

УДК 30*237.2:630*232

ЛЕСНЫЕ ПЛАНТАЦИИ ТРИПЛОИДНОЙ ОСИНЫ, СОЗДАННЫЕ ПОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ IN VITRO

А. В. Жигунов¹, Д. А. Шабунин², О. Ю. Бутенко²

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова,
Российская Федерация, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
E-mail: a.zhigunov@bk.ru

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства,
Российская Федерация, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21
E-mail: ds1512@mail.ru

Приводятся сведения о технологии микроразмножения триплоидной осины, разработанной в ФБУ «СПбНИИЛХ». Рассматривается рост посадочного материала, полученного из регенерантов, выращенных в торфяном субстрате и адаптированных к изменившейся влажности окружающей среды в условиях летней теплицы в культуре. Показана зависимость скорости роста культур от способа обработки почвы. Развитие напочвенного покрова является ограничивающим фактором роста культур триплоидной осины до четырёхлетнего возраста.

Ключевые слова: *in vitro*; осина; клоны; лесные культуры; обработка почвы; микроклональное размножение; сердцевинная гниль.

Введение. Осина, или тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), является одной из широко распространённых древесных пород. В России она является лесообразующей и встречается от скандинавских стран и Чёрного моря до Дальнего Востока и Сахалина. Наиболее часто осина встречается в средней части России, где отличается лучшим ростом [1]. Она вполне морозостойка и засухоустойчива, более требовательна к свету и менее к плодородию почвы, чем другие тополя.

Однако достичь высоких показателей роста и качества древесины можно только при использовании наиболее продуктивных и устойчивых к болезням генотипов растений и при надлежащем уходе за плантациями [2].

Обследование клонов исполинской осины (*P. tremula gigas*) в Костромской области (генетический резерват) показало, что запас в возрасте 73 лет составлял 500 м³/га и более [3]. В Воронежской области лучшие клоны осины и осинотопольевые гибриды в возрасте 33 лет имели объём 1,1–1,8 м³, запас – 550–880 м³/га. Скрещивание различных форм осины и

белых тополей позволило получить в 24 года объём ствола 0,6–1,1 м³ и запас 360–730 м³/га [4]. По данным О. С. Машкиной [5], высота пятилетних клонированных растений триплоидной осины в Воронежской области в среднем составила 3,9 м, при этом растения семенного происхождения имели высоту 3,0 м. Исследования по Республике Татарстан свидетельствуют о том, что в четыре года культура триплоидной осины росла вдвое быстрее диплоидной [6]. В Ленинградской области высаженные на вырубку растения триплоидной осины в трёхлетнем возрасте достигли 1,3 м [7]. Так, большой интерес вызывает комплексное исследование, выполненное в Новосибирской области по изучению триплоидного клона осины, обнаруженного в естественных условиях. Средний объём его ствола в 91 год составлял 1,87 м³, что в 1,7 раза больше, чем у диплоидного клона [8]. В Эстонии были обнаружены экземпляры триплоидной осины, имеющие диаметр более 90 см, а запас 18 осин верхнего яруса (247 м³/га) был в 1,3 раза больше, чем у 91 ели того же яруса (192 м³/га) [9].

Основной недостаток осины, произрастающей в естественных насаждениях, это почти полное поражение стволов сердцевинной гнилью, которая вызывается трутовым грибом *Phellinus tremulae* ((Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov) [10–12] и может проявляться на самых ранних этапах онтогенеза дерева.

Особенно подвержено заболеванию порослевое потомство (рис. 1), но поскольку этот гриб не наносит дереву никакого ущерба и оно прекрасно проходит все фазы своего развития, а также даёт семенное и вегетативное потомство, то у подавляющего большинства естественных популяций нет устойчивости против этого паразита. В этом случае взаимоотношения гриба и растения находятся на грани симбиоза.



Рис. 1. Сердцевинная гниль молодой поросли осины

Интересна динамика заражённости быстрорастущих клонов осины стволовой гнилью, вызываемой ложным осиновым трутовиком, представленная С. Н. Багаевым и др. [3, 13]. По этим данным до 36–38-летнего возраста встречались единичные экземпляры с наличием стволовой гнили, а в возрасте 73 лет было поражено около половины всех растущих деревьев. Это же подтверждают и исследования, выполненные В. Т. Бакулиным, показывающие, что начало массового поражения сердцевинной гнилью происходило примерно в том же возрасте [8].

