

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОКЛОНАЛЬНО РАЗМНОЖЕННОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ФОРМ ОСИНЫ

Кулагин Д.В., научной сотрудник ГНУ

«Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Осипенко Н.В., младший научный сотрудник

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Острикова М.Я., к.б.н., доцент, старший научный сотрудник

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье представлены результаты эксперимента по выращиванию микроклонально размноженного лесного посадочного материала высокопродуктивных форм осины по пяти различным технологическим схемам: закрытый грунт – открытая корневая система (ЗГ-ОКС); открытый грунт – открытая корневая система (ОГ-ОКС); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 0,27 л (ОКС-ЗГ, 0,27 л); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 0,5 л (ОКС-ЗГ, 0,5 л); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 1,0 л (ОКС-ЗГ, 1,0 л). Полученные саженцы высаживались в условия лесных культур для оценки влияния способа выращивания на рост и развитие растений. Установлено, что наибольшей степенью повреждений возвратными заморозками и наименьшим относительным приростом в конце первого сезона вегетации в естественных условиях характеризуются растения варианта «ЗГ-ОКС», которые не проходили периода акклиматизации и постоянно находились в теплице, покрытой поликарбонатом. Наименьшими показателями приживаемости характеризовались саженцы схемы «ОКС-ЗГ, 0,27 л», что предположительно связано с наличием в этой опытной группе сильно угнетенных индивидов, что связано с возникновением конкурентных

взаимоотношений при выращивании материала в сравнительно компактных кассетах, имеющих 35 ячеек.

Ключевые слова: микроклональное размножение, лесной посадочный материал, лесные культуры.

THE STUDY OF TECHNOLOGICAL GROWING SCHEMES FOR CLONALLY PROPAGATED PLANTS OF ASPEN HIGHLY PRODUCTIVE FORMS

Kulagin D.V., Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Osipenko N.V., Junior Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Ostrikova M.Ya., PhD, Associate Professor, Senior Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Abstract. The results of the experiment on clonally propagated plants of aspen highly productive forms growing in nursery with the use of five different technological schemes: protected ground – open root system (PG-ORS); open ground – open root system (OG-ORS); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant of 0.27 l (OG-ORS, 0.27 l); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant of 0.5 l (OG-ORS, 0.5 l); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant 1.0 l (OG-ORS, 1.0 l) are presented in the article. The obtained seedlings were planted in forest plantation conditions to assess the effect of the growing method on plant growth and development. It was found that plants of the "ZG-OKS" variant, which did not undergo the acclimatization period and were constantly kept in a greenhouse covered with polycarbonate, were characterized by the greatest degree of damage from late-spring frosts and the lowest relative growth rate at the end of the first growing season under natural conditions. The lowest survival rates were observed for seedlings of the "OKS-ZG, 0.27 l" scheme, which is presumably due to the presence of severely depressed individuals in this experimental group, which is associated with the emergence of competitive relationships when growing material in relatively compact cassettes with 35 cells.

Keywords: micropropagation, forest seedlings, forest plantation.

Введение. Одним из современных направлений лесовыращивания является создание лесных культур по интенсивной технологии. Этот подход позволяет в разы сократить период, необходимый для получения продукции или экологического эффекта. Интенсивная технология может применяться для ускоренного выращивания древесины для производства пиломатериалов или сырья для целлюлозно-бумажной и химической промышленности, а также фиторемедиации (чаще всего направлена на предотвращение эрозии почв, восстановление нарушенных земель) [1].

Одним из основных аспектов интенсивной технологии является использование посадочного материала селекционно улучшенных форм древесных пород. Для этих целей в Институте леса НАН Беларуси используется биотехнологический подход. Суть метода заключается в том, что с селекционно отобранных деревьев осуществляется взятие вегетативного материала, на основе которого получают культуру *in vitro*. Непосредственно этап вегетативного размножения происходит в асептических условиях. Получаемые таким образом микрорастения адаптируются к почвенным условиям и после нахождения в питомнике становятся саженцами, пригодными для высадки в лесные культуры. Одним из важнейших элементов технологии производства посадочного материала, во многом определяющий характеристики лесных культур в первые годы после их закладки – это способ доращивания саженцев в условиях лесного питомника [2-4].

