

УДК 630*182

ВЛИЯНИЕ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАРОПАХОТНЫХ ПОЧВ

© 2006 г. О. А. Сорокина¹, Н. Д. Сорокин²

¹Красноярский государственный аграрный университет
660049 Красноярск, просп. Мира, 88

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок

Поступила в редакцию 7.07.2005 г.

Продолжительность воздействия сосняков на старопахотные почвы (от 25 до 85 лет) отражается на биологических процессах. В почвенном профиле молодых сосняков по сравнению с более спелыми активнее идут процессы микробиологической минерализации и выше активность дыхания почв. Наибольшую способность к нитратообразованию обнаруживают более гумусные почвы пашни и залежи. Аммонифицирующая способность напротив выше в почвах 55-летних сосняков. С увеличением возраста древостоев резко уменьшается абсолютное и относительное содержание актиномицетов, и одновременно увеличивается число грибов по всему профилю почв, что является показателем приобретения микробными комплексами "лесных" признаков.

Разновозрастные сосняки, старопахотные почвы, интенсивность дыхания, нитрификация и аммонификация, микробные комплексы, микробиологическая минерализация.

Вопросы влияния леса на почву и почвенные процессы остаются предметом научных дискуссий, а результаты исследований по этой теме имеют несомненное фундаментальное и прикладное значение. Обзор научных работ по проблеме взаимодействия и взаимоотношений в системе "лес-почва" свидетельствует, что даже незначительное по продолжительности воздействие лесной растительности на почву приводит к изменению ряда ее свойств и признаков [3, 8-12].

К одному из наиболее чувствительных и динамичных показателей процесса почвообразования в меняющихся условиях среды относится биологическое состояние почвы, которое в значительной степени определяется структурой, динамикой и деятельностью микробных комплексов.

Цель работы - исследование биологических свойств бывших старопахотных почв в процессе их трансформации во времени под действием разновозрастных сосняков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования был подобран следующий возрастной ряд сосновых древостоев, поселившихся на старопахотных лесных почвах: зарастающая сосновым молодняком пырейно-кострецовая залежь (3-5 лет), мертвопокровный сосняк в стадии жердняка (25 лет), разнотравный средневозрастной сосняк (55 лет).

Все участки расположены на выровненной территории, примыкающей к долине р. Ия (ушедшей под затопление Братской ГЭС) в идентичных почвенных и геоморфологических условиях. Объекты находятся на близком расстоянии друг от друга, а некоторые граничат между собой. Почвы под лесом на бывших пашнях серые оподзоленные тяжелосуглинистые длительносезонно-мерзлотные, развитые на карбонатных лессовидных суглинках, подстилаемых пестроцветной толщей продуктов выветривания коренных пород ордовика и кембрия. Под залежью образуются темно-серые лесные почвы с признаками луговости, на пашне - темно-серые лесные освоенные тяжелосуглинистые. Непосредственными объектами исследования в 1973 г. были пробные площади (пр.пл.)

Пр. пл. 76. Сосняк мертвопокровный, древостой II класса бонитета, возраст 25 лет, полнота 1,2, состав 10 С ед. Л, Б, подроста и подлеска нет. Имеется большое число затвердевших земляных выбросов - следов деятельности землероев. Травяной покров представлен единичными растениями семейства розоцветных.

Пр. пл. 75. Сосняк разнотравный, древостой I класса бонитета, возраст 55 лет, полнота 0,76, состав 10 С. Подроста нет. Подлесок сомкнутостью менее 0,1, состоит из шиповника и березы бородавчатой. Травяной покров - равномерный, очень богатый, состоит из представителей лесного, борového и лесостепного разнотравья. Его со-

ставляют ветреница мохнатая, вейник лесной, скерда сибирская, клубника, герань ложносибирская, борщевик, ястребинка зонтичная, костяника, медуница мягчайшая, вика однопарная, иванчай, клевер люпинолистный и др.

Пр. пл. 74. Залежь пырейно-кострецовая, зарастающая сосновым молодняком в возрасте 3-5 лет.

В 2003-2005 гг. (через 30 лет) на этих же объектах проведены повторные исследования. В результате естественной сукцессии сосновые древостой прошли такие же стадии и образовали аналогичный возрастной ряд: сосняк мертвопокровный в стадии жердняка 25-30-летнего возраста (бывшая залежь); сосняк разнотравный, средневозрастной, 55 лет (бывший сосняк 25 лет); сосняк зеленомошный-разнотравный приспевающий в возрасте 85 лет (бывший сосняк 55 лет). Краткая таксационная характеристика и описание объектов приведено ниже.