Техническое применение стволов с центральной гнилью практически невоз-

можно или экономически крайне не выгодно. Использование же здоровой, быстрорастущей осины позволяет получать продукцию гораздо более ценную, даже по сравнению с хвойной древесиной. Так, пиловочник из этой породы, в зависимости от конъюнктуры рынка, может стоить в семь раз дороже хвойного [12].

Для решения обозначенной проблемы возможно использование клонов здоровой осины, которые были найдены А. С. Яблочковым и С. Н. Багаевым в лесах Костромской области. Среди них особенно выделяются триплоидные формы. Отобранные растения были собраны там же в тремулете. В ряде работ представлено их описание [13, 14]. Чтобы потомство полностью унаследовало свойства этих выдающихся форм, следует использовать вегетативное размножение. К сожалению, осина очень плохо черенкуется и имеет низкий коэффициент размножения. В связи с этим перспективным является использование технологии *in vitro*, которой посвящён ряд научных публикаций [5, 10, 11, 15, 16].

Методы и объекты исследования. Лучшие клоны осины Костромской ЛОС были введены в культуру микропобегов и поддерживаются в коллекции в условиях *in vitro* в лаборатории лесной селекции и биотехнологии ФБУ «СПБНИИЛХ» (рис. 2).



Рис. 2. Культура микропобегов осины

Клоны, использованные при создании культур, представлены следующими линиями: f. 2, f. 5 (клон 34), f. 3, f. 4 (клон 35), f. 6 (клон 36) – культура микропобегов получена методом индукции органо-генеза в каллусной культуре; f. 11 (клон 35) – культура микропобегов получена методом индукции органо-генеза на первичном экспланте. На основе этого материала было создано два моноклональных опытных участка и четыре поликлональных.

В начале весны проводилась адаптация микрочеренков к изменившейся после пересадки в торфяной субстрат влажности окружающей среды. Известно, что близкая к насыщающей влажность воздуха и отсутствие градиента водного потенциала между испаряющей поверхностью листа и атмосферой, дефицит CO_2 в условиях культуральных сосудов приводит к ингибированию транспирации, появлению нефункционирующих устьиц и плохо развитой кутикулы, снижению осмотического давления, обезвоживанию корней на агаре, нарушению водного баланса [17]. Всё это указывает на важность данного этапа для выживания растений. В условиях летней теплицы растения находились 1–3 месяца.

Разработанная агротехника выращивания посадочного материала дала нам возможность заложить опытные участки лесных культур в Бокситогорском, Волоновском и Гатчинском лесничествах Ленинградской области.

Учёт растений проводился ежегодно осенью: замеряли их общую высоту (H), прирост по высоте и диаметр ($D_{1,3}$) на высоте 1,3 м от уровня корневой шейки. Для сравнения определяли параметры корнеотпрысковой осины. Статистический анализ производился с применением MS Excel, 2007 [18]. Вычисляли следующие показатели: среднее значение и ошибка среднего значения.

В данной статье представлены результаты исследования хода роста триплоидной осины на 6 опытных участках лесных культур в Гатчинском районе Ленинградской области (Гатчинское лесничество) в различных лесорастительных условиях с различной обработкой почвы (табл. 1).

На всех участках, кроме 3, в качестве посадочного материала использовали однолетние саженцы; на участке № 3 – двухлетние саженцы. Данные по состоянию культур до восьмилетнего возраста нами были рассмотрены в предыдущей публикации [7].

