

**Евгений Сергеевич БАГАЕВ<sup>1</sup>**

**Сергей Сергеевич БАГАЕВ<sup>2</sup>**

**Сергей Сергеевич МАКАРОВ<sup>3</sup>**

**Антон Игоревич ЧУДЕЦКИЙ<sup>4</sup>**

УДК 630\*17:674.031.623.23

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПЛАНТАЦИОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ БЫСТРОРАСТУЩИХ ТРИПЛОИДНЫХ КЛОНОВ ОСИНЫ В ЮЖНО-ТАЕЖНОМ ЛЕСНОМ РАЙОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

<sup>1</sup> кандидат сельскохозяйственных наук,  
заместитель директора по научно-исследовательской работе,  
Центрально-европейская лесная опытная станция (г. Кострома)  
ce-los-lh@mail.ru

<sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук,  
руководитель группы лесоводства,  
Центрально-европейская лесная опытная станция (г. Кострома)  
ce-los-lh@mail.ru

<sup>3</sup> аспирант, старший научный сотрудник,  
Центрально-европейская лесная опытная станция (г. Кострома)  
makarov\_serg44@mail.ru

<sup>4</sup> ведущий инженер,  
Центрально-европейская лесная опытная станция (г. Кострома)  
a.chudetsky@mail.ru

### **Аннотация**

Статья посвящена исследованиям состояния клонов триплоидной осины в условиях южно-таежного лесного района европейской части России. Приведена лесоводствен-

---

**Цитирование:** Багаев Е. С. Перспективы плантационного выращивания быстрорастущих триплоидных клонов осины в южно-таежном лесном районе европейской части России / Е. С. Багаев, С. С. Багаев, С. С. Макаров, А. И. Чудецкий // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Том 4. № 3. С. 81-93. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-81-93

---

но-таксационная характеристика клонов с высокими физико-механическими качествами древесины в генетическом резервате триплоидной осины в Костромской области. Установлено, что триплоидные клоны производительнее обыкновенных осиновых древостоев. Представлены данные по продуктивности клонов. Выявлена высокая устойчивость триплоидной осины к стволовой гнили. До 50-летнего возраста зараженность стволовой гнилью не превышает 10% по количеству деревьев. Отмечены быстрый рост, хорошая очищаемость стволов от сучьев, большая плотность древесины по сравнению с обычной формой осины.

Определены перспективы использования триплоидной осины для плантационного лесовыращивания в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса Центрального федерального округа Российской Федерации, включая неиспользуемые сельскохозяйственные земли.

Возможно ускоренное получение элитного посадочного материала триплоидной осины с применением клонального микроразмножения. Установлено, что применение регулятора роста растений «Эпин-Экстра» в концентрации 0,5 мг/л может рассматриваться как модифицирующий элемент технологии клонального микроразмножения триплоидной осины.

#### Ключевые слова

Триплоидная осина, посадочный материал, клон, плантационное лесовыращивание, клональное микроразмножение, продуктивность, устойчивость.

DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-81-93

#### Введение

Опыт высокоразвитых стран (Германия, Финляндия, Канада, Италия и др.) свидетельствует о широких возможностях ускоренного промышленного выращивания быстрорастущих насаждений плантационного типа для перерабатывающей промышленности и топливно-энергетических целей. Важными преимуществами плантационного лесовыращивания являются ускоренное получение целевой древесины (в 1,5-3 раза быстрее по сравнению с традиционным способом) и возможность закладки плантаций в непосредственной близости от предприятий, благодаря чему происходит снижение транспортных издержек по доставке древесного сырья производителям.

Осина (*Populus tremula* L.) как одна из самых быстрорастущих и скороспелых древесных пород является перспективным продуцентом сырья и биотоплива для плантационного выращивания в России. Установлено, что в 30-летнем возрасте запас быстрорастущей осины на плантациях может достигать 400 м<sup>3</sup>/га. В России плантации триплоидной осины заложены в Ленинградской, Московской, Воронежской областях, республиках Татарстан и Марий Эл.