Сосняк мертвопокровный, возраст 25 лет, древостой II класса бонитета, полнота 1.3, состав 10 С ед. Б. Подроста и подлеска нет. На поверхности почвы много земляных холмиков. Травяной покров отсутствует, единичные экземпляры клубники.

Сосняк разнотравный, возраст 55 лет, древостой I класса бонитета, полнота 0.85, состав 10 С ед. Б. Подроста нет. Подлесок сомкнутостью менее 0.11, состоит из березы бородавчатой, шиповника, спиреи. Травяной покров хорошо выражен (боровое, лесное, лесостепное разнотравье).

Сосняк зеленомошно-разнотравный, возраст 85 лет, древостой I класса бонитета, полнота 0.9, состав 10 С, ед. Б, Л. Подрост отсутствует. Подлесок как ярус не выражен. Кустарничковый ярус фрагментарный. Травяной покров разнообразный, состоит из хорошо выраженного лесного и борового разнотравья, синузии мхов Шребера, птилиум и дикранум.

Общие характерные особенности материнской породы на выбранных объектах исследования - ее облессованность и карбонатность, признаки оглеения, тяжелосуглинистый гранулометрический состав с большим содержанием крупнопылевой фракции. С глубины 3-4 м почвы подстилаются пестроцветно-красноцветной толщей продуктов выветривания коренных пород ордовика и кембрия.

Образцы почв для микробиологического анализа отбирали стерильно в течение вегетационных периодов 1973 и 2003 гг. с июня по август, сентябрь по генетическим горизонтам или по слоям через каждые 10 см на глубину биологически активного профиля почвы. Для учета таксономических групп микроорганизмов использовали стандартные питательные среды: бактерии; мобилизирующие органические источники азота учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА); актиномицеты и бактерии, утилизирующие мине-

ральные источники азота, определяли на крахмало-аммиачном агаре (КАА), микромицеты - на сусло-агаре (СА) Идентификацию видового состава доминирующих микроорганизмов проводили по определителям и руководствам [1, 2, 5, 6, 12-15]. Нитрификационную и аммонификационную способность изучали по методике Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Целлюлозоразрушающую активность почв исследовали по [1]. Биомассу микроорганизмов и активность эмиссии CO_2 определяли по углероду методом газовой хроматографии на хроматографе "Хром-4" и полевым методом [7]. Эмиссию CO_2 и биомассу микроорганизмов почвы определяли методом пересчета скорости субстрат-индуцированного дыхания (СИД) по формуле [13].

$$\begin{aligned} \text{Смкр. (мкг г}^{-1} \text{ почвы)} &= \\ &= (\text{мкл CO}_2 \text{ г}^{-1} \text{ почвы ч}^{-1}) 40.04 + 0.37. \end{aligned}$$

Данные обрабатывали при помощи программ Microsoft Excel 97 и Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве меры напряженности биологических процессов многие исследователи используют "дыхание почвы" - определяют биологическую активность путем наблюдений за эмиссией CO_2 . Выделение углекислоты в 1973 г. более активно происходило с поверхности почв под сосняками, чем на залежи (табл. 1). Это обусловлено тем, что верхние горизонты почв под лесом лучше обеспечены энергетическим материалом, доступным для микроорганизмов, в них сосредоточена основная масса корней травянистых растений, особенно в 55-летнем сосняке. Здесь же отмечено наиболее интенсивное дыхание в подстилке и почве по сравнению с 25-летним сосняком и залежью. Оптимальная влажность и температура в разреженном, лучше прогреваемом разнотравном сосняке, более высокая гумусированность приводят здесь к развитию копитрофов, в составе которых доминируют бактерии, утилизирующие минеральный азот. Соответственно почвы 55-летнего сосняка характеризуются самыми высокими коэффициентами микробиологической минерализации (1.6-3.5) по сравнению с другими почвами (табл. 2).

