

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 630\*232.322.44

*Е. М. Романов, Д. И. Мухортов,  
С. С. Гордеева, Э. В. Мичеева*

### ПРИМЕНЕНИЕ БИОАКТИВИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В НЕТРАДИЦИОННЫЕ УДОБРЕНИЯ

*Проведены результаты исследований по получению нетрадиционных удобрений из органических отходов с введением в состав компостных смесей биоактивизирующих добавок. Представлены характеристики полученных компостов. Получены сеянцы сосны обыкновенной, выращенные при использовании модифицированных компостов в лесных питомниках Среднего Поволжья.*

**Ключевые слова:** *осадки сточных вод, гидролизный лигнин, биоактивизирующие добавки, нетрадиционные органические удобрения, сеянцы сосны обыкновенной.*

**Введение.** Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия лесных питомников является основным условием гарантированного получения качественного лесопосадочного материала [1]. В связи с недостаточным количеством традиционных органических удобрений и высокой стоимостью минеральных становится актуальной разработка технологий производства местных удобрений из доступного органического сырья. Наряду с навозом, птичьим пометом, соломой, сапропелями, для работников лесного хозяйства может представлять большой интерес использование в качестве мелиорантов осадков сточных вод очистных сооружений канализации, гидролизного лигнина, опилок и других видов коммунально-бытовых и промышленных отходов. Их переработка методом аэробного компостирования позволяет получать достаточно эффективные органические удобрения [2]. К сожалению, неоднородность состава и свойств органических отходов не всегда гарантирует их быструю переработку в компосты с заранее заданными агрохимическими параметрами. Для сокращения сроков компостирования смесей органических отходов и повышения качества получаемых удобрений в настоящее время существует возможность применения биоактивизирующих добавок [3].

**Цель** исследования – изучить влияние введения активизирующих биологических добавок в смеси органических отходов при получении нетрадиционных удобрений методом аэробного компостирования на изменение их качественных характеристик.

**Решаемые задачи:**

1) изучить влияние введения биоактивизирующих добавок на процесс аэробного компостирования смесей органических отходов на агрохимические свойства получаемых нетрадиционных удобрений;

2) оценить влияние нетрадиционных органических удобрений, модифицированных биологическими добавками, на изменение агрохимических свойств почв лесных питомников;

3) определить влияние внесения в почву нетрадиционных органических удобрений, модифицированных биологическими добавками, на рост сеянцев сосны обыкновенной.

**Объект и методика исследований.** Объектом исследований являлось воздействие активизирующих биологических добавок на агрохимические свойства компостов из органических отходов, модифицированных ими почв лесных питомников и рост сеянцев сосны обыкновенной. Эксперименты по изучению процесса переработки органических отходов в нетрадиционные удобрения для лесных питомников методом аэробного компостирования заключались в изучении влияния внесения биоактивизирующих добавок: активатора разложения стерни (АРС), активатора почвенной микрофлоры (АПМ) и азотовита [4]. Активатор почвенной микрофлоры (АПМ) содержит термофильные бактерии и консорциум молочнокислых бактерий: *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus bovis*, *Lactobacillus salivarius var salicinicus*, *Lactobacillus salivarius var salivarius*, *Lactobacillus acidophilus*, активатор разложения стерни и компостирования растительного материала (АРС) представляет собой консорциум бактерий: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, а азотовит – *Azotobacter chroococcum*. Органическими отходами, подвергавшимися аэробной переработке, являлись гидролизный лигнин (отход гидролизно-дрожжевых заводов) и осадки сточных вод очистных сооружений канализации.

Опытные партии удобрений были получены в Кададинском ОЛХ Пензенской области и Мушмаринском лесном питомнике Республики Марий Эл. Введение биологических добавок в смеси органических отходов осуществлялось на разных этапах аэробного компостирования. Для этого предварительно готовились смеси из гидролизного лигнина и осадков сточных вод. Соотношение компонентов в смеси отходов рассчитывалось исходя из их исходной влажности и оптимальной влажности компостируемой смеси [2]. В процессе биотермической переработки отходов для определения стадий компостирования и необходимости проведения перебуртовок производилось измерение температуры почвенным термометром в шести точках на глубине 1 м. После достижения температуры в теле бурта компостируемых смесей +55°C осуществлялась перебуртовка.

