

Научная статья

УДК 630.2

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.05

## Оценка возможности использования быстрорастущих форм осины для закладки лесосырьевых плантаций с коротким оборотом рубки

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

кандидат сельскохозяйственных наук

**Антон Игоревич Чудецкий<sup>2</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук

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

доктор сельскохозяйственных наук

**Аннотация.** Приведены результаты многолетнего изучения быстрорастущих триплоидных (исполинских) и диплоидных клонов осины в Шарьинском районе Костромской обл. Установлено, что в оптимальных лесорастительных условиях триплоидные клоны, отобранные А.С. Яблоковым и С.Н. Багаевым, значительно превышают обычные по скорости роста и продуктивности. Дана лесоводственно-таксационная характеристика клонов исполинской осины в генетическом резервате. Представлены данные по динамике запасов древесины и устойчивости триплоидной осины к стволовой гнили за 60-летний период наблюдений в генетическом резервате. Установлено, что до 50-летнего возраста зараженность стволовой гнилью не превышает 10 % деревьев. Отмечены высокая плотность древесины и хорошая очищаемость стволов от сучьев триплоидной формы осины по сравнению с диплоидной. Определены перспективы использования быстрорастущих триплоидных и диплоидных клонов осины для плантационного лесовыращивания в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса. Показана возможность ускоренного получения элитного посадочного материала триплоидной осины методом микроклонального размножения.

**Ключевые слова:** лесосырьевая плантация, триплоидная осина, диплоидная осина, клон, генетический резерват, продуктивность насаждений, устойчивость насаждений, стволовая гниль, микроклональное размножение.

**Для цитирования:** Багаев Е.С., Чудецкий А.И., Макаров С.С. Оценка возможности использования быстрорастущих форм осины для закладки лесосырьевых плантаций с коротким оборотом рубки. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 1. С. 55–67. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.05.

<sup>1</sup>Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, руководитель группы лесоводства (Кострома, Российская Федерация), ce-los-lh@mail.ru

<sup>2</sup>Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий инженер (Кострома, Российская Федерация), a.chudetsky@mail.ru

<sup>3</sup>Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, главный научный сотрудник (Кострома, Российская Федерация); Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов (Архангельск, Российская Федерация), makarov\_serg44@mail.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.05

## Evaluation of the Possibility of the Use of Fast-growing Aspen Forms for Laying Timber Plantations with a Short Turnover of Felling

**Evgeniy S. Bagaev<sup>1</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences

**Anton I. Chudetsky<sup>2</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences

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

Doctor of Agricultural Sciences

**Abstract.** The results of a long-term study of fast-growing triploid (giant) and diploid clones of aspen in the Sharyinsky Raion, Kostroma Oblast, Russia. Triploid clones Selected by A.S. Yablokov and S.N. Bagaev are significantly exceed the usual ones in terms of growth rate and productivity under optimal forest conditions. The silvicultural and taxation characteristics of giant aspen clones in the genetic reserve. Data on the dynamics of wood stocks and the resistance of triploid aspen to stem rot over a 60-year period in the genetic reserve of observations are presented. Infection with stem rot does not exceed 10 % of trees until the age of 50. The prospects for the use of fast-growing triploid and diploid clones of aspen for plantation forestry in the area of activity of modern timber industry enterprises is been determined. The possibility of accelerated production of elite planting material of triploid aspen by the clonal micropropagation method is shown.

**Key words:** forest plantation, triploid, diploid aspen, clone, genetic reserve, productivity, resistance, stem rot, clonal micropropagation.

**For citation:** Bagaev E., Chudetsky A., Makarov S. Evaluation of the Possibility of the Use of Fast-growing Aspen Forms for Laying Timber Plantations with a Short Turnover of Felling. – Text : electronic // Forestry information. 2023. № 1. P. 55–67. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.05.

<sup>1</sup> Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Head of Forestry Group (Kostroma, Russian Federation), ce-los-lh@mail.ru

<sup>2</sup> Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Leading Engineer (Kostroma, Russian Federation), a.chudetsky@mail.ru

<sup>3</sup> Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Chief Researcher (Kostroma, Russian Federation); Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Professor of the Landscape Architecture and Artificial Forests Chair (Arkhangelsk, Russian Federation), makarov\_serg44@mail.ru

**В** мировом лесном хозяйстве наблюдается устойчивая тенденция перехода от традиционного лесоводства к плантационному выращиванию древесины с коротким циклом ротации и использованием современных достижений биотехнологии. Это способствует формированию надежной лесосырьевой базы, повышению рентабельности предприятий лесопромышленного комплекса, сокращению оборота рубки, снижению затрат на транспортировку сырья к местам переработки древесины, сохранению биоразнообразия лесов [1].

Осина (*Populus tremula* L.) является одной из самых перспективных быстрорастущих и скороспелых древесных пород – продуцентов сырья для плантационного выращивания в центральной части России. Современные технологии глубокой переработки древесины открывают новые направления использования древесины осины, среди них: производство экологически чистых прессованных и композитных материалов, наноцеллюлозы, древесного биотоплива, сырья для пищевой, фармацевтической, парфюмерной промышленности и др. [2].

Для плантационного выращивания наиболее перспективны триплоидные формы осины, которые в соматических клетках имеют тройной набор хромосом ( $3n = 57$ ) и отличаются быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили. По сравнению с типичными диплоидными формами ( $2n = 38$ ) для триплоидной осины характерны увеличенный размер клеток разных тканей (включая волокна либриформа) и высокая продуктивность вегетативной массы.

В России исследования по плантационному выращиванию осины проводят в ряде научно-исследовательских институтов (ВНИИЛМ, СПбНИИЛХ, ВНИИЛГиСбиотех) и вузов. Плантации триплоидной осины заложены в разных регионах страны: Ленинградской, Воронежской, Московской областях, республиках Марий Эл и Татарстан. Самый большой опыт плантационного выращивания осины, в том числе введенных в культуру *in vitro* быстрорастущих клонов осины костромской селекции, накоплен в СПбНИИЛХ и СПбГЛТУ [3, 4].

При закладке лесосырьевых плантаций осины используют селекционный посадочный материал, проводят интенсивные агротехнические и лесоводственные уходы, регулирование густоты. Установлено, что при плантационном выращивании быстрорастущей осины срок получения целевой древесины сокращается в 1,5–3 раза по сравнению с традиционным способом. В 30-летнем возрасте запас ее древесины достигает 400 м<sup>3</sup>/га [5].