Определение интенсивности дыхания, проведенное в 2003 г. в сосняках возрастного ряда 25-55-85-летнего возраста, не имеет достоверных различий и сопоставимо с данными, выявленными в 1973 г. в сосняке 55-летнего возраста. При меньшей интенсивности дыхания почвы под сосняком 25-летнего возраста (бывшая залежь) удельная дыхательная активность (отношение содержания углерода CO_2 к содержанию углерода микроорганизмов) здесь самая высокая. Один из важных показателей биологического состояния

Таблица 1. Эмиссия CO₂ в почвах сосняков разного возраста (1973, 2003 гг., средние сезонные данные)

Год, объект	Эмиссия CO ₂ , кг га ⁻¹ ч ⁻¹	С биомассы, г м ⁻²	С-CO ₂ , мг г ⁻¹ ч ⁻¹	С-биомассы микроорганизмов, мг 100г ⁻¹ почвы
1973 г.		Пр.пл. 75, сосняк разнотравный, 55 лет		
Приземный слой воздуха	1.3 ± 0.2	-	-	-
Подстилка	0.8 ± 0.08	417	-	-
Почва	1.3 ± 0.20	582	1.4	40.7
1973 г.		Пр.пл. 76, сосняк мертвопокровный, 25 лет		
Приземный слой воздуха	1.1 ± 0.20	-	-	-
Подстилка	0.6 ± 0.07	387	-	-
Почва	0.9 ± 0.08	476	1.3	37.7
1973 г.		Пр.пл. 74, залежь 35 лет		
Приземный слой воздуха	0.9 ± 0.08	-	-	-
Почва	0.8 ± 0.08	407	1.1	43.5
2003 г.		Пр.пл. 75, сосняк зеленомошно-разнотравный, 85 лет		
Подстилка	0.9 ± 0.08	498	-	-
Почва	1.6 ± 0.21	698	2.9	46.6
2003 г.		Пр.пл. 76, сосняк разнотравный, 55 лет		
Подстилка	0.9 ± 0.07	460	-	-
Почва	1.5 ± 0.21	670	1.9	41.7
2003 г.		Пр.пл. 74, сосняк мертвопокровный, 3-5 лет		
Подстилка	Нет	-	-	-
Почва	1.3 ± 0.15	687	3.6	28.5

почв под лесом - способность их к мобилизации нитратных и аммонийных форм азота.

Наибольшую способность к нитратообразованию обнаруживает более гумусированная почва залежи (табл. 3). Количество нитратов, накопившееся за двухнедельный срок компостирования, превышает здесь в 3-5 раз уровень нитратов в 25-летнем сосновом древостое. В более взрослом сосняке не было отмечено даже следов нитратного азота. Малые запасы органического вещества, специфический характер растительного опада, более кислая реакция среды создают здесь условия, неблагоприятные для процессов нитрификации. Подстилка же в этих насаждениях обнаруживает более высокую способность к нитратообразованию, чем почвы. Аммонифицирующая способность почв имеет прямо противоположный характер и в различные годы, и на разных объектах. Интенсивное накопление аммонийного азота отмечено в почве 55-летнего древостоя, затем в почве 25-летнего сосняка и очень слабое - в почве залежи.

С мобилизацией азота в лесных почвах тесно связана ее целлюлозоразрушающая активность [4, 10]. Результаты наблюдений за разложением целлюлозы показали, что скорость деструкции ее в изученных почвах неодинакова: раньше всех "оживает" почва залежи, затем сосняка 55-летнего,

сосняка 25-летнего и позже всех проявляется биологическая активность в коренном лесу (табл. 4).

При анализе данных, полученных по проценту разложившейся ткани, обращает на себя внимание ряд факторов. По мере углубления интенсивность распада ткани уменьшается в некоторых случаях почти вдвое. Это находится в соответствии с сокращением запасов гумуса и жизнедеятельных микроорганизмов. Во всех почвах наибольшая скорость деструкции клетчатки отмечена во вторую половину лета с 10 июля по 30 августа. При этом, наиболее активная целлюлозоразрушающая способность выявлена в 55-летнем насаждении по всей глубине (0-50 см). Самое слабое разложение целлюлозы как в сезонном, так и в годовом цикле зарегистрировано на залежи. Это связано, с одной стороны, с резким перепадом здесь гидротермических условий по сравнению с сосняками, а с другой - с конкуренцией вегетирующих растений с микроорганизмами за питание и воду.

Тенденция азот- и углеродмобилизующей активности почв под сосняками сохраняется в новом возрастном ряду через 30 лет с незначительными отклонениями в пределах ошибки опытов. Это в значительной степени связано с особенностями динамики микробных комплексов в почвах под

Таблица 2. Биологическая активность почв в сосняках разного возраста (1973, 2003 гг.)