Костромская область — самый лесобеспеченный регион Центрального федерального округа. Общая площадь земель лесного фонда — 4,6 млн га, лесистость — более 74% [2]. Осиновыми насаждениями занято около 10% лесопо-

крытых земель региона. Общие запасы спелых и перестойных насаждений по причине их недостаточного использования за последние 60 лет возросли более чем в два раза, составив более 60 млн м<sup>3</sup>. Среди мягколиственных пород осина находится на первом месте по скорости роста и на втором месте после березы по занимаемым площадям и запасам древесины. Лесное хозяйство Костромской области может развиваться за счет комплексного использования древесины всех лесообразующих пород, включая осину. Однако подверженность стволовой гнили, вызываемой воздействием ложного осинового трутовика, препятствует ее широкому использованию. Таких осинников на территории региона — более 70%, а средний выход деловой древесины не превышает 30% [1, с. 28-33, 102-106].

Вместе с тем в лесах Костромской области имеются насаждения быстрорастущих и устойчивых к гнилям форм осины, в частности триплоидных клонов (*Populus tremula gigas*), отобранных академиком Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) А. С. Яблоковым в Шекшемском лесничестве Шарьинского лесхоза.

Цель работы — исследование состояния триплоидных клонов осины (продуктивность, зараженность стволовой гнилью), определение перспектив использования триплоидной осины для плантационного лесовыращивания в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса.

### Основная часть

#### *Материал и методы исследования*

Исследования проводились в генетическом резервате «Исполинские осины» в ОГКУ «Шарьинское лесничество» Костромской области, относящейся к таежной зоне лесов, южно-таежному лесному району европейской части России. На постоянных пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев с последующим определением таксационных показателей по общепринятой методике. Описание форм осины, определение ее зараженности стволовой гнилью, проводились по методике Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) [7]. Таксационная характеристика и санитарное состояние триплоидных клонов (№ 27, № 30, № 35) сравнивались с аналогичными показателями обычных, диплоидных клонов осины (№ 29, № 37).

#### *Результаты исследования*

Триплоидная осина была впервые отобрана в СССР академиком ВАСХНИЛ А. С. Яблоковым в 1938 г. на концентрированных вырубках в Шарьинском лесничестве Костромской области [9]. В момент отбора их 1-2-летние корневые отпрыски отличались от обычной осины значительно более быстрым ростом, густотой беловойлочного опушения листьев и побегов, крупным размером листьев и высокой плотностью древесины (рис. 1). Под руководством А. С. Яблокова проведены комплексные исследования лесоводственных, морфологических и других особенностей отобранных клонов, установлена триплоидность клонов № 27 и № 30.



*Рис. 1.* Клон исполинской осины № 27  
в Шарьинском лесничестве Костромской  
области

*Fig. 1.* Giant aspen clone no 27  
in the Sharya forestry of the Kostroma  
Region

В 1960-е гг. на Костромской лесной опытной станции (ЛОС) были восстановлены клоны данной селекции и С. Н. Багаевым были отобраны еще пять быстрорастущих форм осины, включая триплоидный клон № 35. Были заложены стационарные опытные участки, на которых регулярно велись учетные работы и проводились лесоводственные уходы. Триплоидный клон № 27 уже к возрасту 25 лет имел запас  $340 \text{ м}^3$ , что оказалось в два раза выше запаса обычной диплоидной осины [1, с. 96-98]. Установлены высокие физико-механические качества древесины триплоидных клонов, отмечена их способность давать два прироста за вегетационный период.

В 1989 г. в целях сохранения ценного генофонда быстрорастущих форм осины по инициативе ученых создан генетический резерват осины исполинской на площади 119 га, который вошел в состав государственного природного заказника «Исполинские осины», организованного в 2008 г. на площади 140,6 га. Учеными Костромской ЛОС ВНИИЛМ изучались санитарное состояние и продуктивность

осиновых насаждений на разных возрастных этапах их формирования. Последние учеты были проведены в возрасте осины 36 и 73 лет.

Дерново-подзолистые супесчаные почвы, тип лесорастительных условий С3, кислично-широколистная группа типов леса — в целом оптимальные экологические условия для произрастания клонов осины. Преобладают мужские, серокорые крупнолистные формы с сильно развитыми кронами, устойчивые к стволковой гнили (таблица 1). Одна из особенностей триплоидной осины — наличие сросшихся между собой в комлевой части деревьев (до 7% от общего количества).