Для изучения влияния введения биологических добавок в исходную смесь органических отходов на мезофильной стадии [5] компостирования смесь закладывалась в ящики объемом 2 м<sup>3</sup>, при введении биоактивизирующих добавок в компостируемую смесь на стадии остывания (после достижения температуры в теле бурта +55°C) и на стадии созревания – в бурты объемом 20 м<sup>3</sup>. Повторность экспериментов четырехкратная. Препараты вносились в виде рабочих растворов из расчета 5 мл каждой биологической добавки на мезофильной стадии и стадии остывания и 20 мл биологических добавок каждого вида на стадии созревания на 1 м<sup>3</sup> компостируемой смеси в следующих вариантах: вариант 1 – вносился АРС; вариант 2 – вносились АРС и АПМ; вариант 3 – вносились АРС, АПМ и азотовит. В качестве контрольных принимали варианты без внесения биологических добавок.

Для оценки влияния введения биологических добавок на свойства нетрадиционных удобрений были отобраны образцы готовых компостов. Отбор осуществлялся по ГОСТ

26712-85. Микробиологический анализ проводился на стандартных питательных средах: актиномицеты на КАА (крахмало-аммиачный агар), нитрификаторы на МПА (мясо-пептонный агар), олигонитрофилы на среде Эшби, грибы на среде Чапека, аммонификаторы на пептонной воде, маслянокислые на среде Гильтая, анаэробные фиксаторы азота – среда Виноградского, разлагающие клетчатку – среда Гетчинсона. Содержание органического вещества в удобрениях определялось по ГОСТ 27980-88, общего азота – по ГОСТ 26715-85, аммонийного азота – по ГОСТ 26716-85, общего фосфора – по ГОСТ 26717-85, общего калия – по ГОСТ 26718-85, подвижного фосфора и обменного калия – по Кирсанову, кислотность солевой вытяжки удобрений оценивалась по ГОСТ 27979-88.

Изучение влияния внесения нетрадиционных органических удобрений, модифицированных биологическими добавками, на изменение агрохимических показателей почв лесных питомников и рост сеянцев сосны обыкновенной осуществлялось в Мушмаринском лесопитомнике (поле № 20, дерново-подзолистая связанно-песчаная почва) и Нижнелиповском питомнике Кададинского ОЛХ (поле № 1 и № 3, светло-серая лесная супесчаная почва на многочисленных наносах). Внесение компостов производилось осенью площадками 5×10 м в дозе 80 т/га по сухому веществу. Повторность опыта четырехкратная. В качестве контроля принимались варианты без внесения мелиорантов. После заделки удобрений в почву по ГОСТ 28168-89 были отобраны почвенные образцы, а в лабораторных условиях изучены их агрохимические показатели: содержание гумуса – по ГОСТ 26213-91, нитратного азота – по ГОСТ 26488-85, подвижных фосфора и калия – по ГОСТ 26207-91, кислотность солевой вытяжки – по ГОСТ 26483-85. Плотность сложения и влажность почвы определяли термовесовым методом с использованием бурилка Качинского с известным объемом на глубине 0-10 и 10-20 см в девятикратной повторности.

Весной следующего года был проведен посев семян сосны, а выращивание сеянцев осуществлялось 2-3 года по стандартным технологиям, принятым в Нижнелиповском и Мушмаринском лесных питомниках [6]. В конце выращивания для определения биометрических показателей сеянцы выкапывали с одного погонного метра строки каждой повторности. Выкопка сеянцев производилась по методике Смирнова [7]. В лабораторных условиях растения тщательно отмывали от почвы и измеряли с определением линейных размеров (высоты стволика, текущего прироста, диаметра шейки корня) и биомассы отдельных органов (стволиков, хвои, корней).

**Результаты исследований.** Известно, что интенсивность компостирования органических материалов напрямую зависит от состава и численности микроорганизмов, участвующих в биодеградации органического вещества [8]. Исследования микрофлоры нетрадиционных удобрений, полученных при введении биоактивизирующих добавок при формировании компостных смесей (мезофильная стадия), показали стимулирующее влияние биопрепаратов на развитие микроорганизмов (табл. 1). Общее количество микроорганизмов во всех вариантах опыта увеличилось по сравнению с контролем в 0,60-1,75 раз. Наибольший прирост численности микроорганизмов наблюдается в варианте с внесением АРС совместно с АПМ.