Таблица 1

Перечень опытных участков

№ участка	Тип леса	Категория участка	Год создания	Расстояние, м		Способ обработки почвы	Размещение посадочных мест
				между рядами	между растениями		
1	Ельник черничник	Свежая вырубка	2006	1,0-1,5	1,5	ПКЛ-70	шахматное
2	Ельник кисличник	Свежая вырубка	2005	3,0-3,5	0,8-1,0	без обработки	прямоугольное
3	Ельник кисличник	Старая вырубка	2006	3,0-3,5	0,8-1,0	без обработки	прямоугольное
6	–	Заброшенная пашня	2003	3,5	1,5	ПШ-1	шахматное
7	Ельник кисличник	Свежая вырубка	2001	3,0-3,5	1,5	ОРМ-1,5	прямоугольное
8	–	Заросшая прогалина	2005	3,0-3,5	0,8-1,0	без обработки	прямоугольное

Результаты исследования и их об- суждение. Разработанный способ с использованием метода микрочеренкования обеспечивал пятикратное увеличение ростовых пропагул за 1,5 месяца [12]. В этот же срок укладывалось получение регенерантов из микрочеренков; ризогенез происходил спонтанно. На первом этапе проводилось размножение и поддержание культуры микропобегов осины методом микрочеренкования с использованием питательной среды Мурасиге и Скуга с добавкой аденина (MS+20 мг/л аденина) [19]. На втором, при укоренении микрочеренков и формировании регенерантов, использовалась питательная среда Чу с добавкой индолилмасляной кислоты (Чу+0,01 мг/л ИМК) [20].

Разработанная технология адаптации регенерантов, полученных в условиях *in vitro* в теплице летнего типа, и агротехника выращивания из них посадочного материала с закрытой корневой системой рассматривались в работе [21].

Интенсивность роста культур определялась категорией лесного участка, лесорастительными условиями и способом об-

работки почвы (табл. 2). Большой интерес представляли данные по участкам № 6 и № 7, которые указывали на важность такого технологического мероприятия, как качественная обработка почвы. На первом, несмотря на меньший возраст (10 лет), высота культур на 30 % больше, чем на втором, что привело к увеличению среднего объема ствола на 20 %.

Корневая система посадочного материала при выращивании в теплице была ограничена размерами контейнера, поэтому растениям для начала быстрого роста, сопоставимого с ростом корнеотпрысковой осины, необходимо было её нарастить. Это хорошо иллюстрируется табл. 3. В восемь лет растения линии f. 6 и f. 11 по диаметру и высоте незначительно отличались от контроля, а линии f. 4 были на 50 % меньше; к 10-летнему возрасту этот разрыв значительно сократился, а растения линии f. 6 стали расти лучше, чем растения контроля, на 5–10 %.

На срезах модельных деревьев триплоидной осины, взятых нами на данном участке, центральная гниль отсутствовала (рис. 3).

Таблица 2

Биометрические показатели культур триплоидной осины различного возраста

№ участка	Способ подготовки посадочного места	Возраст, лет	D _{1,3} , см	H, м	Объем, м ³
7	Микроповышения ОРМ-1,5	12	7,5±1,08	5,8±0,66	0,0161
6	Пласты плуга ПШ-1	10	7,4±0,39	8,2±0,24	0,0196
2	Посадка по целине	9	5,2±0,25	6,8±0,24	0,0085
8	-//-	8	2,0±0,13	2,5±0,01	0,0008
3	-//-	8	4,3±0,23	5,8±0,21	0,0054
1	Пласты плуга ПКЛ-70	8	4,5±1,32	6,2±0,14	0,0060

Таблица 3

Показатели роста триплоидной и корнеотпрысковой (контроль) осины

Линия	8 (2011)		9 (2012)		10 (2013)	
	D _{1,3} , см	H, м	D _{1,3} , см	H, м	D _{1,3} , см	H, м
f. 6	6,2±0,32	7,4±0,38	7,7±0,49	8,0±0,38	8,6±0,63	9,9±0,43
f. 11	5,6±1,04	6,7±0,20	7,1±0,16	7,1±0,28	8,3±0,20	9,0±0,06
f. 4	3,4±0,19	4,3±0,16	4,5±0,29	4,9±0,24	5,3±0,33	5,8±0,22
Контроль	6,2±0,27	8,0±0,27	6,9±0,32	8,4±0,25	7,5±0,38	9,5±0,33



Рис. 3. Срезы модельных деревьев триплоидной осины на участке № 6

На участке № 1 посадочный материал был высажен в боковину пласта, где гумусовый горизонт был смещён и, следовательно, корни оказались в обеднённом минеральном горизонте (табл. 4), что и сказалось на их росте. Сравнение таксационных показателей культур, посаженных по пластам и без обработки почвы, показало, что в восемь лет они не сильно различались между собой, хотя первые немного превышали (в пределах 7–8 %) вторые.