Культуры осины плантационного типа целесообразно создавать с использованием высокопродуктивных форм. В лесах Шарьинского района Костромской обл. есть уникальные по скорости роста и устойчивости к стволовой гнили триплоидные формы осины (*Populus tremula gigas*), впервые в нашей стране отобранные академиком А.С. Яблоковым [6]. За быстроту роста и высокую продуктивность триплоидную осину называют исполинской (гигантской). В целях сохранения и воспроизводства ценного генофонда быстрорастущей осины в местах естественного произрастания клонов, достигших возраста технической спелости, в 1989 г. на площади 136,6 га был создан генетический резерват исполинской осины (далее – генрезерват) [7]. В 2008 г. эталонные по скорости роста и продуктивности, генетически ценные насаждения с участием в составе триплоидных форм осины на площади 140,6 га были включены в сеть особо охраняемых природных территорий регионального значения в качестве государственного природного заказника «Исполинские осины» [8]. Морфолого-анатомический анализ образцов, отобранных в генетическом резервате в 2010 г., подтвердил полиплоидность клонов [9].

В условиях возрастающего спроса на древесину осины и с учетом перспективы внедрения инновационных технологий глубокой механической, химической и энергетической переработки древесины на базе генрезервата может быть реализовано плантационное выращивание данной породы [5, 10]. В 2017 г. была заложена первая экспериментальная плантация триплоидной осины в ОГКУ «Шарьинское лесничество» Костромской обл., в зоне деятельности ООО «СВИСС КРОНО» – крупнейшего предприятия по производству

древесных плит в России. Возможность отнесения быстрорастущих форм осины к категории главных пород была одобрена на собрании Союза лесопромышленников Костромской области в 2022 г. и в настоящее время рассматривается в Департаменте лесного хозяйства Костромской области.

Цель исследований – изучить рост, продуктивность и санитарное состояние отобранных быстрорастущих триплоидных и диплоидных форм осины, обосновать их хозяйственную ценность и оценить возможность использования для закладки лесосырьевых плантаций с коротким оборотом рубки.

## Объекты и методы исследований

Исследования проводили сотрудники Костромской (ныне – Центрально-европейской) ЛОС ВНИИЛМ с 1962 по 2022 г. в быстрорастущих триплоидных (№ 27, 30, 35) и диплоидных (№ 33, 34, 36) клонах осины, входящих в генрезерват исполинской осины, расположенный в кв. 138–139 Шекшемского участкового лесничества ОГКУ «Шарьинское лесничество» Костромской обл. (южно-таежный лесной район таежной зоны лесов европейской части России). Данный объект находится во втором лесосеменном районе [11], в районе елово-сосновых лесов Ветлужской низменности Костромской обл. [12]. Изучаемые клоны осины произрастают в оптимальных почвенно-экологических условиях: группа типов леса – кислично-широкотравная; тип лесорастительных условий – С<sub>3</sub>; почвы – среднесуглинистые, дерново-подзолистые. Травяной покров богат неморальными видами растений (сныть, аконит, копытень, медуница и др.), что указывает на довольно высокое плодородие почвы.

На постоянных пробных площадях размером 0,2 га в каждом клоне проводили сплошной перебор деревьев с последующим определением таксационных показателей по общепринятой методике. Описание форм осины и установление зараженности стволовой гнилью, вызываемой ложным осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae*

*Bond.* (*Bond. et Boriss.*), осуществляли по методике ВНИИЛМ [13]. Таксационную характеристику и санитарное состояние быстрорастущих диплоидных и триплоидных клонов осины сравнивали с аналогичными показателями контрольных диплоидных клонов (№ 29, 37). Клоны № 35 и 37 были вырублены в 1983 г., до образования генрезервата исполинской осины.

## Результаты и обсуждение

Триплоидные клоны осины были отобраны академиком ВАСХНИЛА С. Яблоковым в 1938 г. на свежих концентрированных вырубках в Шарьинском лесхозе Костромской обл. [6, 14, 15]. Их корневые отпрыски в 1–2-летнем возрасте отличались от обычной осины более быстрым ростом, густым беловойлочным опушением листьев и побегов, крупными листьями, плотной древесиной, устойчивостью к заражению грибом *Fusicladium radiosum* (Lib.). А.С. Яблоковым были впервые проведены комплексные исследования лесоводственных, анатомо-морфологических и цитологических особенностей 5 отобранных клонов, доказана триплоидность клонов № 27 и 30. В 15-летнем возрасте триплоидный клон № 27 превосходил диплоидные: по запасу древесины – в 2 раза, по среднему диаметру – в 1,5 раза, по высоте – на 24 % [16]. Подтверждена и триплоидность клонов шарьинского происхождения в вегетативном потомстве, выращенном в дендрологическом саду в Московской обл. [17].

В 1962–1963 гг. старшим научным сотрудником Костромской ЛОС ВНИИЛМ С.Н. Багаевым было отобрано 5 новых быстрорастущих форм осины (включая триплоидный клон № 35), хозяйственная ценность которых была подтверждена А.С. Яблоковым при личном осмотре. Исследованы лесоводственно-таксационные особенности, физико-механические качества древесины, способы искусственного размножения данных высокопродуктивных форм осины, доказана триплоидность клона № 35 [18–20]. Во всех клонах были заложены постоянные пробные площади, где в возрасте 25–26 лет проведены слабые



прореживания и удаление мертвых сучьев (на высоту до 5 м) на стволах лучших деревьев.

Согласно данным С.Н. Багаева [18], к 25-летнему возрасту триплоидный клон № 27 имел запас 340 м<sup>3</sup>/га, что в 2 раза превышало запас обычной осины в том же возрасте. Выявлена способность триплоидных клонов давать по 2 прироста за вегетационный период, а также отмечены высокие физико-механические свойства древесины.

