

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Определены основные положения экологически безопасного использования органических отходов и выявлены основные направления их применения в лесном хозяйстве.*

**Введение.** Естественный процесс выращивания леса от семени до полноценного древостоя охватывает значительный период времени – от 50 до 100 и более лет. В течение этого периода на ход естественных процессов, в результате ведения хозяйственной деятельности, человек оказывает существенное влияние. Таким образом, одной из основных задач лесохозяйственной деятельности является увеличение продуктивности лесов путем оптимизации условий воспроизводства лесных ресурсов. Процесс выращивания леса условно разделен на периоды роста, фазы и виды производства, на каждой из которых в настоящее время уже разработано достаточно большое количество хозяйственных мероприятий и технологий, направленных на увеличение продуктивности лесных насаждений [1].

Для повышения продуктивности и интенсификации воспроизводства лесов в настоящее время существует возможность использования органических отходов и продуктов на их основе как наиболее дешевого и невостребованного сырья. Это связано с тем, что многие виды отходов содержат органическое вещество и элементы минерального питания растений (табл. 1), обладают другими полезными свойствами, что позволяет использовать их в лесном хозяйстве при выращивании древесно-кустарниковых растений, повышении почвенного плодородия, для борьбы с сорняками и болезнями древесных растений.

Таблица 1

Основные агрохимические показатели органических отходов

Вид отхода	Органическое вещество, %	Содержание общих форм, %		
		азота	фосфора	калия
Осадки сточных вод ОСК	10–40	0,8–5,5	2,5–4,0	0,2–1,0
Каньга (отходы мясокомбинатов)	90	0,9	2,3	0,6
Опилки	70–99	0,0–0,2	0,1–0,4	0,05–0,3
Кора древесных растений	89–95	0,0–0,5	0,1–0,5	0,2–0,8
Гидролизный лигнин	87–94	0,1–0,4	0,02–0,1	0,04–0,1
Бумажные отходы	73–99	следы	0,2–0,5	0,01–0,2
Листовой опад	70–92	0,2–1,7	0,4–0,9	0,8–2,5
Растительные остатки в составе ТБО	–	0,7–2,3	0,7–0,9	1,9–5,0
Отходы текстиля	96	0,0	0,5	0,02
Бесподстилочный навоз:				
- крупного рогатого скота	80	1,6	6,1	2,1
- мелкого рогатого скота	68	2,6	2,3	1,0
- птичий помет	90	2,9	2,5	2,3

Некоторые виды органических отходов уже используются в отдельных технологических процессах лесного хозяйства. Так, при выращивании сеянцев древесных растений после посева рекомендуется производить мульчирование поверхности почвы отходами деревообработки (опилками). Это не приносит урона окружающей среде, существенно не снижает агрономических показателей почв и позволяет повысить грунтовую всхожесть семян растений [2–4]. Такая практика применения отходов возможна только при условии, что они являются экологически безопасными и однородными по составу. При этом решается и очень важная экологическая проблема – вовлечение в оборот многотоннажных отходов, единственной формой утилизации которых во многих регионах России является захоронение [5].

Вместе с тем, при необдуманном использовании органических отходов в практике лесного хозяйства может быть нанесен урон окружающей среде и снижена продуктивность лесных насаждений. Причиной этому может служить содержание нежелательных ингредиентов в некоторых видах органических отходов. Так, при очистке коммунально-бытовых и промышленных стоков на очистных сооружениях канализации образуются осадки сточных вод. В силу того, что зачастую коммунальные стоки и стоки, поступающие с предприятий, смешиваются, в осадках сточных вод могут содержаться соли тяжелых металлов (табл. 2). Хотя с сокращением производства содержание тяжелых металлов в ОСВ существенно снизилось, нельзя допускать их бесконтрольного использования в качестве удобрений, так как это может привести к накоплению тяжелых металлов в почве с возможностью дальнейшего их внедрения в пищевые цепи человека.