Растения корнеотпрысковой осины с первого же года имели приросты в высоту, значительно превышающие таковые у высаженных растений триплоидной осины. Это связано с тем, что при пересадке из

контейнеров на вырубку последние испытывают депрессию в связи с изменившимися условиями выращивания. Но уже начиная с шести лет, прирост культуры триплоидной осины начинал увеличиваться и к семи–восемью годам был больше почти в два раза (табл. 5). При этом разница в высотах к этому возрасту составила всего 10 %.

Посадочный материал, высаженный на пустырях и прогалинах, мало конкурентоспособен по отношению к травяному покрову, сформировавшему мощную корневую систему, что сразу привело к резкому снижению роста (табл. 6). Растения на участке № 8 в восьмилетнем возрасте имеют показатели ($D_{1,3}$ и H) в два раза ниже, чем на участке № 2.

Таблица 4

Ход роста восьмилетних культур триплоидной осины в зависимости от способов обработки почвы

№ участка	Способ обработки посадочного места	H, м	$D_{1,3}$, см	Прирост в высоту по годам, см				
				4	5	6	7	8
1	пласты плуга ПКЛ-70	6,2±0,14	4,5±1,32	61	133	74	120	110
2	посадка по целине	5,8±0,25	4,0±0,21	42	67	150	103	110
3		5,8±0,21	4,3±0,23	62	83	85	120	140

Таблица 5

Сравнение роста восьмилетних культур триплоидной и корнеотпрысковой осины

№ участка	H, м	$D_{1,3}$, см	Прирост в высоту по годам, см				
			4	5	6	7	8
2	5,8±0,25	4,0±0,21	42	67	150	103	110
3	5,8±0,21	4,3±0,23	62	83	85	120	140
–	5,3±0,21	3,1±0,21	56	90	90	60	80

Таблица 6

Показатели восьмилетних культур триплоидной осины, созданных по необработанной почве

№ участка	Линия	D _{1,3} , см	H, м
8	f. 11	1,9±0,16	2,4±0,18
	f. 2	2,1±0,25	2,7±0,23
2	f. 11	4,3±0,23	5,8±0,21

Таблица 7

Сравнение роста триплоидной осины с данными, представленными в различных литературных источниках

Участок № 1 Ленинградская область		По данным [5] Воронежская область		По данным [6] Республика Татарстан	
Высота, м	Прирост, м	Высота, м	Прирост, м	Высота, м	Прирост, м
4-летние культуры					
1,8	0,6	2,7	1,3	3,2	0,6
5-летние культуры					
3,2	1,4	3,9	1,3	–	–

Сравнение роста культур триплоидной осины в Ленинградской, Воронежской областях и Республике Татарстан (табл. 7) показало, что в четырёхлетнем возрасте высота растений в Ленинградской области была ниже на 30 %, чем в Воронежской, и на 40 %, чем в Республике Татарстан. При этом прирост по высоте между деревьями Ленинградской области и Татарстана одинаков.

В пять лет разница в высоте культур при посадке по пластам плуга ПКЛ-70 однолетними саженцами в Ленинградской области и в культурах Воронежской области уже составляет 18 %, при этом культуры показали одинаковый средний прирост.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования метода культуры тканей для размножения хозяйственно ценных генотипов осины, которые с трудом размножаются традиционными методами.

На основании проведённых исследований установлено, что использование посадочного материала, созданного по технологии *in vitro*, даёт возможность создавать высокопродуктивные культуры осины, темпы роста которых обеспечивают высокую конкурентоспособность с нежелательной растительностью, что позволяет выращивать их на самых богатых по почвенному плодородию участках (тяжёлых для лесокультурного освоения хвойными породами) и за счёт этого получать максимальную отдачу.

Начиная с шести лет, прирост по высоте растений триплоидной осины в культурах значительно увеличивается и к восьми годам в два раза превосходит корнеотпрысковую осину по данному показателю.

