лиственница 15–22 года), характеризуются наиболее активным физиологическим состоянием. Это состояние древостоя выражается высоким текущим средним приростом ($10,4 \text{ м}^3/\text{га}$ у лиственницы молодой и $7,6 \text{ м}^3/\text{га}$ у березы). Высокая активность молодых насаждений характеризуется и максимальной величиной микробной биомассы, вовлекаемой в биологический круговорот ($27,4 \pm 0,5$ т/га, средние значения), которая колеблется

от $25,0 \pm 0,6$ до $34,2 \pm 0,6$ т/га даже в условиях менее благоприятного почвенно-экологического режима.

И наоборот, насаждения спелые и приспевающие (столетняя сосна с липой и особенно двухсотлетний дуб), в которых обменные процессы протекают менее интенсивно, характеризуются и более низкой величиной вовлекаемой в круговорот микробной биомассы ($18,7 \pm 0,4$ — $17,2 \pm 0,4$ т/га средние значения с колебаниями по годам в расчете на 1 га от $14,8 \pm 0,3$ до $21,0 \pm 0,4$ т). На этом фоне выделяется лиственница (86—91 год), возраст которой близок возрасту сосны с липой, однако текущий средний прирост и величина микробной биомассы значительно выше ($6,9$ и $2,0$ м³/га и $22,1 \pm 0,6$ т $17,2 \pm 0,4$ т/га соответственно).

Полученные различия подтверждают разное состояние данных древостоев. В условиях ЛЮД лиственница является самым жизнестойким лесообразователем, имеющим высший 16 бонитет. И это состояние лиственницы диагностируется активными микробиологическими процессами, одним из показателей которых является величина микробной биомассы [9].

Под влиянием загрязнения и уплотнения почвы резко (в 8—13 раз) ухудшается азотное питание древесных растений, особенно хвойных.

Показатель азотфиксирующей способности почвы коррелирует с состоянием фотосинтетической поверхности растений.

Таким образом, величина микробной биомассы является индикатором состояния древостоя и может быть использована при оценке продуктивности и устойчивости экосистем под влиянием различных факторов антропогенеза [10].

Выявленные показатели — характер распределения численности аэробных гетеротрофных микроорганизмов с глубиной, в том числе зародышей *Bacillus idosus*; состояние репродуктивной функции актиномицетов (доля стерильных форм) следует использовать в качестве индикаторов состояния экосистем в условиях различного антропогенного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аристовская Т.В. Теоретические аспекты проблемы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. Л.: Наука, 1972. С. 7—20.
- [2] Мирчинк Т.Г., Бондаревская Ф.Г. Фитотоксин почвенных сапрофитных грибов // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 312—323.
- [3] Довлетярова Э.А. Динамика численности основных групп микробного населения под насаждениями дубравы сосны с березой в условиях различного антропогенного загрязнения // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». 2006. № 1. С. 17—21.
- [4] Довлетярова Э.А. Состояние системы «почва—растение» в условиях города. М.: РУДН, 2006.
- [5] Довлетярова Э.А., Столярова А.Г., Мосина Л.В. Влияние городской среды на загрязнение почв тяжелыми металлами в зависимости от состава и возраста лесных древостоев (на примере лесной опытной дачи РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева) // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». 2012. № 5. С. 101—108.
- [6] Мосина Л.В. Использование индикационных возможностей почвенных микроорганизмов для оценки антропогенных воздействий в городских и пригородных лесах (на примере ЛЮД ТСХА) // Устойчивость и продуктивность лесоаграрных экосистем в условиях техногенеза. М.: Изд-во МСХА, 1992. С. 16—24.

- [7] Мосина Л.В. Новые подходы к оценке антропогенных воздействий в экосистемах с использованием биоиндикаторов // Тез. докл. II съезда почвоведов. 27—30 июня 1996 г. СПб., 1996. Кн. 1. С. 40—41.
- [8] Мосина Л.В. Почвенно-экологическая характеристика городских территорий под древесными насаждениями // Тез. докл. общероссийской научно-практич. конф.: «Экологическое обследование почв г. Москвы». 25—26 февраля 1993 г. М., 1993.
- [9] Мосина Л.В., Довлетярова Э.А. Микробиологическая диагностика проблемных экологических ситуаций на объектах рекреационного пользования // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». 2013. № 5. С. 130—140.
- [10] Мосина Л.В., Довлетярова Э.А., Андриенко Т.Н. Лесная опытная дача РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева как объект экологического мониторинга лесных и лесопарковых ландшафтов мегаполиса Москва. М.: РУДН, 2014.

MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF FORESTRY AND FORESTED ECOSYSTEM

L.V. Mosina¹, E.A. Dovletyarova², P.A. Petrovskaya²

¹Russian State Agrarian University
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

²Agrobiotechnologies Department
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The results of research of laws between the nitrogen-fixing ability of the soil and the surface condition of photosynthetic plants. It is established that the quantity of microbial biomass is an indicator of the state of the stand and can be used in the evaluation of the productivity and resilience of ecosystems under the influence of various factors anthropogenesis.

Key words: microbiota, soil-plant system, ammonifying microorganisms anthropogenic impact.

REFERENCES

- [1] Aristovskaja T.V. Teoreticheskie aspekty problemy chislennosti, biomassy i produktivnosti pochvennyh mikroorganizmov. *Voprosy chislennosti, biomassy i produktivnosti pochvennyh mikroorganizmov*. L.: Nauka, 1972. S. 7—20.
- [2] Mirchink T.G., Bondarevskaja F.G. Fitotoksin pochvennyh saprofitnyh gribov. *Mikroorganizmy v sel'skom hozjajstve*. M.: Izd-vo MGU, 1970. S. 312—323.
- [3] Dovletjarova Je.A. Dinamika chislennosti osnovnyh grupp mikrobnogo naselenija pod nasazhdenijami dubravy sosny s berezoy v uslovijah razlichnogo antropogennogo zagriznenija. *Vestnik RUDN. Serija «Agronomija i zhivotnovodstvo»*. 2006. № 1. S. 17—21.
- [4] Dovletjarova Je.A. Sostojanie sistemy «pochva-rastenie» v uslovijah goroda. M.: RUDN, 2006.
- [5] Dovletjarova Je.A., Stoljarova A.G., Mosina L.V. Vlijanie gorodskoj sredy na zagriznenie pochv tjazhelymi metallami v zavisimosti ot sostava i vozrasta lesnyh drevostoev (na primere lesnoj opytnoj dachi RGAU — MSHA im. K.A. Timirjazeva). *Vestnik RUDN. Serija «Agronomija i zhivotnovodstvo»*. 2012. № 5. S. 101—108.

- [6] Mosina L.V. Ispol'zovanie indikacionnyh vozmozhnostej pochvennyh mikroorganizmov dlja ocenki antropogennyh vozdeystvij v gorodskih i prigorodnyh lesah (na primere LOD TSHA). *Ustojchivost' i produktivnost' lesoagrarnyh jekosistem v uslovijah tehnogeneza*. M.: Izd-vo MSHA, 1992. S. 16—24.
- [7] Mosina L.V. Novye podhody k ocenke antropogennyh vozdeystvij v jekosistemah s ispol'zovaniem bioindikatorov. *Tez. dokl. II sezda pochvovedov. 27—30 ijunja 1996 g.* SPb., 1996. Kn. 1. S. 40—41.
- [8] Mosina L.V. Pochvenno-jekologicheskaja karakteristika gorodskih territorij pod drevesnymi nasazhdenijami. *Tez. dokl. obshhemoskovskoj nauchno-praktich. konf.: «Jekologicheskoe obsledovanie pochv g. Moskvy»*. 25—26 fevralja 1993 g. M., 1993.
- [9] Mosina L.V., Dovletjarova Je.A. Mikrobiologicheskaja diagnostika problemnyh jekologicheskikh situacij na obektah rekreacionnogo pol'zovanija. *Vestnik RUDN. Serija «Agronomija i zhivotnovodstvo»*. 2013. № 5. S. 130—140.
- [10] Mosina L.V., Dovletjarova Je.A., Andrienko T.N. Lesnaja opyt'naja dacha RGAU — MSHA im. K.A. Timirjazeva kak obekt jekologicheskogo monitoringa lesnyh i lesoparkovyh landshaftov megapolisa Moskva. M.: RUDN, 2014.