Таблица 2

**Динамика содержания валовых форм тяжелых металлов  
в осадках сточных вод ОСК г. Йошкар-Олы**

Тяжелые металлы	Содержание, мг/кг			Норма, мг/кг, не более
	1990 год	1999 год	2005 год	
Никель	382,4	15,8	11,0	400
Свинец	93,6	8,5	1,8	1000
Кадмий	31,3	1,5	1,9	30
Цинк	1408,0	93,7	110,9	4000
Медь	159,0	29,2	143,3	1500

**С целью** обоснования возможности использования органических отходов в лесном хозяйстве были поставлены следующие задачи:

- 1) определить объекты и технологические процессы лесного хозяйства, где существует возможность применения органических отходов и продуктов на их основе для повышения продуктивности лесных насаждений;
- 2) определить принципы экологической безопасности при использовании органических отходов в лесном хозяйстве;
- 3) разработать технологии переработки и обезвреживания органических отходов для использования в лесном хозяйстве;
- 4) оценить влияние органических отходов и продуктов на их основе на окружающую среду;
- 5) определить влияние использования органических отходов, продуктов на их основе на рост древесных растений и продуктивность лесных насаждений.

**Интерпретация результатов.** Для определения объектов и технологических процессов лесного хозяйства, где существует возможность применения органических отходов и продуктов на их основе, нужно учитывать два подхода утилизации отходов производства и потребления, принятых в мировой практике:

- 1) применение отходов на ограниченной территории в достаточно большом количестве;
- 2) распределение невысоких доз отходов на больших территориях.

Кроме того, необходимо учитывать особенности лесного хозяйства России (табл. 3).

Таблица 3

**Особенности применения органических отходов в лесном хозяйстве**

Основные особенности лесного хозяйства	Следствие
Большие площади лесхозов с большим разнообразием участков лесного фонда (по размерам, ТЛУ и т.д.) и их доступности	→ 1. Сложность прогнозирования воздействия органических отходов на состояние окружающей среды. 2. Сложность в организации экологического мониторинга за состоянием окружающей среды
Разнообразие технологических процессов (получение семенного материала, выращивание посадочного материала, создание лесных культур и т.д.)	→ Невозможность унификации технологий применения органических отходов
Растянутость технологических процессов лесовосстановления и выращивания леса по времени	→ Сложность в организации экологического мониторинга на длительный период

С учетом особенностей лесного хозяйства более предпочтительным является первый подход, так как риск неблагоприятного воздействия отходов на окружающую среду и здоровье человека будет меньше, чем во втором случае.

Таким образом, использование органических отходов для повышения продуктивности насаждений возможно только в технологических процессах с относительно коротким циклом производства и на участках с высокой интенсивностью ведения лесного хозяйства, например, при выращивании лесного посадочного материала, создании плантационных лесных культур и при рекультивации нарушенных территорий лесобиологическими методами.

Изучением вопроса применения тех или иных видов органических отходов и продуктов на их основе в лесном хозяйстве занимался ряд ученых. Так, для удобрения легких по гранулометрическому составу почв лесных питомников Е.М. Романовым и Т.В. Нуревой в 1995 году впервые было предложено использовать НОМУЛП – нетрадиционное органическое удобрение на основе отходов гидролизно-дрожжевых отходов [6]. Есть опыт использования в качестве тепличного субстрата компоста на основе древесной коры [7]. Наиболее изученным является применение мелиорантов на основе осадков сточных вод, образующихся при очистке коммунальных и промышленных стоков, для удобрения почв лесных питомников, плантаций и лесных культур [8 – 12]. Тем не менее, остается ряд нераскрытых вопросов, связанных с возможностью переработки и применения и других видов органических отходов в лесном хозяйстве, таких, как пищевые, текстильные, бумажные, коммунальные органические отходы. Кроме того, в настоящее время в Российской Федерации наиболее полно разработана нормативно-техническая документация экологической направленности, регламентирующая использование в качестве удобрений осадков сточных вод очистных сооружений канализации, применение других видов органических отходов в ней практически не оговаривается. Поэтому уже в настоящее время требуется разработка нормативно-технической документации, регламентирующей производство и применение органических отходов в

лесном хозяйстве с целью обеспечения экологической безопасности, базирующейся на следующих положениях:

- 1) организация контроля за содержанием нежелательных ингредиентов в органических отходах;
- 2) обеспечение снижения концентрации нежелательных ингредиентов в продуктах на основе органических отходов;
- 3) нормирование норм использования органических отходов и продуктов на их основе;
- 4) организация системы контроля и мониторинга за почвенно-экологическими условиями, за содержанием нежелательных ингредиентов в продукции лесного хозяйства;
- 5) обеспечение распределения некоторых видов продукции, полученной при использовании органических отходов, на больших территориях.