Таблица 1

Table 1

**Общая характеристика клонов в генетическом резервате триплоидной осины в Костромской области**

**General characteristics of clones in the genetic reserve of triploid aspen in the Kostroma Region**

№ клона	Особенности		Цвет и характер коры	Площадь, га
	Набор хромосом	Пол особи		
27	триплоидный	мужской	серокорая, трещиновато-ромбовидная	1,5
29 (контроль)	диплоидный	мужской	серокорая, продольно-трещиноватая	0,2
30	триплоидный	мужской	серокорая, грубо-трещиноватая, ромбовидная	1,5
33	диплоидный	женский	серокорая, продольно-трещиноватая	1,5
34	диплоидный	женский	зеленокорая, гладкокорая	1,0
36	диплоидный	женский	зеленокорая, гладкокорая	0,2
35	триплоидный	мужской	серокорая, трещиновато-ромбовидная, крупнолистная	1,2
37 (контроль)	диплоидный	мужской	серокорая, продольно-трещиноватая	1,0

Таксационная характеристика клонов триплоидной осины приведена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная таксационная характеристика триплоидных клонов осины

Table 2

Comparative taxation characteristic of triploid clones of aspen

Состав	Возраст, лет	Бонитет	Средние		Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Зараженность стволовой гнилью, %
			диаметр, см	высота, м			
<b>Клон № 27</b>							
9Ос1Лп	73	Ia	31	31	1,2	689	55
			120	103,8	133,3	146,1	87,3
<b>Клон № 30</b>							
10Ос + Е	73	Ia	29	30	1,1	592	57
			103,6	103,4	122,2	127,9	90,5
<b>Клон № 35</b>							
9Ос1Б + Е	36	Ia	19	21	1,3	404	1
			126,7	105	108,3	114,8	9,1

Примечание: в знаменателе (нижняя строка) — % от контроля.

Note: in the denominator (bottom line) — % of control.

В данных лесорастительных условиях триплоидные клоны осины отличаются высокой продуктивностью: Ia класс бонитета, запас древесины — до 600 м<sup>3</sup>/га и выше. Исполинские клоны № 27 и № 30 в 73-летнем возрасте имеют показатели, превышающие обычный контрольный (№ 29): соответственно на 36% и 23% — по сумме поперечных площадей сечений стволов; на 46% и 28% — по запасу древесины; на 4% и 3% — по средней высоте. Триплоидный клон № 35 в 36-летнем возрасте имел более высокие показатели относительно обычного (№ 37): на 12% — по сумме площадей поперечных сечений стволов; на 15% — по запасу древесины; на 5% — по средней высоте ствола. Производительность триплоидных клонов превышает типичные осиновые древостои: их относительная полнота варьирует в пределах 1,1-1,3 [1, с. 105].

Исполинская осина отличается устойчивостью к стволовой гнили, вызываемой ложным осиновым трутовиком. До возраста 50 лет зараженность ее не превышала 10% по количеству деревьев, тогда как обычная осина в том же возрасте поражена стволовой гнилью практически на 100%. Даже в VIII классе возраста около 50% деревьев не имеют гнили. Помимо быстрого роста, у

триплоидной осины также отмечается хорошая способность к очищению стволов от сучьев и большая плотность древесины.

Уникальными лесоводственными качествами клонов триплоидной осины обусловлена важность сохранения и воспроизводства их ценного генофонда. На базе заказника и генетического резервата исполинской осины существует возможность реализации плантационного выращивания быстрорастущей осины с коротким циклом ротации и использованием современных биотехнологических методов [10]. Для выращивания плантационных насаждений целесообразно использовать в первую очередь заброшенные земли сельскохозяйственного назначения, расположенные в непосредственной близости от мест переработки древесины. В Костромской области за последние 20 лет выведено из эксплуатации более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий, зарастающих древесно-кустарниковой растительностью со значительным участием березы и осины, считающихся среди лесозаготовителей малоценными породами [5]. Создание плантационных культур на неиспользуемых сельскохозяйственных землях для быстрорастущих форм осины будет способствовать существенному сокращению затрат на подготовку площади и обработку почвы и может явиться одним из путей рекультивации таких земель в России.

В 2017 г. в Шарьинском районе Костромской области заложена первая лесосырьевая плантация триплоидной осины (клон № 35) площадью 3 га, расположенная в зоне деятельности ООО «Кроностар» — крупнейшего производителя древесных плит в России.

С применением методов биотехнологии возможно ускоренное получение элитного посадочного материала триплоидной осины [3, 4, 8, 11]. С 2014 г. в лаборатории клонального микроразмножения Центрально-европейской ЛОС ВНИИЛМ проводится исследовательская работа по совершенствованию технологии микроклонального размножения триплоидной осины в культуре *in vitro* на питательной среде Мурасиге-Скуга (MS) с применением различных росторегулирующих веществ [6]. Установлено, что применение регулятора роста растений «Эпин-Экстра» (24-эпибрасинолид) в концентрации 0,5 мг/л на этапе дорастивания микропобегов в высоту может быть рассмотрено в качестве модифицирующего элемента технологии клонального микроразмножения триплоидной осины, способствующего более интенсивному росту растений (рис. 2).