Необходима качественная обработка почвы, которая позволяет значительно увеличить таксационные характеристики искусственных древостоев триплоидной осины.

Список литературы

1. Михайлов, Л.Е. Осина / Л.Е. Михайлов. – М.: Агропромиздат, 1982. – 72 с.
2. Богданов, П.Л. Тополя и их культура / П.Л. Богданов. – 2-е изд., перераб. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 104 с.
3. Багаев, С.Н. Особенности формирования быстрорастущих клонов в генетическом резервате исполинской осины / С.Н. Багаев, И.А. Корнев, С.С. Багаев, Д. Н. Зонтиков // Лесное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 26-28.

4. Русин, Н.С. Повышение продуктивности лесов путем создания плантационных культур быстрорастущих пород / Н.С. Русин // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3-4. – С. 27-28.
5. Машкина, О.С. Микрклональное размножение хозяйственно ценных генотипов осины / О.С. Машкина, Ю.Н. Исаков // Сохранение, изучение и воспроизводство генетических ресурсов лесных древесных растений : Сб. науч. тр. – Воронеж: НИИЛГиС, 2007. – С. 47-58.
6. Газизуллин, А.Х. Результаты исследования четырехлетних опытных культур осины, созданных в Республике Татарстан методами биотехнологии / А.Х. Газизуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 21, № 3. – С. 118-120.
7. Жигунов, А.В. Рост триплоидной осины в лесных культурах, созданных посадочным материалом, полученным по технологии *in vitro* / А.В. Жигунов и др. // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – 2009. – Вып. 1 (18). – С. 143-152.
8. Бакулин, В.Т. Триплоидный клон осины в лесах Новосибирской области / В.Т. Бакулин // Генетика. – 1966. – № 11. – С. 58-68.
9. Тамм, Ю.А. Результаты поисков триплоидной осины в Эстонской ССР / Ю.А. Тамм, Л.Я. Ярвекюльг // Лесоведение. – 1975. – № 6. – С. 19-26.
10. Зонтиков, Д.Н. Оценка способа стерилизации и минерального состава питательных сред на эффективность культивирования *Populus tremula L.* в условиях *in vitro* / Д.Н. Зонтиков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 91, № 91-91. – С. 1183-1193.
11. Зонтиков, Д.Н. Морфолого-анатомическое исследование ценных форм триплоидной осины / Д.Н. Зонтиков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 90. – № 90-90 (10). – С. 259-268.
12. Шабунин, Д.А. Перспективы микрклонального размножения листовых пород для плантационного лесовыращивания / Д.А. Шабунин // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – 2011. – Вып. 1 (24). – С. 49-55.
13. Зонтиков, Д.Н. Рост и продуктивность *Populus tremula L.* в Костромской области / Д.Н. Зонтиков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 91. – № 91-91. – С. 1204-1215.
14. Багаев, С.Н. Генетический резерват осины исполинской / С.Н. Багаев, Е.С. Багаев // Лесное хозяйство. – 1990. – № 4. – С. 45-48.
15. Зонтиков, Д.Н. Факторы, влияющие на морфогенез триплоидной осины в культуре *in vitro* / Д.Н. Зонтиков // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2012. – № 1. – С. 8-10.
16. Королева, Ю.А. Микрклональное размножение видов рода *Populus* / Ю.А. Королева и др. // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 3. – С. 50-54.
17. Гигалошвили, Т.С. Условия микрклонального формирования формируют специфический культуральный фенотип / Т.С. Гигалошвили, О.И. Родькин, В.Г. Реуцкий // Биология клеток растений *in vitro*, биотехнология и сохранение генофонда: Тезисы докладов VII Международной конференции. – М., 1997. – С. 413.
18. Жигунов, А.В. Статистическая обработка материалов лесокультурных исследований / А.В. Жигунов, И.А. Маркова, А.С. Бондаренко. – СПб.: ЛТА, 2002. – 86 с.
19. Murashige, T.P. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T.P. Murashige, F. Skoog // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15 (3). – Pp. 473-497.
20. Chu, C.C. Establishment of an efficient medium for another culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources / C.C. Chu et al. // Scientia Sinica. – 1975. – Vol. 18. – Pp. 659-668.
21. Столярова, Н.А. Выращивание посадочного материала триплоидной осины, полученного по технологии *in vitro*, и закладка плантаций / Н.А. Столярова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 193. – С. 62-71.