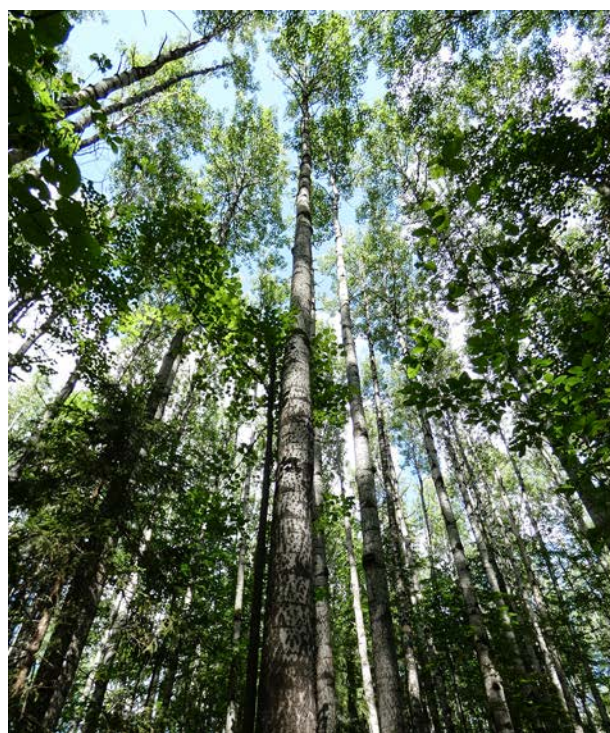
В 1975–2022 гг. исследования в отобранных клонах проводили сотрудники Центрально-европейской ЛОС [21–23]. Общая характеристика клонов осины на территории генрезервата представлена в табл. 1.

В генрезервате преобладают формы с серой корой, с невысоким поднятием по стволу грубых и мелких трещин и сильно развитыми компактными кронами (рис. 1). Все триплоидные клоны осины – мужские.

**Таблица 1.** Общая характеристика клонов в генетическом резервате исполинской осины

| № клона       | Форма       | Площадь клона, га | Морфологические особенности            |
|---------------|-------------|-------------------|----------------------------------------|
| 27            | Триплоидная | 1,5               | Крупнолистная, серокорая               |
| 30            | То же       | 1,5               | Грубо-крупнолистная, серокорая         |
| 33            | Диплоидная  | 1,5               | Продольно-крупнолистная, серокорая     |
| 34            | То же       | 1,0               | Мелколистная, зеленокорая, гладкокорая |
| 36            | «-«         | 0,2               | То же                                  |
| 29 (контроль) | «-«         | 0,2               | Мелколистная, серокорая                |
| 35            | Триплоидная | 1,2               | Крупнолистная, серокорая               |
| 37 (контроль) | Диплоидная  | 1,0               | Мелколистная, серокорая                |

Примечание. Клоны № 35 и 37 были вырублены в 1983 г.



**А**



**Б**

**Рис. 1.** Характерные признаки стволов деревьев триплоидной осины, клон № 27: **А** – форма кроны; **Б** – преобладающий цвет и характер трещиноватости коры

**Таблица 2. ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛОНОВ ОСИНЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ РЕЗЕРВАТЕ (в числителе – показатели, в знаменателе – % контроля)**

| Год учета                   | Возраст, лет | Состав       | Класс бонитета | СРЕДНИЕ            |                             | Полнота             | Запас, м <sup>3</sup> /га | Густота, шт./га       | Зараженность стволовой гнилью, % |
|-----------------------------|--------------|--------------|----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                             |              |              |                | Высота, м          | Диаметр на высоте 1,3 м, см |                     |                           |                       |                                  |
| <i>Клон № 27</i>            |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 25           | 80с2Б ед.Ив  | Ia             | <u>16</u><br>123,1 | <u>12</u><br>133,3          | <u>1,4</u><br>140,0 | <u>340</u><br>232,9       | <u>5 360</u><br>140,1 | 0                                |
| 1989                        | 52           | 90с1Б+Лп+Е   |                | <u>27</u><br>103,8 | <u>24</u><br>120,0          | <u>1,2</u><br>133,3 | <u>548</u><br>146,1       | <u>1 084</u><br>83,3  | <u>10,0</u><br>71,4              |
| 2010                        | 73           | 90с1Лп ед.Е  |                | <u>31</u><br>103,8 | <u>31</u><br>120,0          | <u>1,2</u><br>133,3 | <u>689</u><br>146,1       | <u>1 025</u><br>83,3  | <u>55,0</u><br>87,3              |
| 2022                        | 85           | 100с         |                | <u>32</u><br>114,3 | <u>36</u><br>112,5          | <u>0,8</u><br>160,0 | <u>470</u><br>195,8       | <u>320</u><br>139,1   | <u>42,0</u><br>45,7              |
| <i>Клон № 29 (контроль)</i> |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 25           | 80с2Б        | I              | 13                 | 9                           | 1,0                 | 145,6                     | 3 825                 | 0                                |
| 1989                        | 52           | 80с1Б1Лп     |                | 26                 | 20                          | 0,9                 | 375                       | 1301                  | 14,0                             |
| 2010                        | 73           | 90с1Лп+Б     |                | 29                 | 28                          | 0,9                 | 463                       | 625                   | 63,0                             |
| 2022                        | 85           | 90с1Б        |                | 28                 | 32                          | 0,5                 | 240                       | 230                   | 92,0                             |
| <i>Клон № 30</i>            |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 25           | 90с10лс+Б    | Ia             | <u>15</u><br>115,4 | <u>11</u><br>122,2          | <u>1,3</u><br>130,0 | <u>235</u><br>161,0       | <u>3 440</u><br>89,9  | 0                                |
| 1989                        | 52           | 90с1Лп ед.Е  |                | <u>26</u><br>100,0 | <u>21</u><br>105,0          | <u>1,2</u><br>133,3 | <u>524</u><br>139,7       | <u>1 628</u><br>125,1 | <u>7,5</u><br>53,6               |
| 2010                        | 73           | 100с+Е+Лп    |                | <u>30</u><br>103,4 | <u>29</u><br>103,6          | <u>1,1</u><br>122,2 | <u>592</u><br>127,9       | <u>673</u><br>107,7   | <u>57,0</u><br>90,5              |
| 2022                        | 85           | 100с+Е+Б     |                | <u>31</u><br>110,7 | <u>36</u><br>112,5          | <u>0,8</u><br>160,0 | <u>460</u><br>191,7       | <u>310</u><br>134,8   | <u>38,0</u><br>41,3              |
| <i>Клон № 33</i>            |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 25           | 100с+Б ед.Ив | Ia             | <u>15</u><br>115,4 | <u>11</u><br>122,2          | <u>1,2</u><br>120,0 | <u>295</u><br>202,1       | <u>4 675</u><br>122,2 | 0                                |
| 1989                        | 52           | 80с1Б1Е      |                | <u>29</u><br>111,5 | <u>21</u><br>105,0          | <u>0,8</u><br>88,9  | <u>371</u><br>98,9        | <u>1 058</u><br>81,3  | <u>1,9</u><br>13,6               |
| 2010                        | 73           | 80с2Е+Лп+Б   |                | <u>30</u><br>103,4 | <u>30</u><br>107,1          | <u>0,9</u><br>100,0 | <u>484</u><br>104,5       | <u>638</u><br>102,1   | <u>60,0</u><br>95,2              |
| 2022                        | 85           | 80с2Б+Е      |                | <u>30</u><br>107,1 | <u>35</u><br>109,4          | <u>0,5</u><br>100,0 | <u>290</u><br>120,8       | <u>200</u><br>87,0    | <u>82,0</u><br>89,1              |
| <i>Клон № 35</i>            |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 18           | 90с1Е+Лп+Б   | Ia             | <u>15</u><br>136,4 | <u>10</u><br>125,0          | <u>1,1</u><br>137,5 | <u>194</u><br>143,7       | <u>4 180</u><br>139,8 | 0                                |
| 1980                        | 36           | 90с1Б+Е+Пх   |                | <u>21</u><br>105,0 | <u>19</u><br>126,7          | <u>1,3</u><br>130,0 | <u>330,2</u><br>130,0     | <u>1 896</u><br>130,0 | <u>1,0</u><br>9,1                |
| <i>Клон № 37 (контроль)</i> |              |              |                |                    |                             |                     |                           |                       |                                  |
| 1962                        | 18           | 80с2Б        | I              | 11                 | 8                           | 0,8                 | 135                       | 2990                  | 0                                |
| 1980                        | 36           | 80с2Б ед.Е   |                | 20                 | 15                          | 1,0                 | 254                       | 1459                  | 11,0                             |