Разница по высоте растений между опытными вариантами в 1-й и в 2-й годы выращивания в среднем составляла: на 7-е сутки прохождения этапа субкультивирования — 0,5 см, на 21-е сутки — 0,7 см (таблица 3). Достоверность полученных результатов подтверждается дисперсионным анализом.

На этапе адаптации укорененных растений триплоидной осины *in vitro* к нестерильным условиям *in vivo* с различными вариантами состава субстрата наибольшая приживаемость растений выявлена на субстрате торф с песком (в соотношении 1 : 1) и составила 39,5% (таблица 4).

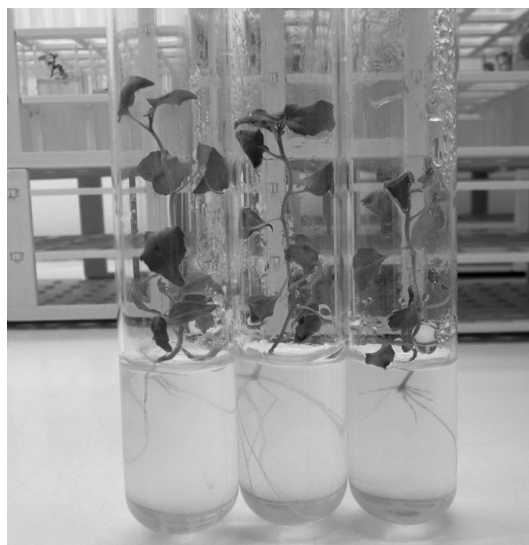


Рис. 2. Этап укоренения растений-регенерантов триплоидной осины

Fig. 2. Stage of rooting of plants-regenerants of triploid aspen

Таблица 3

Высота микропобегов триплоидной осины на этапе их доращивания при клональном микроразмножении

Table 3

The height of triploid aspen micro-shoots at the stage of elongation with clonal micropropagation

Дата учета	Высота микропобегов, см		
	MS (без гормонов)	MS + Эпин	Разница
<b>1-й год</b>			
7-е сутки	1,25	1,83	+0,58
21-е сутки	1,47	2,2	+0,73
НСР <sub>05</sub> *	0,29		
<b>2-й год</b>			
7-е сутки	1,39	1,94	+0,55
21-е сутки	1,92	2,58	+0,66
НСР <sub>05</sub> *	0,20		

Примечание: \* — наименьшая существенная разница на 0,5%-м уровне значимости между вариантами.

Note: \* — smallest significant difference at the 0,5% level of significance between the variations.



Таблица 4

**Приживаемость адаптируемых пробирочных растений триплоидной осины в зависимости от состава субстрата**

Состав субстрата	Приживаемость растений, %
Грунт тепличный	0
Торф	2,6
Торф с песком (1 : 1)	39,5
Кокосовая стружка	25,2

Table 4

**Adaptability of adaptable test tubes of triploid aspen depending on the substrate composition**

На базе лаборатории биотехнологии возможно в короткие сроки организовать массовое получение высококачественного посадочного материала триплоидной осины для закладки лесосырьевых плантаций в целях обеспечения современных предприятий лесопромышленного комплекса высококачественным сырьем. При формировании устойчивого спроса на осину как целевую породу целесообразно перевести клональное микроразмножение триплоидной осины на промышленную основу, создать научно-производственную площадку с полным циклом биотехнологического производства для закладки лесосырьевых плантаций осины в непосредственной близости от мест переработки древесины.

### Заключение

Проведенные исследования подтверждают высокие лесоводственные качества триплоидной осины, значительно превосходящую обычную диплоидную осину по продуктивности, устойчивости к стволовой гнили и качеству древесины.

Триплоидная осина может быть рассмотрена как наиболее перспективный продуцент сырья и биотоплива для плантационного лесовыращивания в Костромской области и сопредельных регионах.