Горизонт	Суммарное число микроорганизмов, КОЕ, тыс. г ⁻¹ почвы	От суммарного числа микроорганизмов, %			КАА/МПА
		бактерии	грибы	актиномицеты	
1973 г.					
Залежь					
АУра	8340 ± 740	88.1	1.8	7.8	1.0
BEI	6200 ± 510	84.1	4.4	11.1	0.7
BMt	1400 ± 135	86.4	7.5	6.1	0.6
1973 г.					
Сосняк, 25 лет					
АУра	5100 ± 470	89.8	2.4	7.8	1.1
BEI	2450 ± 130	87.4	6.5	6.1	1.9
BMt	948 ± 98	92.1	2.7	5.2	0.7
1973 г.					
Сосняк, 55 лет					
АУра	6600 ± 590	87.3	9.4	3.3	1.6
BEI	1800 ± 175	83.6	8.0	8.4	3.5
BMt	2100 ± 2	89.0	14.3	5.7	2.0
2003 г.					
Сосняк, 25 лет (бывшая залежь)					
О	6020 ± 506	76.9	8.2	14.9	1.8
АУра	5011 ± 407	81.6	4.5	13.9	1.9
BEI	2030 ± 195	85.7	2.6	11.7	1.8
BMt	640 ± 57	89.0	2.1	7.8	1.1
2003 г.					
Сосняк 55 лет (бывший 25 лет)					
О	10021 ± 870	84.8	4.1	11.1	1.3
АУра	3499 ± 275	79.5	8.9	11.2	1.2
BEI	511 ± 47	82.1	8.5	9.4	0.8
BMt	310 ± 25	80.6	5.1	14.3	0.5
2003 г.					
Сосняк 85 лет (бывший 55 лет)					
О	11014 ± 970	80.5	7.4	3.1	1.1
АУра	3980 ± 340	82.9	12.3	4.8	1.2
BEI	910 ± 87	87.3	10.0	2.7	0.7
BMt	301 ± 27	83.0	15.8	1.2	0.7

разновозрастными сосняками. Исследование количественного состава основных таксономических групп микроорганизмов в 1973 г. в почвах сосняков разного возраста и залежи позволило наметить следующий убывающий ряд залежь - сосняк 25 лет - сосняк 55 лет (табл. 4). Сравнительно высокая суммарная численность микроорганизмов в темно-серой почве залежи зависит от ее генетических и экологических особенностей. Развитие здесь дернового процесса, связанное с аккумулярующей деятельностью травянистой растительности, приводит к увеличению мощности гумусового горизонта, накоплению перегноя с преобладанием гуминовых кислот, снижению активной кислотности почвы. Все это позитивно влияет на развитие микроорганизмов. Вместе с численностью микроорганизмов закономерно возрастает их биомасса по углероду (табл. 1).

Более объективное представление об особенностях распределения и направленности микробиологических процессов в почвах дает соотношение различных эколого-трофических групп микроорганизмов. Абсолютное число аммонификатов (рост на МПА) несколько выше в темно-серой почве залежи, что связано с наиболее благоприятными для микроорганизмов условиями питания. Число микроорганизмов, усваивающих минеральный азот, как правило, превышает численность аммонификатов в верхнем, биологически активном слое почвы в 1.5-2.5 раза. И хотя число прототрофных бактерий, растущих на КАА, выше на залежи, показатель микробиологической минерализации (КАА/МПА) больше в почвах под лесом, особенно в разнотравном 55-летнем сосняке (табл. 4). Эти различия в процессах минерализации органических соединений

Таблица 3. Нитрификационная и аммонификационная способность почв и подстилок в сосняках разного возраста

Объект	N-NO ₃ , мг 100 г ⁻¹			N-NH ₄ , мг 100 г ⁻¹		
	до компостирования	после компостирования	накопление	до компостирования	после компостирования	накопление
1973 г., пр.пл. 75, сосняк 55 лет						
Почва	Следы	-	-	1.63	13.84	12.21
Подстилка	5.25	8.06	2.81	35.50	59.00	23.50
1973 г., пр.пл. 76, сосняк 25 лет						
Почва	Следы	0.40	0.40	1.46	7.70	6.24
Подстилка	3.63	7.77	4.14	12.50	22.60	10.10
1973 г., залежь						
Почва	Следы	3.09	3.09	1.07	1.74	0.67
2003 г., пр.пл. 75, сосняк 85 лет						
Почва	Следы	Следы	-	4.10	8.15	4.05
Подстилка	5.25	11.70	6.45	35.50	48.90	13.40
2003 г., пр.пл. 76, сосняк 55 лет						
Почва	Следы	0.68	0.68	3.84	6.52	2.68
Подстилка	3.63	7.28	3.05	41.50	49.20	7.70

имеют свое объяснение. Уже в первые годы воздействия леса в почве начинается ряд изменений. Быстрое и равномерное лесовозобновление с образованием древостоев большой полноты приводит к образованию грубой подстилки, из которой вымывается часть кислых продуктов разложения, агрессивно воздействующих на минеральную часть почвы. Однако довольно низкие температуры из-за загущенности древостоев, не оптимальный режим увлажнения сдерживают минерализацию и миграцию подвижных соединений по профилю.