Статья поступила в редакцию 20.10.14.

Ссылка на статью: Жигунов А.В., Шабунин Д.А., Бутенко О.Ю. Лесные плантации триплоидной осины, созданные посадочным материалом *in vitro* // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 4 (24). – С. 21-30.

Информация об авторах

ЖИГУНОВ Анатолий Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. Область научных интересов – применение биотехнологий в лесном хозяйстве, способы получения субстратов для посадочного материала, технологии лесовосстановления. Автор 200 публикаций. E-mail: a.zhigunov@bk.ru

ШАБУНИН Дмитрий Александрович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела лесной селекции и биотехнологии, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. Область научных интересов – применение биотехнологий в лесном хозяйстве, микроклональное размножение древесных пород и выращивание лесных культур из них. Автор 57 публикаций. E-mail: ds1512@mail.ru

БУТЕНКО Олеся Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела лесной селекции и биотехнологии, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. Область научных интересов – применение биотехнологий в лесном хозяйстве, плантационное лесовыращивание. Автор 17 публикаций. E-mail: din_don@bk.ru

TRIPLOID ASPEN FOREST PLANTATIONS OF IN VITRO PLANTING MATERIAL

A. V. Zhigunov¹, D. A. Shabunin², O. Yu. Butenko²

¹Saint-Petersburg State Forestry Technical University named after S.M. Kirov,
5, Institutskiy per., Saint-Petersburg, 194021, Russian Federation
E-mail: a.zhigunov@bk.ru

²Saint Petersburg Forest Research Institute
21, Institutskiy pr., Saint-Petersburg, 194021, Russian Federation
E-mail: ds1512@mail.ru

Key words: *in vitro; aspen; clones; plantation; soil preparation; clonal micropropagation; heart wood rot.*

ABSTRACT

Introduction. *Aspen (Populus tremula) is one of the most widespread tree species in Russia. It is frost and drought resistant; it requires more light but it does not need fertile land as compared with other poplars. However, the main problem with aspen growing in natural habitat is heart rot caused by Phellinus tremulae. For this reason, only disease-resistant genotypes can provide high growth rate and high-quality wood. A. S. Yablokov and S. N. Bagaev found such genotypes in the forests of the Kostroma region. Triploid forms that are most resistant to heart rot are of particular interest. Unfortunately, aspen cuttings do not develop roots, but when seeded, aspen progeny loses the properties of fast growth and heart rot resistance. In this situation, in vitro technology is rather promising for aspen reproduction. The goal of the research is to study the growth course of triploid aspen in different forest growth conditions with different soil preparation.*

Methods. *The best aspen clones from the Kostroma region were introduced into tissue culture in Saint-Petersburg Forest Research Institute. After microcutting, the propagules grew 5 times larger over 6 weeks, this time is enough to obtain plantlets. The research has shown that the tissue culture method can be used for reproduction of aspen genotypes that can be hardly obtained by standard methods. In early spring the plantlets were planted into peat substrate in a greenhouse for the transplants to adapt to ambient environment within 1–3 months. Experiment plantations were established with the triploid aspen planting material in the Leningrad region. The analysis has shown that the grow rate of the plantations depends on the category and type of forest growth conditions as well as the method of soil preparation.*

Research results. *The planting material obtained with in vitro technology makes it possible to establish high-productive aspen plantations, the growth rate of which provides their high competitive ability with herbaceous cover. Therefore, aspen plantations can be established on fertile land with maximum benefit. Height increment of triploid aspen plantations increased considerably starting from the age of 6 years and at the age of 8, it was twice as high as that of coppice aspen forest. Proper soil preparation greatly increases the yield of triploid aspen plantations.*