Доминирующей группой микроорганизмов в компостах являются сапротрофы с гетеротрофным типом питания. Внесение биоактивизирующих добавок способствовало увеличению их численности в 1,6-2,8 раза по сравнению с удобрением без их использования. Численность олигонитрофилов, завершающих минерализацию, также увеличилась в 2,2-4,6 раза. Это свидетельствует об интенсификации процессов минерализации органического вещества.

Резкое (более чем в 20 раз) возрастание количества аммонификаторов говорит о интенсивном усвоении азота органических соединений. Вместе с тем, при использова-

Т а б л и ц а 1

**Влияние введения биологических добавок в компостируемую смесь органических отходов на микрофлору нетрадиционных удобрений из осадков сточных вод и гидролизного лигнина**

Наименование групп микроорганизмов	Количество, млн. клеток на 1 г при внесении биологических добавок			
	без внесения (контроль)	АРС	АРС и АПМ	АРС, АПМ и азотовит
Сапротрофы	35,55	56,82	100,0	56,82
Актиномицеты	2,41	3,05	2,51	2,58
Грибы	0,142	0,147	0,232	0,276
Олигонитрофилы	0,286	0,625	1,300	0,958
Аммонификаторы	0,055	1,137	1,224	1,176
Нитрификаторы	0,029	0,018	0,026	0,033
Маслянокислые	0,555	0,568	1,224	1,176
Денитрификаторы	0,133	0,273	1,224	2,353
Разлагающие клетчатку	0,082	0,118	0,096	0,192
Анаэробные фиксаторы азота	0,011	0,015	0,013	0,013

нии АРС и совместном внесении АРС, АПМ и азотовита наблюдается снижение численности нитрификаторов, что объясняется, по-видимому, неблагоприятной для их развития кислотностью среды. Оптимальное значение рН для нитрификаторов составляет 7,5-8,0 [9], а рН компостов не превышает 5,7.

Один и тот же вид микроорганизма в зависимости от конкретных условий окружающей среды может проводить процессы азотфиксации, денитрификации, аммонификации и нитрификации. Количество микроорганизмов может быть не пропорционально интенсивности протекающих с их участием процессов. Тем не менее, увеличение их численности может способствовать повышению потенциальной биологической активности почвы при внесении в нее исследуемых компостов.

Биопрепараты незначительно повлияли на численность актиномицетов. Это можно рассматривать как положительное явление, т. к. в некоторых случаях они могут синтезировать фитотоксичные вещества и явиться причиной ухудшения почвенной экологии [10]. Наиболее стимулирующее действие на численность и состав микрофлоры нетрадиционных удобрений оказало внесение АРС совместно с АПМ.

Анализ экспериментального материала показал, что смешение осадков сточных вод очистных сооружений канализации и нейтрализованного гидролизного лигнина, относящихся к отходам различных по своим свойствам групп [2], позволяет оптимизировать свойства компостируемой смеси для интенсификации биодеградации органического вещества. При этом влажность компостируемых смесей находилась в пределах 65-70 %, а отношение углерода к азоту от 28:1 до 39:1. Введение биологических добавок в состав компостируемых смесей органических отходов на различных этапах компостирования не оказало существенного влияния на изменение кислотности и содержания общих форм азота фосфора и калия (табл. 2). Некоторые колебания данных показателей объясняются незначительной гетерогенностью субстрата.

Применение биологических добавок за счет изменения состава и численности микроорганизмов позволяет регулировать соотношение доступных и недоступных растениям форм элементов минерального питания (рис. 1). На мезофильной стадии биотермической переработки содержание нитратного азота достоверно повышается только при введении комплекса биологических добавок (АРС, АПМ и азотовита). В этом случае при завершении компостирования смеси органических отходов его содержание в 2,8 раза выше по сравнению с контролем. На стадии остывания существенное на 5 %

уровне значимости отличие в содержании нитратного азота от базового нетрадиционного органического удобрения (НОУ) отмечается только при использовании одного АРС, а на стадии созревания – при введении в состав смеси таких добавок, как АРС и АПМ, либо полного комплекта биологических добавок.