Продуктивность лесных насаждений напрямую зависит от уровня почвенного плодородия. Поэтому основным направлением применения органических отходов для повышения продуктивности лесных насаждений является их использование в качестве почвенных мелиорантов. Наиболее доступным для лесного хозяйства способом переработки органических отходов в нетрадиционные удобрения является их компостирование. Нами разработаны технологии получения компостов на основе многокомпонентных смесей органических отходов – субстратов и наполнителей [13]. За основу данных технологий принята технология площадного компостирования, что позволяет использовать технические средства, имеющиеся практически в каждом лесхозе. Длительность компостирования по данным технологиям составляет от полугода до двух лет в зависимости от характеристик исходных компонентов.

Внесение нетрадиционных удобрений в почву позволяет существенно повысить ее агрохимические показатели (табл. 4) – существенно возрастает содержание в пахотном горизонте почвы органического вещества и элементов минерального питания растений (азота, фосфора и калия).

Таблица 4

**Влияние внесения нетрадиционных органических удобрений  
на агрохимические показатели дерново-подзолистых почв**

Доза внесения, т/га	Органическое вещество, %	рН <sub>сол.</sub>	Содержание, мг/кг		
			N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Легкосуглинистая почва (Мушмаринский лесной питомник, 1997 г)					
0	2,1	4,8	19,3	128,7	76,8
120	3,7	6,4	32,2	156,0	83,2
НСР <sub>05</sub>	1,15	0,36	9,64	21,66	*
Среднесуглинистая почва (Мушмаринский лесной питомник, 1998г)					
0	3,3	5,3	18,5	179,2	117,7
120	5,4	6,9	74,0	275,5	121,0
НСР <sub>05</sub>	1,20	0,49	33,58	46,52	20,07

*Примечание:* \* различие не существенно на 5% уровне значимости ( $F_{\text{расч.}} < F_{\text{табл.}}$ )

Обеспечение экологической безопасности применения удобрений на основе органических отходов достигается за счет ограничения нормы их внесения в почву, не превышающей теоретически допустимую, которая рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{0,8 \cdot (ПДК(ОДК) - \Phi) \cdot 3000}{C_{TM}}$$

где  $D$  – допустимая доза внесения удобрения, т/га сухой массы;

ПДК – предельно допустимая концентрация тяжелого металла в почве, мг/кг;  
 ОДК – при отсутствии утвержденных ПДК тяжелых металлов в почве в расчетах используют ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов в почве, мг/кг;

$\Phi$  – фактическое содержание тяжелого металла в грунте, мг/кг;

$C_{mm}$  – содержание тяжелых металлов в удобрении, мг/кг сухой массы;

3000 – масса пахотного слоя почвы в пересчете на сухое вещество, т/га.

В этом случае содержание тяжелых металлов и других нежелательных ингредиентов в почве не будет превышать принятых допустимых норм (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние внесения нетрадиционных органических удобрений на основе осадков сточных вод на содержание в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы солей тяжелых металлов**

Доза внесения, т/га	Содержание солей тяжелых металлов, мг/кг				
	Кадмий	Никель	Свинец	Медь	Цинк
0	0,11	2,04	1,68	0,42	0,94
120	0,05	1,97	1,40	0,22	0,54
НСП <sub>05</sub>	0,05	*	*	*	0,18
ПДК	2,0	4,0	6,0	3,0	23,0

Примечание: \* различие не существенно на 5% уровне значимости ( $F_{расч.} < F_{табл.}$ )

Повышение почвенного плодородия при внесении нетрадиционных органических удобрений позволяет интенсифицировать рост древесных растений. Так, использование компостов на основе осадков сточных вод и гидролизного лигнина при выращивании сеянцев ели позволило получить более крупный посадочный материал и существенно увеличить выход стандартного посадочного материала с единицы площади (рис. 1). Такая же тенденция наблюдается и при выращивании сеянцев и саженцев других пород древесных растений в лесных питомниках.