Динамика таксационных показателей клонов осины в генрезервате представлена в табл. 2. В данных лесорастительных условиях все клоны имеют высокую продуктивность: триплоидные клоны № 27, 30, 35 и диплоидный клон № 33 – Iа класс бонитета; диплоидные клоны № 34, 36 – I класс бонитета.

Исполинский клон № 35 в 36-летнем возрасте превосходил контрольный клон № 37: по запасу древесины – на 15 %; по сумме площадей сечений – на 12 %; по среднему диаметру – на 27 %; по средней высоте – на 5 %. Среднее изменение запаса древесины данного клона (11,2 м<sup>3</sup>/га) на 14 % больше, чем аналогичный показатель контрольного (№ 37). Его следующая (3-я) корнеотпрысковая генерация в возрасте 6 лет также более производительна: сумма площадей сечений и запас превышают аналогичные показатели контроля более чем в 2 раза, средний диаметр – на 15 %, средняя высота – на 10 %.

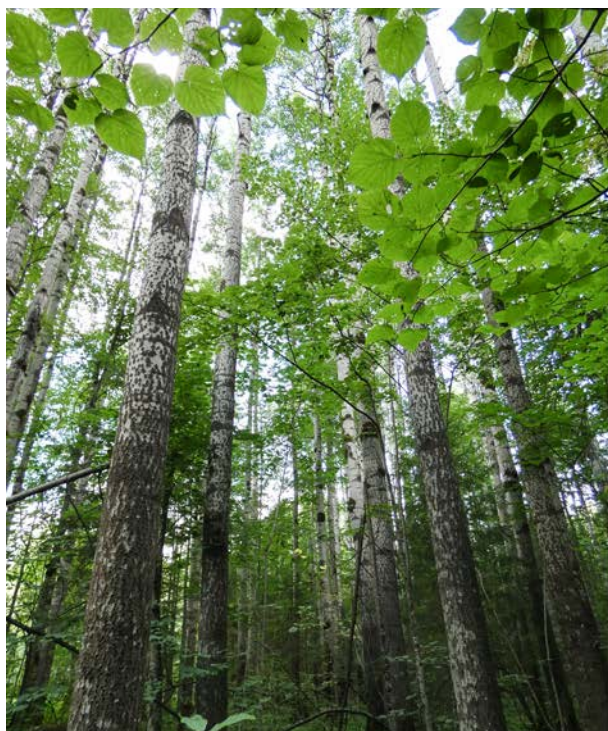
До VIII класса возраста (73 года) у триплоидных клонов № 27, 30 (рис. 2) и диплоидного клона № 33 наблюдалась положительная динамика таксационных показателей – увеличение

абсолютной полноты и запаса, который у триплоидных клонов достигает 600 м<sup>3</sup>/га и выше. К этому возрасту исполинские клоны № 27 и 30 превосходили контрольный клон № 29: по запасу древесины – соответственно на 46 и 28 %; по сумме площадей сечений – на 36 и 23 %; по средней высоте – на 4 и 3 %. Средний диаметр самого высокопродуктивного клона № 27 был на 20 % больше, чем контрольного (№ 29). Среднее изменение запаса древесины клона № 27 составило 9,4 м<sup>3</sup>/га, что превышает данный показатель контрольного насаждения на 49 % [10].