REFERENCES

1. Mikhaylov L.E. *Osina* [Aspen]. Moscow: Agropromizdat, 1982. 72 p.
2. Bogdanov P.L. *Topolya i ikh kultura* [Poplars and Poplar Plantations]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1965. 103 p.
3. Bagaev S.N., Korenev I.A., Bagaev S.S., Zontikov D.N. Osobennosti formirovaniya bystrorastushchikh klonov v geneticheskom rezervate ispolinskoj osiny [Features of Formation of Fast-Growing Clones in the Genetics Reserves of *Populus tremula gigas*]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 2013. No 2. Pp. 26-28.
4. Rusin N.S. Povyshenie produktivnosti lesov putem sozdaniya plantatsionnykh kultur bystrorastushchikh porod [Improvement of Forest Productivity by Creating a Fast-Growing Forest Plantation]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information]. 2008. No 3-4. Pp. 27-28.
5. Mashkina O.S., Isakov Yu.N. Mikroklonalnoe razmnozhenie khozyaystvenno tsennykh genotipov osiny [Microclonal Propagation of Economically Valuable Genotypes of Aspen]. Sokhranenie, izuchenie i vosproizvodstvo geneticheskikh resursov lesnykh drevesnykh rasteniy: sbornik nauchnykh trudov [Preservation, Study and Reproduction of Forest Tree Genetic Resources of Plants]. Voronezh: Research Institute of Forest Genetics and Breeding, 2007. Pp. 47-58.
6. Gazizullin A.H., Garipov N.P., Puryaev A.S., Yatmanova N.M., Khakimova Z.G., Chernov V.I., Ismagilov P.I. Rezultaty issledovaniya chetyrekhletnikh opytnykh kultur osiny, sozdannykh v respublike Tatarstan metodami biotekhnologii [Four-Year Results of Experimental Plantations of Aspen Established by Biotechnology Methods in the Tatarstan Republic]. *Vestnik Kazanskogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of the Kazan State Agrarian University]. 2011. Vol. 21. No 3. Pp. 118-120.
7. Zhigunov A.V., Shabunin D.A., Bovicheva N.A., Antonov O.I., Butenko O.Yu. Rost triploidnoy osiny v lesnykh kulturakh, sozdannykh posadochnym materialom, poluchennym po tekhnologii in vitro [Triploid Aspen Growth in Forest Plantations, Created of in vitro Planting Material]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo khozyaystva* [Proceedings of Saint-Petersburg Forestry Research Institute]. Saint-Petersburg, 2009. Issue 1(18). Pp. 143-152.
8. Bakulin V.T. Triploidnyy klon osiny v lesakh Novosibirskoy oblasti [Triploid Clone of Aspen in the Forests of the Novosibirsk Region]. *Genetika* [Genetics]. 1966. No 11. Pp. 58-68.
9. Tamm Yu.A., Yrvekyulg L.Ya. Rezultaty poiskov triploidnoy osiny v Estonskoy SSR [Results of Researches for Triploid Aspen in the Estonian Republic]. *Lesovedenie* [Forestry]. 1975. No 6. Pp. 19-26.
10. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Sergeev P.V., Novikov P.S., Shurgin A.I. Otsenka sposoba sterilizatsii i mineralnogo sostava pitatelnykh sred na effektivnost kultivirovaniya *Populus tremula L.* v usloviyakh in vitro [Assessment Method of Sterilization and Mineral Composition of Nutrient Medium on Efficient Cultivation of *Populus tremula L.* in Tissue Culture]. *Politamateskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University]. 2013. Vol. 91. No 91-91. Pp. 1183-1193.
11. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Novikov P.S., Sergeev P.V., Shurgin A.I. Morfologo-anatomicheskoe issledovanie tsennykh form triploidnoy osiny [Morphological and Anatomical Studies of the Triploid Forms of Aspen]. *Politemateskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University]. 2013. Vol. 90. No 90-90 (10). Pp. 259-268.
12. Shabunin D.A. Perspektivy mikroklonalnogo razmnozheniya listvennykh porod dlya plantatsionnogo lesovyrashchivaniya [Prospects of Clonal Micropropagation of Deciduous Species for Forest Plantation.]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo khozyaystva* [Proceedings of Saint-Petersburg Forestry Research Institute]. Saint-Petersburg, 2011. Issue 1 (24). Pp. 49-55.
13. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Bagaev E.S., Bagaev S.S., Sergeev P.V., Novikov P.S., Shurgin A.I. Rost i produktivnost *Populus tremula L.* v Kostromskoy oblasti [Growth and Productivity of *Populus tremula L.* in the Kostroma Region]. *Politemateskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University]. 2013. Vol. 91. No 91-91. Pp. 1204-1215.
14. Bagaev S.N., Bagaev T.S. Geneticheskiy rezervat osiny ispolinskoj [The Genetics Reserves of *Populus Tremula Gigas*]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 1990. No 4. Pp. 45-48.
15. Zontikov D.N. Faktory, vliyayushchie na morfogenezu triploidnoy osiny v kulture in vitro [Factors Affecting Morphogenesis of Triploid Aspen in Culture in Vitro]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta imeni N.A. Nekrasova* [Vestnik of the Kostroma State University named after N.A.Nekrasov]. 2012. No 1. Pp. 8-10.
16. Koroleva Yu.A., Smolin A.M., Boboshina I.V., Svetlakova T.N., Boronnikova S.V. Mikroklonalnoe razmnozhenie vidov roda *Populus* [Clonal Microreproduction of *Populus*]. *Vestnik udmurtskogo universiteta* [Vestnik of the Udmurt University]. 2012. Iss. 3. Pp. 50-54.