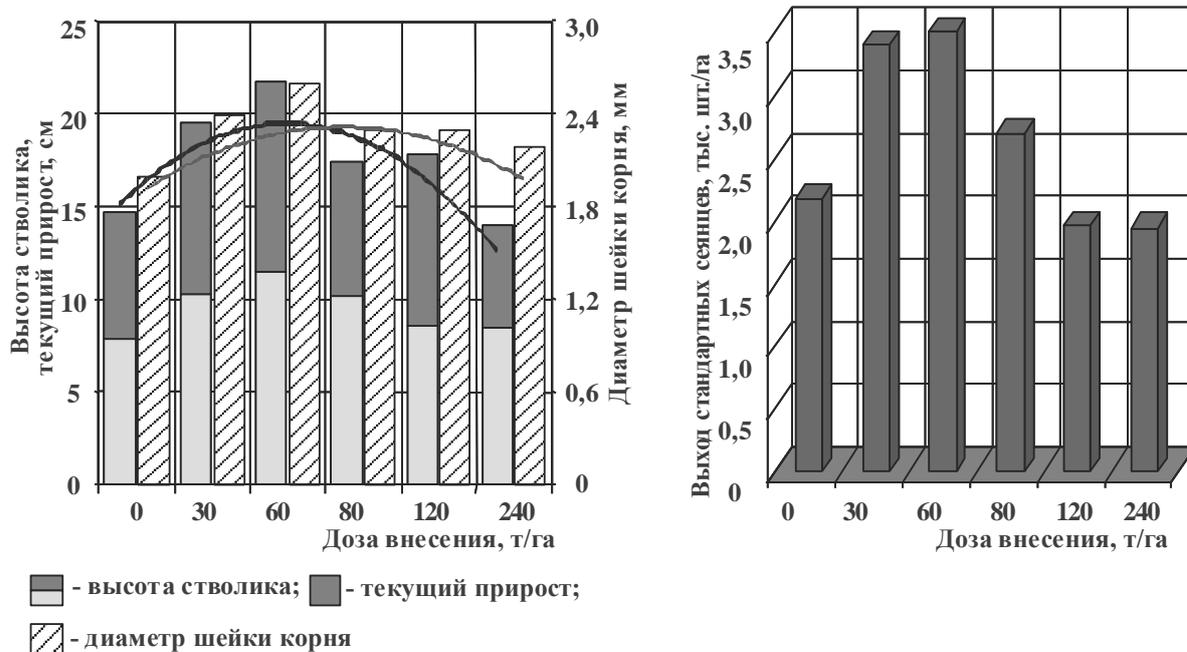


Рис. 1. Влияние внесения нетрадиционных удобрений в различных дозах на рост и выход трехлетних сеянцев ели европейской (Мушмаринский лесной питомник, 1998 год)

Другим направлением использования органических отходов при лесовыращивании и повышении продуктивности лесных насаждений является разработанная нами технология выращивания сеянцев с закрытой корневой системой в контейнерах с использованием субстратов на основе отходов деревообработки, деревопереработки и коммунального хозяйства [14]. При этом органические отходы могут быть использованы в качестве добавок к низинному торфу или для производства компостов, на основе которых можно получать субстраты.

Введение в состав субстрата на основе низинного торфа нейтрализованного гидролизного лигнина позволило существенно улучшить свойства субстрата и получить более качественный посадочный материал с закрытыми корнями (табл. 6).

Таблица 6

**Влияние введения гидролизного лигнина (ГЛ) в состав субстрата на основе низинного торфа на биометрические показатели сосны обыкновенной, выращенных в контейнерах (Ардатовский лесхоз Республики Мордовия, 2003 год)**

Доля ГЛ, %	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм	Длина корневой системы, см	Масса 100 растений, г		
				хвои	стволиков	корней
0	6,1	1,37	9,1	17,1	7,1	9,0
10	6,9	1,66	22,7	15,0	6,7	17,5
20	11,4	1,81	27,8	18,1	9,0	10,5
30	8,6	1,49	26,8	13,5	4,1	10,2
40	5,9	1,24	14,1	10,2	2,9	5,0
50	5,1	1,03	10,9	9,5	2,5	3,8
НСР <sub>05</sub>	1,489	0,350	3,915	0,825	1,834	4,318

Компост на основе осадков сточных вод и опилок по своим свойствам близок к субстрату на основе верхового торфа, всхожесть и сохранность всходов на этом субстрате существенно выше, чем при использовании субстрата на основе низинного торфа. Сеянцы лиственницы, выращивание которых производилось на компостах, полученных путем компостирования осадков сточных вод и различных видов опилок (компост 1 – хвойные опилки, компост 2 – лиственные опилки, компост 3 – смесь хвойных и лиственных опилок, компост 4 – компост, не прошедший все стадии компостирования), в четыре и более раза превышали по высоте сеянцы, выращенные на низинном торфе, по диаметру шейки корня – более чем в два раза (табл. 7).