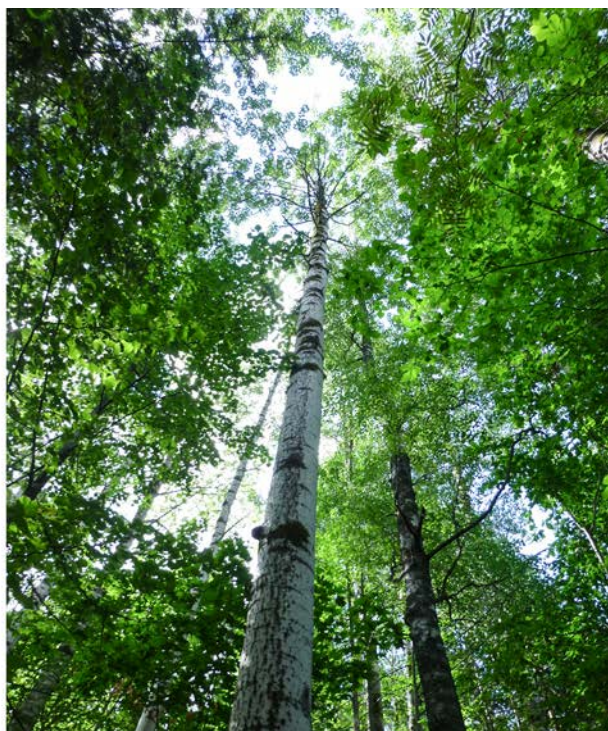
Триплоидные клоны более производительны по сравнению с нормальными осиновыми древостоями (в соответствии с общими таблицами хода роста В.С. Чернявского [13]): в возрасте 25–73 лет они имели относительную полноту от 1,1 до 1,3.

По производительности быстрорастущие двуплоидные женские клоны осины № 33, 34, 36 (по данным Е.С. Багаева) приближаются к триплоидным [10].

Анализ хода роста модельных деревьев в исполинском клоне № 27 и обычном клоне № 29



А



Б

**Рис. 2. ФРАГМЕНТЫ УЧАСТКОВ ТРИПЛОИДНЫХ КЛОНОВ ОСИНЫ В ВОЗРАСТЕ 85 ЛЕТ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ РЕЗЕРВАТЕ: А – № 27; Б – № 30**

(контроль) показал их несущественные отличия по росту до 20-летнего возраста. В возрасте от 20 до 40 лет разница в приросте по высоте и диаметру в пользу клона № 27 увеличивается, затем постепенно снова уменьшается.

Преимущество в скорости роста и продуктивности триплоидные клоны сохраняют в течение всего периода онтогенеза, однако после достижения возраста технической спелости разница постепенно сглаживается. В 25-летнем возрасте клоны № 27 и 30 имели запасы древесины соответственно 340 и 235 м<sup>3</sup>/га (233 и 161 % контроля), тогда как в возрасте 73 года – 689 и 592 м<sup>3</sup>/га (146 и 128 % контроля).

Следует отметить, что в IX классе возраста (85 лет) происходит значительное снижение запаса и полноты триплоидных клонов, которое за 2010–2022 гг. составило: у клона № 27 – соответственно 32 и 32 %, у клона № 30 – 22 и 29 %. Еще больше уменьшились запас и полнота у диплоидных клонов: у клона № 33 – соответственно на 40 и 44 %, у контрольного клона № 29 – на 48 и 50 % (рис. 3). В этом возрасте наблюдается процесс естественного распада насаждений исследуемых клонов, накопление сухостоя и увеличение захламленности насаждений. Вывал деревьев, как правило, приурочен к очагам поражения деревьев стволовой и комлевой гнилями. Однако и в возрасте 85 лет клоны сохраняют высокую

продуктивность: триплоидные клоны № 27 и 30 и диплоидный клон № 33 имеют Ia класс бонитета, диплоидные клоны № 34 и 36 – I класс бонитета. Полнота у триплоидных клонов № 27 и 30 – 0,8; запас – соответственно 470 и 460 м<sup>3</sup>/га; средняя высота – 32 м и 31 м; средний диаметр – 36 см. И в этом возрасте триплоидные клоны № 27 и 30 значительно опережают контрольный клон № 29: по запасу – соответственно на 96 и 92 %; по абсолютной полноте – на 76 и 74 %; по средней высоте – на 14 и 11 %; по среднему диаметру – на 13 %.

Среднее изменение запаса древесины триплоидных клонов № 27 и 30 превышает данный показатель контроля соответственно на 96 и 93 %. Наиболее существенное снижение полноты и запаса в возрастном периоде 73–85 лет наблюдается у диплоидных клонов № 29, 33, 34.

Особый интерес представляет динамика зараженности быстрорастущих клонов осины стволовой гнилью, вызываемой ложным осиновым трутовиком. Зараженность осинников стволовой гнилью носит очаговый характер. Отмечено, что все отобранные быстрорастущие клоны устойчивы к гнилевым болезням, а контрольные клоны – относительно устойчивы. До 36–38 лет в клонах встречались лишь единичные деревья со стволовой и комлевой гнилями. В 47-летнем возрасте зараженность скрытой стволовой гнилью (без наличия плодовых тел) в быстрорастущих клонах не превышала 10 % общего числа деревьев, тогда как в контрольном клоне она составляла 17 % [21]. В 52-летнем возрасте зараженность стволовыми и комлевыми гнилями быстрорастущих клонов также не превышала 10 %, тогда как в контрольном клоне № 29 составила 14 % (рис. 4).

В исследуемых клонах большая часть (55–63 %) растущих деревьев в 73 года (VIII класс возраста) была заражена стволовой гнилью. Зараженность клонов в 85 лет (IX класс возраста) составила: № 27 – 42 %; 30 – 38 %; 33 – 82 %; 34 – 76 %; 36 – 91 %; № 29 – 92 % (табл. 3). Данный показатель у триплоидных клонов уменьшился в связи с отпадом части деревьев, имеющих стволовую гниль. Наиболее устойчивыми к стволовой

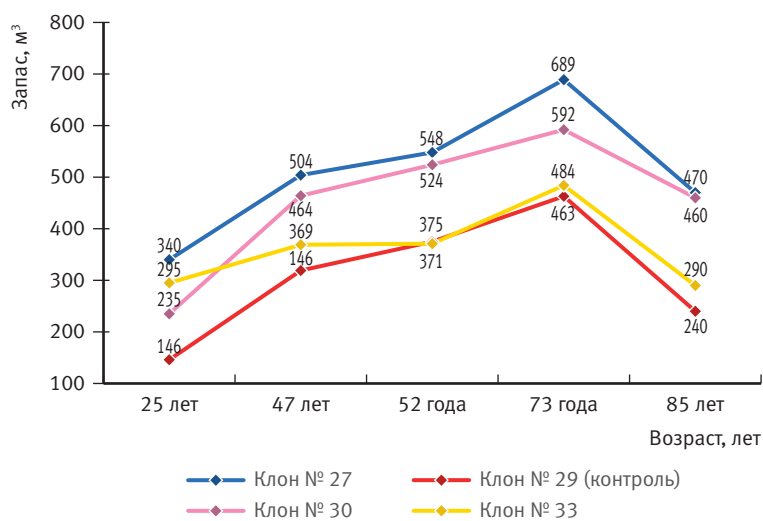


Рис. 3. ДИНАМИКА ЗАПАСОВ КЛОНОВ ОСИНЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ РЕЗЕРВАТЕ



гнили являются триплоидные клоны № 27 и 30. В диплоидных клонах № 33, 34, 36 стволовой гнилью заражено большинство деревьев (76–92 %). Плодовые тела ложного осинового трутовика расположены в основном в нижней (до 4 м) части стволов. Количество сухостойных деревьев во всех клонах не превышает 10 % общего числа деревьев. В целом быстрорастущие формы осины резистентны к гнилевым болезням и до VI класса возраста характеризовались хорошим санитарным состоянием.