Т а б л и ц а 2

**Влияние введения биоактивизирующих добавок в состав компостируемых смесей из осадков сточных вод и гидролизного лигнина на агрохимические показатели нетрадиционных органических удобрений (НОУ)**

Стадия компостирования	Биологические добавки	рН <sub>сол.</sub>	Содержание общих форм, %			С:N
			азота	фосфора	калия	
мезофильная	без внесения	5,7	1,15	0,63	0,25	31 : 1
	АРС	5,4	1,15	0,66	0,22	34 : 1
	АРС и АПМ	5,3	1,30	0,66	0,22	28 : 1
	АРС, АПМ и азотовит	5,2	1,26	0,70	0,18	30 : 1
остывания	без внесения	5,5	0,70	0,4	0,33	39 : 1
	АРС	5,7	1,00	0,57	0,27	28 : 1
	АРС и АПМ	5,6	0,80	0,59	0,34	35 : 1
	АРС, АПМ и азотовит	5,7	0,90	0,56	0,34	28 : 1
созревания	без внесения	6,5	0,46	0,41	0,24	-
	АРС	6,6	0,37	0,68	0,16	-
	АРС и АПМ	6,7	0,19	0,72	0,13	-
	АРС, АПМ и азотовит	6,8	0,19	0,81	0,16	-

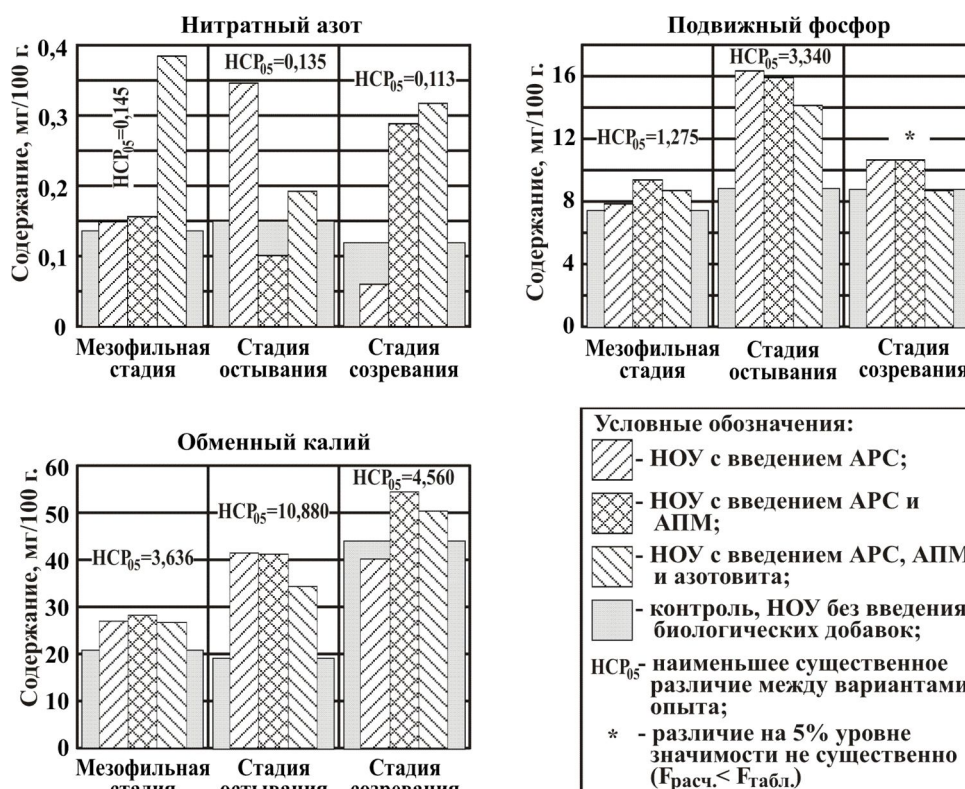


Рис. 1. Влияние введения биоактивизирующих добавок в состав компостируемых смесей из осадков сточных вод и гидролизного лигнина на содержание подвижных форм элементов минерального питания в нетрадиционных органических удобрениях

Одним из основных условий интенсификации лесопитомнического дела является сохранение и поддержание общего плодородия почв лесных питомников на достаточно высоком уровне. Проблема оптимизации агрохимических и агрофизических свойств почвы не может быть решена без использования органических удобрений, в том числе и нетрадиционных. Компосты, полученные с использованием биоактивизирующих добавок, вносились в почву посевного отделения Нижнелиповского лесопитомника Кададинского ОЛХ.