Таблица 7

**Влияние вида субстрата на биометрические показатели однолетних сеянцев лиственницы сибирской, выращиваемых в контейнерах (Ботанический сад МарГТУ, 2006 год)**

Вид субстрата	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм	Длина корневой системы, см	Масса 100 растений, г.			
				хвои	стволиков	корней диаметром	
						>1мм	<1мм
Низинный торф	2,7	1,3	9,5	3,9	2,7	1,9	3,7
Компост 1	11,4	2,6	9,8	22,4	15,4	7,6	6,0
Компост 2	10,8	3,0	19,1	16,9	48,7	8,3	9,6
Компост 3	12,7	2,6	7,1	17,8	18,0	6,6	7,3
Компост 4	3,2	1,3	6,7	3,1	2,8	1,3	3,3
НСР <sub>05</sub>	2,55	0,35	0,99	4,98	5,26	0,85	0,76

Исследования показали, что использование нетрадиционных удобрений существенно повышает продуктивность плантационных культур ивы на лозу. Внесение компоста на основе осадков сточных вод, опилок и растительных остатков в дозе около 350–350 т/га позволило получить максимальный урожай лозы для плетения, так как совокупный показатель урожайности с единицы площади при данных дозах был максимальным (рис. 2).

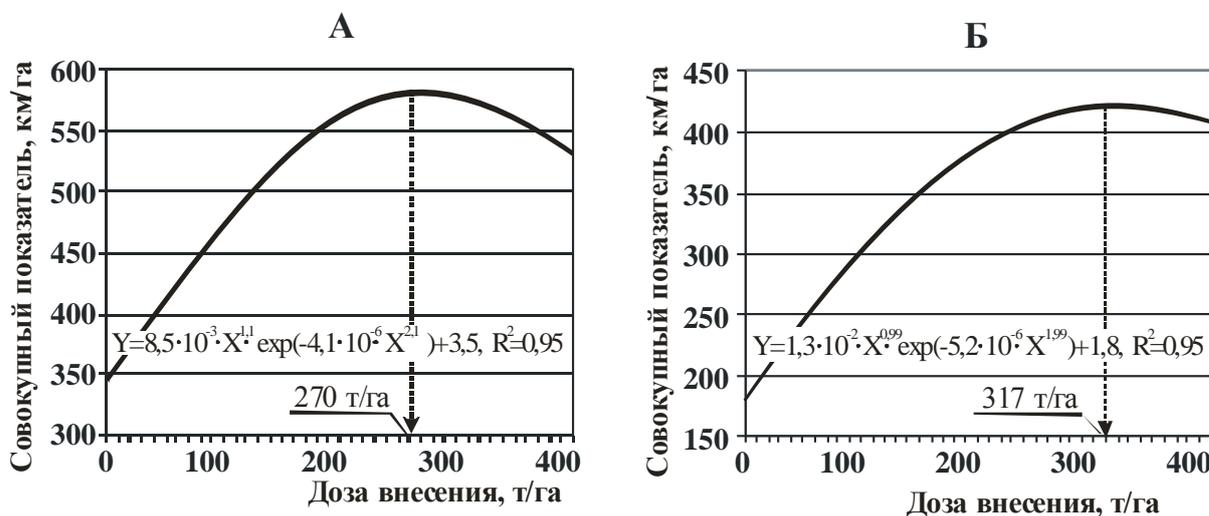


Рис. 2. Зависимость продуктивности кустарниковых ив (А – сорт «Лозинка»; Б – сорт «Трехтычинковая Улучшенная») при внесении различных доз нетрадиционных органических удобрений (Мушмаринский лесной питомник, 2006 год).