По данным учета 1989 г., в молодняке 6-летнего возраста, сформировавшемся на площади вырубленного триплоидного клона № 35, зараженность деревьев комлевой гнилью отсутствовала, а у контрольного клона № 37 составляла 27 %. Это свидетельствует о том, что клон № 35 потенциально устойчив, а клон № 37 – неустойчив к стволовой гнили.

Наряду с быстрым ростом триплоидные клоны отличаются более высокой плотностью древесины, достоверно превышающей плотность обычной осины на 8–13 % [22]. По густоте облиствения и размерам листьев триплоидный клон № 27 превосходит контрольный вне зависимости от класса роста деревьев и местоположения листьев в кроне. Одна из особенностей триплоидных клонов – наличие сросшихся в комлевой части стволов деревьев, которые составляют до 10 % числа растущих, тогда как в диплоидных

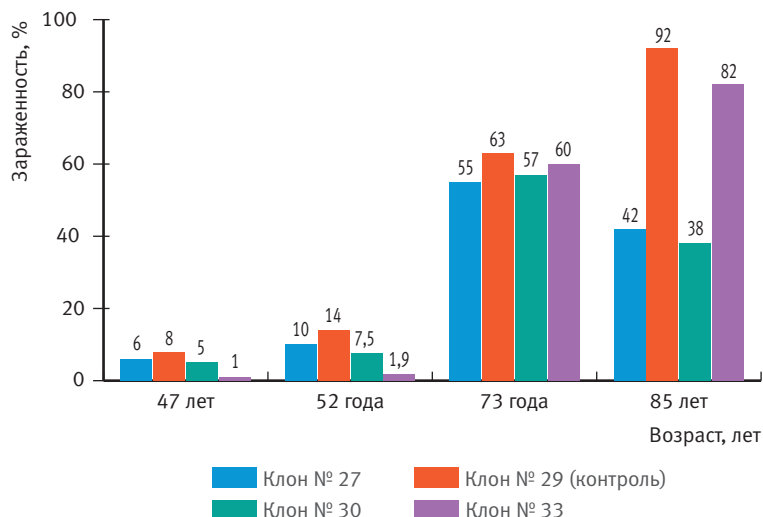


Рис. 4. Динамика зараженности стволовой гнилью клонов осины в генетическом резервате

клонах они отсутствуют. Как правило, это формирующиеся на общей корневой системе «двойчатки», однако встречаются также и «тройчатки». Способность триплоидных деревьев к многостольности, по-видимому, является одной из причин их высокой продуктивности.

Триплоидные клоны осины № 27, 30, 35 в генрезервате являются эталонами высокопродуктивных осинников. Они сохраняют преимущество в росте перед типичными диплоидными формами и во втором вегетативном поколении – на лесосеменных объектах, заложенных в 1964 г. в кв. 59 Пригородного участкового лесничества

Таблица 3. Зараженность стволовой гнилью клонов осины в возрасте 85 лет в генетическом резервате

| № клона       | Форма       | Распределение деревьев по категориям, % |                                                |                        |                       |             |
|---------------|-------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
|               |             | Здоровые                                | С плодовыми телами ложного осинового трутовика |                        |                       | Сухостойные |
|               |             |                                         | Всего                                          | В том числе            |                       |             |
|               |             |                                         |                                                | В средней части ствола | В нижней части ствола |             |
| 27            | Триплоидная | 56                                      | 42                                             | 22                     | 20                    | 2           |
| 30            | То же       | 53                                      | 38                                             | 4                      | 34                    | 9           |
| 33            | Диплоидная  | 14                                      | 82                                             | 6                      | 76                    | 4           |
| 34            | То же       | 22                                      | 76                                             | 41                     | 35                    | 2           |
| 36            | «-«         | 6                                       | 91                                             | 17                     | 74                    | 3           |
| 29 (контроль) | «-«         | 4                                       | 92                                             | 28                     | 64                    | 4           |



**Рис. 5. ФРАГМЕНТ УЧАСТКА ТРЕМУЛЕТУМА БЫСТРОРАСТУЩИХ ФОРМ ОСИНЫ**

ОГКУ «Костромское лесничество» (Костромской район Костромской обл.):

- ✓ тремулетум (маточная плантация), заложенный корневыми черенками клонов № 27, 34, 35, 36 и саженцами гибридного тополя (*Populus tremula* L. × *Populus alba* L.);
- ✓ опытная лесосеменная плантация, заложенная привитыми саженцами клонов № 27, 34, 35, 36 и саженцами тополя Яблокова (*Populus tremula* L. × *Populus bolleana* Lauche).

В этих объектах триплоидные клоны № 27, 30, 35 сохраняют преимущество в росте и устойчивость перед диплоидными в течение всего периода наблюдений (около 60 лет), что подтверждает их хозяйственную ценность и целевой статус для закладки лесосырьевых плантаций осины с коротким оборотом рубки.

Шарьинские исполинские клоны осины были интродуцированы в Латвию, Ленинградскую, Московскую, Воронежскую области. В этих

и других географических районах они сохранили быстроту роста [5].

Весной 2022 г. на донорских деревьях триплоидных клонов № 27 и 35 (рис. 5) был заготовлен вегетативный материал для формирования банка-коллекции высокопродуктивных форм осины методом культуры клеток и тканей. Данные клоны введены в культуру *in vitro* в лаборатории микрклонального размножения Центрально-европейской ЛОС в целях их сохранения и дальнейшего тиражирования.