Обогащение почвы нетрадиционными органическими удобрениями отразилось на водно-физических свойствах пахотного горизонта. Влажность почвы увеличилась на 1,4-1,6 %, а плотность сложения приблизилась к оптимальным значениям (1,00 – 1,15 г/см) в верхнем горизонте (0-10 см), на глубине 10 - 20 см плотность сложения не изменилась. В то же время использование биологических добавок при производстве нетрадиционных удобрений не оказывает существенной роли по влиянию на данные показатели почвы питомника (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Влияние внесения нетрадиционных удобрений, полученных с использованием биоактивизирующих добавок, на водно-физические свойства серой лесной почвы (Нижнелиповский лесопитомник Кададинского ОЛХ Пензенской области, поле №1)**

Вариант опыта	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>		Влажность, %	
	0-10	10-20	0-10	10-20
Без внесения удобрения	1,33	1,45	9,24	10,03
НОУ без биологических добавок	1,05	1,41	10,65	11,47
НОУ с АРС	1,08	1,49	10,79	11,55
НОУ с АРС и АПМ	1,12	1,38	10,82	11,50
НОУ с АРС, АПМ и азотовитом	1,06	1,46	10,75	11,49
НСР <sub>05</sub>	0,098	*	0,646	0,566

**Примечание:** \* различие между вариантами опыта на 5 % уровне значимости не существенно (Fтабл.>Fрасч.).

Внесение компостируемых смесей, модифицированных биоактивизирующими добавками на мезофильной стадии, в светло-серую супесчаную почву на многочисленных наносах, на статистически достоверном уровне повысило лишь содержание в почве органического вещества, в то время как остальные агрохимические показатели практически не изменились (табл. 4). При использовании в качестве мелиорантов нетрадиционных удобрений с введением в их состав биоактивизирующих добавок на стадии остывания установлено, что независимо от варианта опыта дополнительно почти в два раза увеличилось содержание подвижного фосфора. Отмечается тенденция к повышению содержания обменного калия при внесении НОУ, модифицированного комплексом биоактивизирующих добавок (АРС, АПМ и азотовитом): по сравнению с участками, где применялись не модифицированные биоактивизирующими добавками НОУ более чем в 1,3 раза.

Испытание нетрадиционных удобрений, полученных с введением биоактивизирующих добавок на стадии созревания компостной смеси, на дерново-подзолистой связанно-песчаной почве Мушмаринского лесного питомника достоверно повысило содержание нитратного азота лишь при внесении НОУ, полученного при использовании АРС и АПМ. В остальных вариантах опыта различия не существенны.

Таким образом, использование нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках позволяет повысить содержание органического вещества в почве. Приме-

нением сочетания биоактивизирующих добавок при производстве компостов из органических отходов на стадии остывания (АРС, АПМ и азотовит) можно увеличить содержание в почве обменного калия, а введением АРС и АПМ на стадии созревания – нитратного азота.

Таблица 4

**Влияние внесения НОУ, модифицированных биоактивизирующими добавками, на агрохимические свойства почв лесных питомников**

Вариант	Биоактивизирующие добавки	Содержание гумуса, %	pH <sub>сол.</sub>	Содержание, мг/100 г		
				N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Поле №1 Нижнелиповского питомника Кададинского ОЛХ (Пензенская область)						
Контроль (без внесения НОУ)		1,22	5,1	0,16	26,5	7,0
120 т/га НОУ с введением биоактивизирующих добавок на мезофильной стадии	без внесения биодобавок	1,99	5,1	0,24	25,3	7,1
	АРС	2,23	4,9	0,20	28,5	7,2
	АРС и АПМ	2,89	5,0	0,32	30,1	8,1
	АРС, АПМ и азотовит	2,02	4,9	0,24	33,9	6,6
		<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,949	*	*	*
Поле №3 Нижнелиповского питомника Кададинского ОЛХ (Пензенская область)						
Контроль (без внесения НОУ)		2,28	6,1	7,76	25,7	17,6
120 т/га НОУ с введением биоактивизирующих добавок на стадии остывания	без внесения биодобавок	3,14	6,0	7,82	52,1	17,8
	АРС	3,18	5,9	5,50	52,5	18,7
	АРС и АПМ	4,14	6,0	7,61	52,1	18,0
	АРС, АПМ и азотовит	3,35	6,1	5,35	51,6	23,3
		<i>HCP<sub>05</sub></i>	1,570	*	*	*
Поле №20 Мушмаринского лесного питомника (Республика Марий Эл)						
Контроль (без внесения НОУ)		-	5,9	0,87	13,6	4,6
120 т/га НОУ с введением биоактивизирующих добавок на стадии созревания	без внесения биодобавок	-	6,1	0,88	14,8	6,8
	АРС	-	6,0	0,81	17,9	7,7
	АРС и АПМ	-	6,0	1,26	17,2	6,3
	АРС, АПМ и азотовит	-	6,0	0,81	13,8	5,4
		<i>HCP<sub>05</sub></i>	-	*	0,110	*