Отработанная технология клонального микроразмножения триплоидной осины позволяет обеспечить получение высококачественного посадочного материала триплоидной осины для закладки лесосырьевых плантаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Багаев Е. С. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области: монография / Е. С. Багаев, Н. В. Рыжова, В. В. Шутов. Кострома: Костромской государственный технологический университет, 2014. 140 с.
- Департамент лесного хозяйства Костромской области. URL: <http://dlh44.ru> (дата обращения: 28.08.2018).
- Зонтиков Д. Н. Культивирование триплоидной осины в условиях *in vitro* / Д. Н. Зонтиков // Перспективы инновационного развития лесного хозяйства: материалы международной научно-практической конференции

- (25-26 августа 2011 г., Россия, Кострома). Кострома: Издательство Костромского государственного технологического университета, 2011. С. 45-49.
4. Зонтиков Д. Н. Факторы, влияющие на морфогенез триплоидной осины в культуре *in vitro* / Д. Н. Зонтиков, И. А. Корнев // Инновации и технологии в лесном хозяйстве: материалы II международной научно-практической конференции (6-7 февраля 2012 г., Россия, Санкт-Петербург). СПб.: Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2012. Ч. 2. С. 99-104.
  5. Корякин В. А. Исследование характера возобновления леса на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования / В. А. Корякин // Сборник научных статей, посвященный 50-летию Костромской лесной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства. Кострома: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства М, 2006. С. 104-108.
  6. Макаров С. С. Изучение влияния росторегулирующих веществ различной природы при клональном микроразмножении осины / С. С. Макаров, А. А. Панкратова // Лесохозяйственная информация. 2016. № 3. С. 138-143. URL: <http://lhi.vniilm.ru> (дата обращения: 10.08.2018).
  7. Руководство по организации и ведению хозяйства на осину в лесах Европейской части СССР / Л. Е. Михайлов и др. М.: Гослесхоз СССР, 1983. 38 с.
  8. Сироткина Е. В. Адаптация растений-регенерантов осины к естественным условиям / Е. В. Сироткина, И. А. Корнев // Лесохозяйственная информация. 2015. № 4. С. 82-86. URL: <http://lhi.vniilm.ru> (дата обращения: 10.08.2018).
  9. Яблоков А. С. Исполинская форма осины в лесах СССР / А. С. Яблоков // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института лесного хозяйства. М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1941. Вып. 23. С. 112-114.
  10. Campbell M. M. Forestry's Fertile Crescent: the Application of Biotechnology to Forest Trees / M. M. Campbell, A. M. Brunner, H. M. Jones, S. H. Strauss // Plant Biotechnology Journal. 2003. No 1. Pp. 141-154.
  11. Zontikov D. Micropropagation of Highly Productive Forms of Diploid and Triploid Aspen / D. Zontikov, S. Zontikova, R. Sergeev, A. Shurgin, M. Sirotina // Advanced Materials Research. 2014. Vols. 962-965. Pp. 681-690.

**Evgeny S. BAGAEV<sup>1</sup>**

**Sergey S. BAGAEV<sup>2</sup>**

**Sergey S. MAKAROV<sup>3</sup>**

**Anton I. CHUDETSKY<sup>4</sup>**

UDC 630\*17:674.031.623.23

**PROSPECTS FOR PLANTATION GROWING FAST-GROWING  
TRIPLOID CLONES OF ASPEN IN THE SOUTHERN TAIGA FOREST  
AREA OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

<sup>1</sup> Cand. Sci. (Agricult.), Deputy Director for Research Work,  
Central European Forest Experimental Station (Kostroma)  
ce-los-lh@mail.ru

<sup>2</sup> Cand. Sci. (Agricult.), Head of the Forestry Group,  
Central European Forest Experimental Station (Kostroma)  
ce-los-lh@mail.ru

<sup>3</sup> Postgraduate Student, Senior Researcher,  
Central European Forest Experimental Station (Kostroma)  
makarov\_serg44@mail.ru

<sup>4</sup> Lead Engineer,  
Central European Forest Experimental Station (Kostroma)  
a.chudetsky@mail.ru

**Abstract**

This article investigates the state of clones of triploid aspen in the conditions of the southern taiga forest region of the European part of Russia. The silvicultural and taxation characteristics of clones with high physical and mechanical qualities of wood in the genetic reserve of triploid aspen in the Kostroma Region.

---

**Citation:** Bagaev E. S., Bagaev S. S., Makarov S. S., Chudetsky A. I. 2018. "Prospects for Plantation Growing Fast-Growing Triploid Clones of Aspen in the Southern Taiga Forest Area of the European Part of Russia". Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 4, no 3, pp. 81-93.

DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-81-93

---

The results shows higher productivity of triploid clones than ordinary aspen stands and high stability of triploid aspen to stem rot, providing data on the productivity of clones. Until the age of 50 years, the incidence of stem rot is no more than 10% in the number of trees. The authors note the fast growth, good cleaning of trunks from branches, and a high density of wood in comparison with the usual form of aspen.

Using triploid aspen for plantational forest growing in the zone of activity of modern enterprises of the timber industry complex of the Central Federal District of the Russian Federation including on unused agricultural lands is perspective. An accelerated production of elite planting material of triploid aspen is possible with the use of clonal micropropagation. The application of the plant growth regulator Epin-Extra 0.5 mg/l can be considered as a modifying element of the clonal micropropagation technology of triploid aspen.

### Keywords

Triploid aspen, planting material, clone, plantation forest growing, clonal micropropagation, productivity, resistance.

DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-81-93

### REFERENCES

1. Bagaev E. S., Ryzhova N. V., Shutov V. V. 2014. Vedenie khozyajstva v osinovykh lesakh Kostromskoy oblasti [Management of the Economy in the Aspen Forests of the Kostroma Region]. Kostroma: KSTU, 2014.
2. Departament lesnogo hozjajstva Kostromskoy oblasti [Department of Forestry of Kostroma Region]. Accessed on 28 August 2018. <http://dlh44.ru>
3. Zontikov D. N. 2011. "Kul'tivirovanie triploidnoj osiny v usloviyakh *in vitro*" [Cultivation of Triploid Aspen in "in vitro" Conditions]. Proceedings of the Research Conference "Perspektivy innovatsionnogo razvitiya lesnogo khozyajstva" (25-26 August, Russia, Kostroma), pp. 45-49. Kostroma: KSTU.
4. Zontikov D. N., Korenev I. A. 2012. "Faktory, vliyayushhie na morfogenez triploidnoj osiny v kul'ture *in vitro*" [Factors Affecting the Morphogenesis of Triploid Aspen in Culture "*in vitro*"]. Proceedings of the Research Conference "Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyajstve" (6-7 February, Russia, St. Petersburg), vol. 2, pp. 99-104. St. Petersburg: SPbNIILKH.
5. Koryakin V. A. 2006. "Issledovanie kharaktera vozobnovleniya lesa na zemlyakh, vyshedshikh iz-pod sel'skokhozyajstvennogo ispol'zovaniya" [Investigation of the Character of Forest Renewal on Lands that Have Emerged from Agricultural Use]. In: Sbornik nauchnykh statej, posvyashhennyj 50-letiyu Kostromskoj lesnoj opytnoj stantsii VNIILM, pp. 104-108. Kostroma: VNIILM.
6. Makarov S. S., Pankratova A. A. 2016. "Izuchenie vliyaniya rostoreguliruyushhikh veshhestv razlichnoj prirody pri klonal'nom mikrorazmnozhenii osiny" [The Study of the Effect of Growth Regulating Substances of Various Nature in Clonal Micropropagation of Aspen]. Lesokhozyajstvennaya informatsiya, no 3, pp. 138-143. Accessed on 10 August 2018. <http://lhi.vniilm.ru>

7. Mikhaylov L. E. et al. 1983. Rukovodstvo po organizatsii i vedeniyu khozyajstva na osinu v lesakh Evropejskoj chasti SSSR [A Guide to the Organization and Management of Aspen Farming in the Forests of the European Part of the USSR]. Moscow: Gosleskhoz SSSR.
8. Sirotkina E. V, Korenev I. A. 2015. "Adaptatsiya rastenij-regenerantov osiny k estestvennym usloviyam" [Adaptation of Aspen Regeneration Plants to Natural Conditions]. Lesokhozyajstvennaya informatsiya, no 4, pp. 82-86. Accessed on 10 August 2018. <http://lhi.vniilm.ru>
9. Yablokov A. S. 1941. "Ispolinskaya forma osiny v lesakh SSSR" [The Giant Form of Aspen in the Forests of the USSR]. Trudy VNIILKH, vol. 23, pp. 112-114. Moscow: VNIILKh.
10. Campbell M. M., Brunner A. M., Jones H. M., Strauss S. H. 2003. "Forestry's Fertile Crescent: the Application of Biotechnology to Forest Trees". Plant Biotechnology Journal, no 1, pp. 141-154.
11. Zontikov D., Zontikova S., Sergeev R., Shurgin A., Sirotina M. 2014. "Micropropagation of Highly Productive Forms of Diploid and Triploid Aspen". Advanced Materials Research, vols. 962-965, pp. 681-690.