Для обеспечения плантационного выращивания высококачественным посадочным материалом ведется работа по совершенствованию технологии клонального микроразмножения триплоидной осины [5, 24, 25].

## Выводы

Проведенные исследования подтвердили высокие лесоводственные качества (быстрота роста, высокое качество древесины, устойчивость к стволовой гнили) быстрорастущих форм осины в генрезервате исполинской осины – как триплоидных (клоны № 27, 30, 35), так и диплоидных (клоны № 33, 34, 36). Данные формы осины (в первую очередь – триплоидные клоны) являются перспективными продуцентами сырья при плантационном выращивании быстрорастущей осины в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса.

В короткие сроки получить элитный посадочный материал можно с применением метода микрклонального размножения. Создание банка *in vitro* хозяйственно ценных высокопродуктивных форм осины позволит сохранить их генофонд и ускоренно тиражировать посадочный материал для закладки лесосырьевых плантаций.

Для организации практических работ по закладке лесосырьевых плантаций быстрорастущих форм осины необходимо их официальное отнесение к категории хозяйственно ценных целевых пород.

## Список источников

1. Паничев, Г.П. Плантационное выращивание лесных ресурсов / Г.П. Паничев // Лесной вестник. Сер.: Экономика. – 2014. – № 3. – С. 43–46.
2. Кузнецов, А. Осина как ценное древесное сырье / А. Кузнецов // ЛесПромИнформ. – 2009. – № 8. – С. 94–98.
3. Жигунов, А.В. Приоритетные направления лесного селекционного семеноводства и плантационного лесовыращивания на Северо-Западе России / А.В. Жигунов // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3–4. – С. 11–15.
4. Жигунов, А.В. Лесные плантации триплоидной осины, созданные посадочным материалом *in vitro* / А.В. Жигунов, Д.А. Шабунин, О.Ю. Бутенко // Вестник ПГТУ. – 2014. – № 4 (24). – С. 21–30.
5. Исполинская осина: биологические особенности и перспективы плантационного выращивания : моногр. / Е.С. Багаев, С.С. Макаров, С.С. Багаев, С.А. Родин. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2021. – 72 с.
6. Яблоков, А.С. Исполинская форма осины в лесах СССР / А.С. Яблоков // Тр. ВНИИЛХ. – Вып. 23. – Москва : ВНИИЛХ, 1941. – С. 1–52.
7. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР. – Москва, 1982. – 22 с.
8. Коренев, И.А. Состояние и перспективы использования государственного природного заказника «Исполинские осины» / И.А. Коренев, Е.С. Багаев, С.С. Багаев // Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг : сб. матер. Межрегион. науч.-практ. конф. (Кострома, 24–25 марта 2017 г.). – Кострома : изд-во КГУ, 2017. – С. 134–137.
9. Морфолого-анатомическое исследование ценных форм триплоидной осины. – Текст : электронный / Д.Н. Зонтиков, С.А. Зонтикова, П.С. Новиков, Р.В. Сергеев // Политематический сетев. электрон. науч. журнал Кубанского гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 6. – С. 811–820.
10. Багаев, Е.С. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области : моногр. / Е.С. Багаев, Н.В. Рыжова, В.В. Шутов. – Кострома : КГТУ, 2014. – 138 с.
11. Приказ Рослесхоза от 08.10.2015 № 353 «Об установлении лесосеменного районирования» (с изм. от 28.03.2016).
12. Письмеров, А.В. Методические рекомендации по лесорастительному районированию Костромской области (с применением математических методов) / А.В. Письмеров. – Москва : ВНИИЛМ, 1977. – 24 с.
13. Руководство по организации и ведению хозяйства на осину в лесах Европейской части СССР / Сост. Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев, В.Г. Стороженко [и др.]. – Москва : Гослесхоз СССР, 1983. – 38 с.
14. Яблоков, А.С. Воспитание и разведение здоровой осины / А.С. Яблоков. – Москва : Гослесбумиздат, 1963. – 441 с.
15. Яблоков, А.С. О воспитании и разведении здоровой осины / А.С. Яблоков // Лесное хозяйство. – 1967. – № 4. – С. 14–20.
16. Козьмин, А.В. Исполинская осина в Шарьинском лесхозе / А.В. Козьмин // Лесное хозяйство. – 1954. – № 12. – С. 48–53.
17. Николаева, О.Е. Анатомическое и цитологическое исследование ценных форм и гибридов осины / О.Е. Николаев // Селекция быстрорастущих пород. – Москва, 1965. – С. 58–81.
18. Багаев, С.Н. Отбор ценных форм осины и березы в Костромской области / С.Н. Багаев. – Москва : Проспект ВДНХ СССР, 1964. – 4 с.
19. Багаев, С.Н. Отбор, разведение и воспитание здоровой осины в Костромской области / С.Н. Багаев // Выращивание быстрорастущих пород в Костромской области. – Москва : ЦНИИТЭИлеспром, 1967. – С. 12–21.
20. Багаев, С.Н. Генетический резерват осины исполинской / С.Н. Багаев, Е.С. Багаев // Лесное хозяйство. – 1990. – № 4. – С. 45–48.



21. Багаев, Е.С. Формирование высокопродуктивных осинников из естественных молодняков в подзоне южной тайги : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Е.С. Багаев. – Москва : ВНИИЛМ, 1991. – 22 с.
22. Багаев, Е.С. Генетический резерват осины исполинской в Костромской области / Е.С. Багаев // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 10–11. – С. 36–38.
23. Особенности формирования быстрорастущих клонов в генетическом резервате исполинской осины / Е.С. Багаев, И.А. Корнев, С.С. Багаев, Д.Н. Зонтиков // Лесное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 26–28.
24. Макаров, С.С. Изучение влияния росторегулирующих веществ различной природы при клональном микроразмножении осины. – Текст : электронный / С.С. Макаров, А.А. Панкратова // Лесохозяйственная информация. – 2016. – № 3. – С. 138–143. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru>.
25. 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. – Т. 4. – № 3. – С. 81–93.