**Примечание:** \* различие между вариантами опыта на 5 % уровне значимости не существенно (Fтабл.>Fрасч.).

Совместное введение в состав компостной смеси АРС, АПМ и азотовита, как на мезофильной стадии, так и на стадии остывания и внесение ее в почву питомника позволяет получить максимальные значения высоты стволика молодых древесных растений. Ее значение в 1,3 раза выше, чем у сеянцев, полученных без применения НОУ и на 13-17 % больше, чем у посадочного материала, полученного на участках с использованием не модифицированного биологическими добавками удобрения (рис. 2). Несколько меньшие результаты получены при использовании в качестве биологической добавки одного АРС.

Биомасса надземной части сеянцев сосны также оказалась выше по сравнению с другими вариантами опыта при внесении НОУ, полученного с введением комплекса биоактивизирующих добавок (АРС, АПМ и азотовит) и на мезофильной стадии компостирования, и на стадии остывания. Вместе с тем установлено, что при использовании нетрадиционного компоста, полученного при введении биоактивизирующих добавок на мезофильной стадии компостирования, биомасса корневой системы сеянцев сосны снижается по сравнению с массой подземной части растений, выращенных на участках, удобренных НОУ без биоактивизирующих добавок. Внесение в почву нетрадиционного мелиоранта, полученного с введением АРС, АПМ и азотовита на стадии остывания компостируемой смеси, напротив, позволило увеличить массу корней по сравнению с контролем (внесены не модифицированные биоактивизирующими добавками удобрения).

Установлено, что внесение нетрадиционных удобрений позволяет повысить как общий выход сеянцев с единицы площади посевного отделения лесного питомника, так и выход стандартного посадочного материала. По сравнению с контролем, где компосты из органических отходов не вносились, при одинаковой норме высева семян и агротехнике выращивания посадочного материала, общее количество растений при использовании мелиорантов оказалось выше в 1,5-2,0, а стандартных сеянцев в 1,7-2,0 раза (рис. 3).

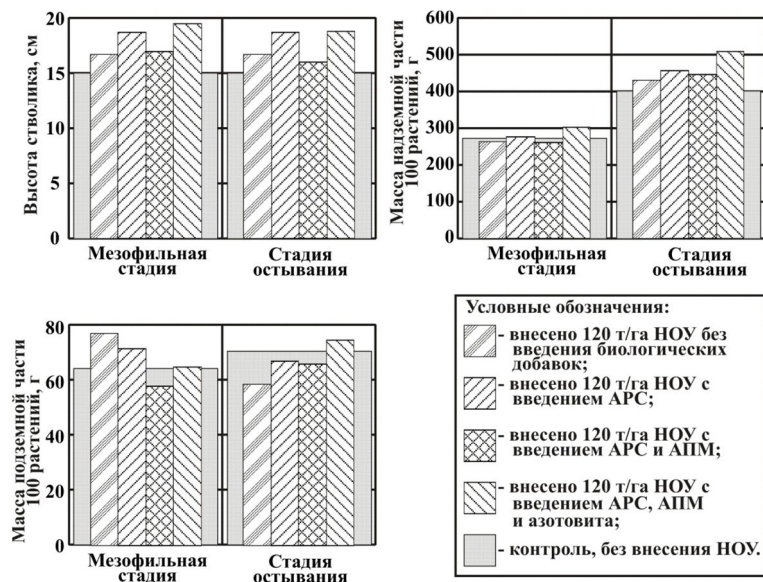


Рис. 2. Влияние внесения в почву НОУ, модифицированных биоактивизирующими добавками на мезофильной стадии компостирования и стадии остывания, на рост двухлетних сеянцев сосны обыкновенной

За счет улучшения свойств нетрадиционных удобрений при введении активатора разложения стерни совместно с активатором почвенной микрофлоры в компостные смеси на мезофильной стадии и стадии остывания на 34-37 % увеличился общий выход молодых древесных растений в сравнении с участками, где производилось внесение НОУ, не модифицированного биоактиваторами. Выход стандартного посадочного материала повысился не столь значительно – на 19 %. Это связано с тем, что при более высокой сохранности сеянцев на данных участках снизилась площадь питания отдельно взятого растения, а это в свою очередь не способствовало эффективному накоплению биомассы и росту сеянцев сосны (рис. 2).