17. Gigaloshvili T.S., Rodkin O.I., Peutskiy V.G. Usloviya mikroklonirovaniya formiruyut spetsificheskiy kulturalnyy fenotip [Clonal Conditions Form Specific Culture Phenotype]. *Biologiya kletok rasteniy in vitro, biotekhnologiya i sokhranenie genofonda: tezisy dokladov VII Mezhdunarodnoy konferentsii* [Biology of Plant Cells in Vitro, Biotechnology and Conservation of the Gene Pool]. Moscow, 1997. P. 413.

18. Zhigunov A.V., Markova I.A., Bondarenko A.S. Statisticheskaya obrabotka materialov lesokulturnykh issledovaniy [Statistical Processing of the Materials of Silvicultural Research]. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State Forest Technical Academy, 2002. 86 p.

19. Murashige T.P., Skoog F.A. Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco

Tissue Culture. *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 15 (3). Pp. 473-497.

20. Chu C.C., Wang C.S., Sun C.S., Hsu C., Yin K.C., Chu C.Y., Bi F.Y. Establishment of an Efficient Medium for Another Culture of Rice through Comparative Experiments on the Nitrogen Sources. *Scientia Sinica*. 1975. Vol. 18. Pp. 659-668.

21. Stolyarova N.A. Vyrashchivanie posadochnogo materiala triploidnoy osiny, poluchennogo po tekhnologii in vitro i zakladka plantatsiy [Growing of Planting Material of Triploid Aspen with *in Vitro* Technology Using and Establishment of Plantations]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of St. Petersburg Forest Technical Academy]. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State Forest Technical Academy, 2010. Iss. 193. Pp. 62-71.

The article was received 20.10.14.

Citation for an article: Zhigunov A.V., Shabunin D.A., Butenko O.Yu. Triploid aspen forest plantations of *in vitro* planting material. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2014. No 4 (24). Pp. 21-30.

Information about the authors

ZHIGUNOV Anatoliy Vasiliyevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Forest Plantations, Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov. Research interests – biotechnologies in forestry, methods and techniques of producing substrates for planting material, technologies of forest restoration. The author of 200 publications.

E-mail: a.zhigunov@bk.ru

SHABUNIN Dmitriy Aleksandrovich – Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the Division of Research in Forest Breeding and Biotechnology, Saint-Petersburg Forest Research Institute. Research interests – biotechnologies in forestry, microclonal propagation of wood species and growing of plantations. The author of 57 publications.

E-mail: ds1512@mail.ru

BUTENKO Olesya Yuryevna – Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher of Division of Research in Forest Breeding and Biotechnology, Saint-Petersburg Forest Research Institute. Research interests – biotechnologies in forestry, plantations cultivation. The author of 17 publications.

E-mail: din_don@bk.ru