## References

1. Panichev, G.P. Plantacionnoe vyrashchivanie lesnyh resursov / G.P. Panichev // Lesnoj vestnik. Ser.: Ekonomika. – 2014. – № 3. – S. 43–46.
2. Kuznecov, A. Osina kak cennoe drevesnoe syr'e / A. Kuznecov // LesPromInform. – 2009. – № 8. – S. 94–98.
3. Zhigunov, A.V. Prioritetnye napravleniya lesnogo selekcionnogo semenovodstva i plantacionnogo lesovyrashchivaniya na Severo-Zapade Rossii / A.V. Zhigunov // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2008. – № 3–4. – S. 11–15.
4. Zhigunov, A.V. Lesnye plantacii triploidnoj osiny, sozdannye posadochnym materialom in vitro / A.V. Zhigunov, D.A. Shabunin, O.Yu. Butenko // Vestnik PGTU. – 2014. – № 4 (24). – S. 21–30.
5. Ispolinskaya osina: biologicheskie osobennosti i perspektivy plantacionnogo vyrashchivaniya : monogr. / E.S. Bagaev, S.S. Makarov, S.S. Bagaev, S.A. Rodin. – Pushkino : VNIILM, 2021. – 72 s.
6. Yablokov, A.S. Ispolinskaya forma osiny v lesah SSSR / A.S. Yablokov // Tr. VNIILH. – Vyp. 23. – Moskva : VNIILH, 1941. – S. 1–52.
7. Polozhenie o vydelenii i sohraneniі geneticheskogo fonda drevesnyh porod v lesah SSSR. – Moskva, 1982. – 22 s.
8. Korenev, I.A. Sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya gosudarstvennogo prirodnogo zakaznika «Ispolinskie osiny» / I.A. Korenev, E.S. Bagaev, S.S. Bagaev // Priroda Kostromskogo kraja: sovremennoe sostoyanie i ekomonitoring : sb. mater. Mezhhregion. nauch.-prakt. konf. (Kostroma, 24–25 marta 2017 g.). – Kostroma : izd-vo KGU, 2017. – S. 134–137.
9. Morfolologo-anatomicheskoe issledovanie cennyh form triploidnoj osiny. – Tekst : elektronnyj / D.N. Zontikov, S.A. Zontikova, P.S. Novikov, R.V. Sergeev // Politematicheskij setev. elektron. nauch. zhurnal Kubanskogo gos. agrar. un-ta. – 2013. – № 6. – S. 811–820.
10. Bagaev, E.S. Vedenie hozyajstva v osinovyh lesah Kostromskoj oblasti : monogr. / E.S. Bagaev, N.V. Ryzhova, V.V. Shutov. – Kostroma : KGTU, 2014. – 138 s.
11. Prikaz Rosleskhozа ot 08.10.2015 № 353 «Ob ustanovlenii lesosemennogo rajonirovaniya» (s izm. ot 28.03.2016).
12. Pis'merov, A.V. Metodicheskie rekomendacii po lesorastitel'nomu rajonirovaniyu Kostromskoj oblasti (s primeneniem matematicheskikh metodov) / A.V. Pis'merov. – Moskva : VNIILM, 1977. – 24 s.
13. Rukovodstvo po organizacii i vedeniyu hozyajstva na osinu v lesah Evropejskoj chasti SSSR / Sost. L.E. Mihajlov, S.N. Bagaev, V.G. Storozhenko [i dr.]. – Moskva : Gosleskhoz SSSR, 1983. – 38 s.
14. Yablokov, A.S. Vospitanie i razvedenie zdorovoj osiny / A.S. Yablokov. – Moskva : Goslesbumizdat, 1963. – 441 s.
15. Yablokov, A.S. O vospitanii i razvedenii zdorovoj osiny / A.S. Yablokov // Lesnoe hozyajstvo. – 1967. – № 4. – S. 14–20.

16. Koz'min, A.V. Ispolinskaya osina v Shar'inskom leskhoze / A.V. Koz'min // Lesnoe hozyajstvo. – 1954. – № 12. – S. 48–53.
17. Nikolaeva, O.E. Anatomicheskoe i citologicheskoe issledovanie cennyh form i gibridov osiny / O.E. Nikolaev // Selekcija bystrorastushchih porod. – Moskva, 1965. – S. 58–81.
18. Bagaev, S.N. Otbor cennyh form osiny i berezy v Kostromskoj oblasti / S.N. Bagaev. – Moskva : Prospekt VDNH SSSR, 1964. – 4 s.
19. Bagaev, S.N. Otbor, razvedenie i vospitanie zdorovoj osiny v Kostromskoj oblasti / S.N. Bagaev // Vyrashchivanie bystrorastushchih porod v Kostromskoj oblasti. – Moskva : CNIITEIllesprom, 1967. – S. 12–21.
20. Bagaev, S.N. Geneticheskij rezervat osiny ispolinskoj / S.N. Bagaev, E.S. Bagaev // Lesnoe hozyajstvo. – 1990. – № 4. – S. 45–48.
21. Bagaev, E.S. Formirovanie vysokoproduktivnyh osinnikov iz estestvennyh molodnyakov v podzone yuzhnoj tajgi : avtoref. dis. ...kand. s.-h. nauk / E.S. Bagaev. – Moskva : VNIILM, 1991. – 22 s.
22. Bagaev, E.S. Geneticheskij rezervat osiny ispolinskoj v Kostromskoj oblasti / E.S. Bagaev // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2008. – № 10–11. – S. 36–38.
23. Osobennosti formirovaniya bystrorastushchih klonov v geneticheskom rezervate ispolinskoj osiny / E.S. Bagaev, I.A. Korenev, S.S. Bagaev, D.N. Zontikov // Lesnoe hozyajstvo. – 2013. – № 2. – S. 26–28.
24. Makarov, S.S. Izuchenie vliyaniya rostoreguliruyushchih veshchestv razlichnoj prirody pri klonal'nom mikrorazmnozenii osiny. – Tekst : elektronnyj / S.S. Makarov, A.A. Pankratova // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2016. – № 3. – S. 138–143. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
25. Perspektivy plantacionnogo vyrashchivaniya bystrorastushchih triploidnyh klonov osiny v yuzhno-taezhnom lesnom rajone evropejskoj chasti Rossii / E.S. Bagaev, S.S. Bagaev, S.S. Makarov, A.I. Chudeckij // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie. – 2018. – T. 4. – № 3. – S. 81–93.