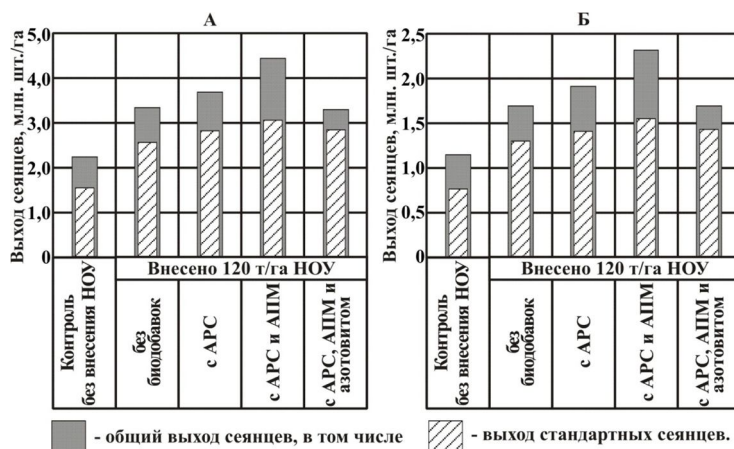


Рис. 3. Влияние внесения НОУ, модифицированных биоактивизирующими добавками на мезофильной стадии (А) и стадии остывания (Б) компостной смеси, на выход двухлетних сеянцев сосны обыкновенной



Внесение нетрадиционных удобрений, при производстве которых использовался только АРС, в меньшей степени повлияло на увеличение общего выхода посадочного материала и стандартных сеянцев сосны по сравнению с вариантом, где применялись НОУ, не модифицированные биологическими добавками. Дополнительное введение в состав нетрадиционного удобрения азотовита, напротив, снижает выход растений как общий, так и стандартных сеянцев.

Таким образом, применение модифицированных АРС и АПМ компостов из органических отходов позволяет повысить выход стандартных сеянцев сосны с единицы площади посевного отделения питомника. Дополнительное введение в состав смеси отходов азотовита на мезофильной стадии компостирования и стадии остывания нецелесообразно, так как при использовании таких удобрений существенно снижается сохранность молодых древесных растений и выход стандартного посадочного материала.

### **Выводы**

1. Введение в компостируемую смесь органических отходов из осадков сточных вод очистных сооружений канализации и нейтрализованного гидролизного лигнина биоактивизирующих добавок позволяет изменить численность и состав микрофлоры нетрадиционных удобрений. Наиболее сильно на увеличение численности и состава микрофлоры нетрадиционных удобрений оказывает внесение активатора почвенной микрофлоры. При использовании азотовита возрастает количество микроорганизмов, относящихся к группе денитрификаторов и существует опасность потери доступного для растений азота в процессе производства нетрадиционных удобрений.

2. Введение биоактивизирующих добавок в компостную смесь органических отходов является эффективным приемом для перевода питательных веществ нетрадиционных удобрений в доступные для растений формы. Наиболее действенным для увеличения содержания доступных растениям форм азота, фосфора и калия в готовом удобрении является внесение активатора разложения стерни на стадии остывания компостируемой смеси отходов. Дополнительное внесение активатора почвенной микрофлоры на стадии созревания компоста позволяет увеличить содержание обменного калия, а модификация азотовитом – нитратного азота.

3. Внесение нетрадиционных компостов в почву в дозе 80 т/га (по сухому веществу) позволяет повысить содержание в ней органического вещества в 1,4-2,4 раза. Применение удобрений из органических отходов, модифицированных биоактивизирующими добавками, в качестве почвенных мелиорантов достоверно не обеспечило повышение содержания в пахотном горизонте почвы лесных питомников подвижных форм элементов минерального питания растений. Исключением является использование НОУ, при производстве которого на стадии созревания были внесены АРС и АПМ. Применение данного удобрения обеспечивает повышение уровня содержания нитратного азота в почве на 43 % больше, чем при использовании не модифицированного биоактивизирующими добавками удобрения.