Таким образом, основными направлениями применения органических отходов в лесном хозяйстве могут являться: переработка отходов в нетрадиционные удобрения с последующим внесением в почву для повышения почвенного плодородия лесных питомников и плантаций, использование в качестве субстратов для выращивания сеянцев в контейнерах, использование однородных органических отходов (гидролизный лигнин, опилки) в качестве мульчирующего материала для борьбы с сорной травянистой растительностью и оптимизации условий выращивания растений. Это позволяет усилить рост растений и повысить продуктивность лесных насаждений.

**Заключение.** На основе изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Использование органических отходов в лесном хозяйстве для повышения продуктивности насаждений требует комплексного подхода и должно учитывать различные, но тесно связанные между собой аспекты, – агроэкологические, технологические, управленческие и экономические.
2. Применение органических отходов в лесном хозяйстве возможно только в технологических процессах с относительно коротким циклом производства и на участках с высокой интенсивностью ведения лесного хозяйства.
3. Для использования органических отходов в лесном хозяйстве необходима разработка нормативно-технической документации, в которой должны быть отражены основные правила экологической безопасности применения органических отходов и продуктов на их основе.
4. Основным направлением применения органических отходов в лесном хозяйстве является производство нетрадиционных удобрений и субстратов, использование которых позволяет повысить почвенное плодородие, интенсифицирует рост древесных и кустарниковых растений в лесных питомниках, теплицах и лесных плантациях.

Список литературы

1. *Еремин, Н.В.* Система машин в лесном хозяйстве: учеб. пособие / Н.В. Еремин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 308 с.
2. *Романов, Е.М.* Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты: научное издание / Е.М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 500 с.
3. *Ведерников, Н.М.* Выращивание сеянцев в питомниках Чувашской республики / Н.М. Ведерников, П.Т. Тихонов // Лесное хозяйство. – 1996. – №1. – С. 40–41.
4. *Степанов, Л.И.* Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР / Л.И. Степанов, В.П. Яркин, Ю.А. Сандомирский и др. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 175 с.
5. Государственный доклад О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году. – М.: АНО «Центр международных проектов», 2006. – 500 с.
6. *Романов, Е.М.* Эффективность применения НОМУЛП в качестве мелиорантов дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв / Е.М. Романов, Т.В. Нуреева // Лесное хозяйство. – 1997. – №1. – С.30–32.
7. *Калугина, З.С.* Компосты из коры: Технические условия ОСТ 56-56-83 / З.С. Калугина, Л.В. Меньшикова, А.А. Шамин, А.С. Синников: Издание официальное. – М., 1984. – 12 с.
8. *Романов, Е.М.* Утилизация осадков сточных вод г. Пензы в лесных и декоративных питомниках / Е.М. Романов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 44 с.
9. *Мартынюк, А.А.* Применение осадков сточных вод в целях лесобиологической рекультивации полигонов складирования промышленных отходов / А.А. Мартынюк, В.Н. Кураев, Л.Л. Коженков // Современные проблемы почвоведения и экологии: сб. статей. Ч.2. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – С. 184–188.
10. *Кураев, В.Н.* Применение местных удобрений и почвенных мелиорантов в лесном хозяйстве / В.Н. Кураев, Н.Ф. Маврина, И.Б. Бахолдина // Обзорн. информ. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. – 32 с. (Лесоводство и лесоразведение, ISSN 0135-6178. Вып 2).
11. *Риджал, И.Б.* Реакция пыльцы сосны обыкновенной на внесение в почву осадков сточных вод / И.Б. Риджал // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: науч. труды. – Вып. 303. – М.: МГУЛ, 2000. С. 186–191.
12. *Романов, Е.М.* Технология механизированного выращивания ивы на лозу с применением нетрадиционных органических удобрений / Е.М. Романов, Д.И. Мухортов, Д.А. Трегубов, К.А. Копылов // Лесное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 43–45.
13. *Романов, Е.М.* Лесные культуры. Производство и применение нетрадиционных органических удобрений в лесных питомниках: учеб. пособие / Е.М. Романов, Т.В. Нуреева, Д.И. Мухортов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 156 с.
14. *Романов, Е.М.* Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в малых тепличных комплексах / Е.М. Романов, А.В. Ушнурцев, Д.И. Мухортов, Ю.Н. Гагарин // Лесное хозяйство. – 2007. – №1. – С.26–27.

Поступила в редакцию 12.06.07.