При увеличении возраста насаждений и смене мертвопокровной стадии леса разнотравной значительно уменьшается полнота древостоя. Улучшается температурный режим и режим увлажнения верхних горизонтов почвы. Усиливается биологическая активность, приводящая к интенсификации процессов микробиологической деструкции и минерализации органических веществ. В наибольшей степени этот процесс проявляется в почве сосняка разнотравного. Свидетельством этого - коэффициенты олиготрофности (Эшби/МПА) и резкое увеличение абсолютного и относительного числа микроскопических грибов в профиле почвы (табл. 4). В 55-летнем сосняке значительно большее количество влаги при периодически промывном режиме и кислые продукты распада, более агрессивные, чем в жердняке, воздействуют на минеральную часть почвы, вызывая развитие элювиального процесса.

Повторные исследования, проведенные на этих же объектах 30 лет спустя, свидетельствуют,

что увеличение продолжительности воздействия соснового леса на почву, в первую очередь, отражается на биологических свойствах и процессах. В почве 30-летнего древостоя, сформировавшегося на залежи, снижение численности микробов вниз по профилю имеет более плавный характер по сравнению с резким уменьшением содержания бактерий и грибов в 55- и 85-летнем сосняках.

Это свидетельствует о существенной дифференциации почвенных горизонтов по степени трофности под влиянием леса. Другим признаком, указывающим на приобретение микробиоценозами "лесных" свойств, является увеличение относительного содержания микромицетов по всей глубине почвенных профилей, регистрируемое в 2003 г.

В почвенном профиле молодых сосняков со сравнительно более спелыми древостоями активнее идут процессы микробиологической минерализации, о чем свидетельствуют коэффициенты минерализации, которые здесь всегда выше единицы. В возрастном ряду сосняков в течение 30 лет действия леса еще больше усилилась дифференциация профилей по элювиально-иллювиальному типу. Это отражается на коэффициентах олиготрофности по азоту (Эшби/МПА). Величина этих коэффициентов в почвенных горизонтах под лесом превышает единицу, однако никогда не достигает значений, характерных для почв подзолистого ряда [3]. Факторами, сдерживающими более интенсивное оподзоливание в этих почвах под влиянием леса, очевидно, является высокая карбонатность материнских почвообразующих пород и усиливающаяся ксерофитизация климата, связан-

ная с антропогенными воздействиями (массовая вырубка лесов, частые лесные пожары и т.д.).

Качественный состав микробных комплексов в возрастном ряду "25-55- и 85-летний сосняк" имеет свои различия. При общем преобладании в почвах указанных сосняков неспорообразующих форм микроорганизмов преимущественно из родов *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacterium* в спектре микромицетов верхних органических горизонтов сосняков 55 и 85 лет доминируют роды *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, характерные для лесных почв. В почвах 25-летнего древостоя, помимо указанных, присутствуют постоянно грибы рода *Dematiium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, которые в 1973 г. доминировали в почвенном профиле залежи. Эти микромицеты - постоянные обитатели целинных почв. В составе спорообразующих форм преобладают бактерии группы *Bacillus cereus-B. mycoides*. Качественный состав актиномицетов в почве 25-летнего сосняка более разнообразен, чем в приспевающих древостоях. Наряду с обычными, для 55- и 85-летних сосновых типов леса *Actinimycetes griseus* и *A. albus* в горизонте А1 бывшей залежи регистрируются *A. globiosporus*, *A. roseus*, *A. niger*, что свидетельствует о разном качестве органического вещества в почвах исследуемого ряда сосновых древостоев.

Заключение. В результате режимных наблюдений и микробиологического анализа установлено, что резкая смена экологической ситуации при поселении леса на заброшенных пашнях быстрее всего изменяет гидротермические показатели, скорость круговорота биофильных элементов, интенсивность биологических процессов. Выявлено развитие аккумулятивного процесса с одновременным слабым оподзоливанием по мере увеличения возраста древостоев от залежи, зарастающей сосновым молодняком, к 25-летнему мертвопокровному жердняку и 55-летнему разновозрастному приспевающему сосняку.