4. За счет повышения содержания гумуса, изменения численности и состава микрофлоры почв лесных питомников при использовании нетрадиционных органических удобрений, модифицированных биоактивизирующими добавками, увеличиваются линейные размеры и биомасса сеянцев сосны обыкновенной. Наибольшие значения высоты стволика, диаметра шейки корня и массы надземной части имели растения, выращивание которых осуществлялось при внесении 120 т/га нетрадиционных мелиорантов, модифицированных АРС и комплексом биологических добавок (АРС, АПМ и азотовитом). Максимальный общий выход молодых древесных растений и выход стандартного посадочного материала с единицы площади посевного отделения был получен при использовании компостов с АРС и АПМ.

В целом, можно сделать вывод о том, что для выращивания сеянцев сосны в лесных питомниках можно применять нетрадиционные удобрения из органических отходов, модифицированных биоактиваторами: на мезофильной стадии и стадии остывания активатором разложения стерни, а на стадии созревания – активатором почвенной микрофлоры.

### Список литературы

1. Романов, Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнологические аспекты / Е.М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.
2. Мухортов, Д.И. Оптимизация технологических параметров производства нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках / Д.И. Мухортов, Е.М. Романов, А.А. Мамаев // Лесное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 21-23.
3. Орлова, О.В. Ускорение дозревания компоста из ТБО при введении активирующих биоорганических добавок / О.В. Орлова, Н.А. Петухова, И.А. Архипченко // Экология и промышленность России. – 2008. – № 10. – С. 38-40.
4. Родин, А. Р. Высокоэффективные биопрепараты для лесных питомников / А.Р. Родин, Н.Я. Попова, Е.В. Кандыба // Лесное хозяйство. – 1997. – № 1. – С.28-30.
5. Романов, Е.М. Лесные культуры. Производство и применение нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках / Е.М. Романов, Т.В. Нуреева, Д.И. Мухортов. – Йошкар-Ола: МарГТУ. – 2001. – 155 с.
6. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. – М.: «Лесная промышленность», 1979. – 175 с.
7. Смирнов, Н.А. Методика полевого опыта по агротехнике выращивания сеянцев в лесном питомнике / Н.А. Смирнов. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1969. – 36 с.
8. Форстер, К.Ф. Экологическая биотехнология / К.Ф. Форстер, Д.А. Дж. Вейзер. – Л.: Химия, 1990. – 384 с.
9. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
10. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1987. – 256 с.

Статья поступила в редакцию 08.06.12.

Статья подготовлена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» по теме «Разработка инновационной системы эффективного устойчивого лесопользования и лесовосстановления на ландшафтно-типологической основе с использованием адаптивно-модульных образцов техники и инфотелекоммуникационных методов мониторинга» с использованием оборудования лабораторий ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ИГТУ».

*E. M. Romanov, D. I. Mukhortov,  
S. S. Gordeeva, E. V. Micheeva*

### BIOACTIVATING ADDITIVES USE WHEN ORGANIC WASTES PROCESSING INTO NONTRADITIONAL ORGANICS

*The research results in nontraditional organics realization from organic wastes with the advent of compost mixture of bioactivating additives are presented. Characteristics of new mixtures are offered. The seedlings of Scotch pine, grown with the use of modified compost in tree nurseries of the Volga region are obtained.*

**Key words:** *sewage sludges, hydrolized lignin, bioactivating additives, nontraditional organics, seedling of Scotch pine.*

*Романов Евгений Михайлович* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, ректор Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – искусственное лесовосстановление. Автор более 150 публикаций.

E-mail: RomanovEM@volgatech.net

*Мухортов Дмитрий Иванович* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – применение органических отходов при лесовосстановлении. Автор 83 публикаций.

E-mail: MuxortovDI@volgatech.net

*Гордеева Светлана Станиславовна* – аспирант кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, биотехнология, почвенная микробиология. Автор 11 публикаций.

E-mail: klk@volgatech.net

*Мичеева Эльвира Владимировна* – аспирант кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ Поволжского государственного технологического университета (Россия, Йошкар-Ола). Область научных интересов – биотехнологические методы переработки органических отходов. Автор 10 публикаций.

E-mail: MicheevaEV@volgatech.net