Повторные исследования (30 лет спустя) на этих же объектах свидетельствуют, что увеличение продолжительности воздействия соснового леса на почву отражается на ее биологическом состоянии. Уменьшение в составе микробных комплексов абсолютного и относительного содержания актиномицетов и одновременное увеличение микроскопических грибов по всему профилю почв - показатель приобретения микробным комплексом "лесных" признаков.

В почвенном профиле молодых сосняков по сравнению с более спелыми древостоями активнее идут процессы микробиологической минерализации и эмиссии углекислоты как показатели большей активности микробных комплексов. Вместе с тем в возрастном ряду сосняков усилилась дифференциация профилей по элювиально-иллювиальному типу. Незначительно уменьши-

Таблица 4. Целлюлозоразрушающая способность почв под сосняком разного возраста, % разложившейся клетчатки

Глубина, см	Продолжительность экспозиции			
	годовая, 1973 г.	сезонная, 1973 г.	сезонная, 2003 г.	годовая, 2003 г.
Пр.пл. 76, сосняк 55 (85) лет				
0-10	85.4	33.1	51.1	80.2
10-20	72.4	27.0	62.3	80.3
20-30	41.2	18.1	74.7	78.4
30-40	38.1	9.3	73.1	78.7
40-50	43.3	5.3	65.7	75.4
Пр.пл. 76, сосняк 25 (55) лет				
0-10	72.5	17.2	50.9	74.7
10-20	59.7	27.9	40.7	70.2
20-30	53.8	24.4	39.3	65.8
30-40	46.1	14.3	29.2	57.3
40-50	46.6	6.1	27.7	52.0
Залежь 3-5 (30) лет				
0-10	63.6	24.0	42.8	40.7
10-20	59.7	4.2	37.6	23.4
20-30	68.0	1.7	34.5	6.7
30-40	53.5	1.5	44.9	-
40-50	59.0	1.7	10.8	-

лась мощность гумусовых (бывших пахотных) горизонтов. Сформировалась более мощная подстилка разной степени разложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Востров И.С., Петрова А.И.* Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология. 1962. Т. 30. № 4. С. 665-669.
2. *Добровольская Т.Г., Скворцова И.Н., Лысак Л.В.* Методы выделения и идентификации почвенных бактерий. М.: Изд-во МГУ, 1980. 40 с.
3. *Зонн С.В.* Почвы как компонент лесного биогеоценоза // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 372-457.
4. *Клевенская И.Л., Наплекова Н.И., Гантимурова Н.И.* Микрофлора почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1970. 221 с.
5. *Красильников Н.А.* Определитель бактерий и актиномицетов. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 829 с.
6. *Литвинов М.А.* Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969. 430 с.
7. *Макаров Б.И.* Упрощенный метод определения дыхания почвы и биологической активности // Почвоведение. 1957. № 9. С. 119-122.
8. *Растворова О.Г., Воробьева Е.Б.* Многолетняя динамика почвообразования в модельных лесных экосистемах // Почвы - национальное достояние Рос-

- сии. Матер. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск: Наука, 2004. С. 356-357.
9. Сапожников А.П. О диагностике устойчивости лесных почв // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. Тез. докл. Всерос. конф. 24-25 апреля 2002. М.: Колос, 2002. С. 95-96.
 10. Сорокин Н.Д. Микрофлора таежных почв средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 144 с.
 11. Сорокина О.А. Влияние сосняков на почву и почвообразовательный процесс // Леса Среднего Приангарья. Новосибирск: Наука, 1977. С. 107-164.
 12. Шугалей Л.С. Воздействие лесных культур на антропогенные почвы котловин юга Средней Сибири // Почвоведение. 1996. № 4. С. 411-421.
 13. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil // Soil Biol. and Biochem. 1978. V. 10. № 3. P. 215-221.
 14. Bergeys Manual of Determinative Bacteriology. N.Y.: Williams and Wilkins Co, 1994. 787 p.
 15. Gilman J.C. A manual of soil fungi. USA. Jova, 1961. 450 p.

The Influence of Pine Plantations on Biological Properties of Old Arable Soils

O. A. Sorokina and N. D. Sorokin

The long-term (20-85 years) influence of pine forests on old plowed soils was reflected in changes of biological processes first of all. The increase in the population of actinomycetes and decrease in that of fungi along the whole soil profile indicate the "forest" features appeared in the soil microflora. In young pine stands, processes of mineralization and CO₂ emission were more active than there were in the mature pine forests.