Таким образом, **целью нашего исследования** было провести оценку влияния способа выращивания микроклонально размноженного посадочного материала осины на его состояние в условиях лесных культур.

Материал и методы исследования. В 2024 году сотрудниками Института леса был заложен эксперимент, в ходе которого микроклонально размноженные растения осины двух клонов (V22 и Ос2) выращивались в питомнике ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» по пяти различным схемам (рисунок 1), краткое описание которых представлено ниже.

Открытая корневая система (в грядках):

- в закрытом грунте теплицы (закрытый грунт – открытая корневая система (ЗГ-ОКС));
- вне теплицы (открытый грунт – открытая корневая система (ОГ-ОКС)).

Закрытая корневая система (в полимерных мешочках или кассетах с различным объемом почвенного кома) сначала в теплице (июль-конец августа), а затем на поле дорастивания:

- в мешочках объемом 1,5 л (ЗКС-1,5 л);
- в кассетах на 25 ячеек с объемом кома 0,5 л (ЗКС-0,5 л);
- в кассетах на 35 ячеек с объемом кома около 0,28 л (ЗКС-0,28 л).

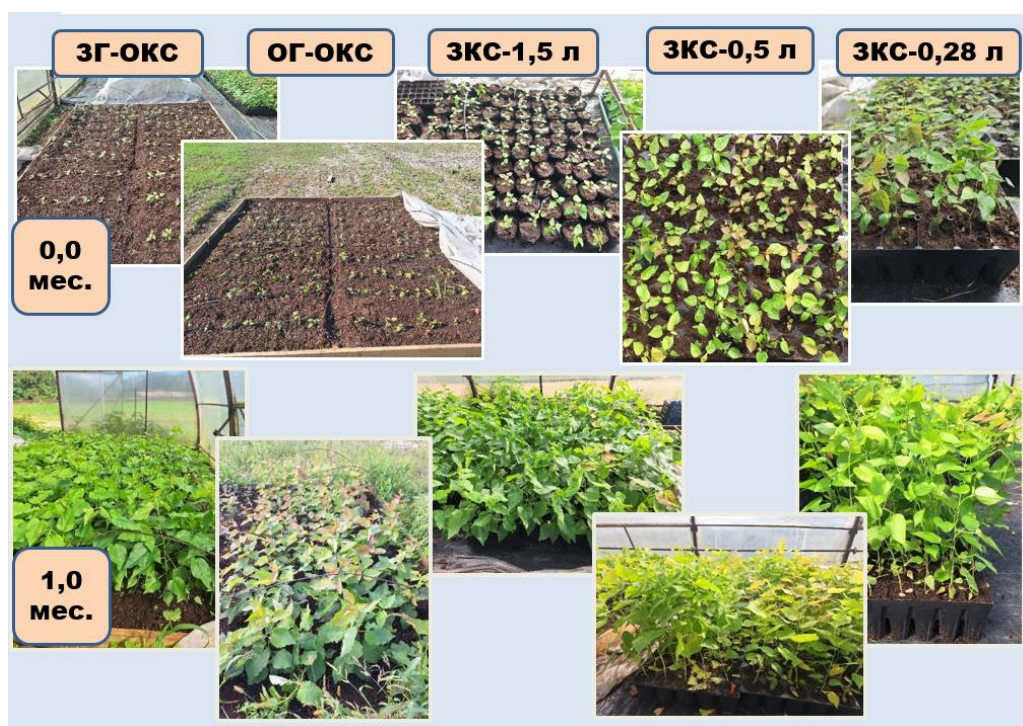


Рисунок 1 – Схема эксперимента по выращиванию клонального посадочного материала осины, заложенного в 2024 году и внешний вид растений на различных сроках выращивания

Осенью 2024 г. и весной 2025 г. полученные саженцы были высажены в лесные культуры. Всего в исследовании заложено 40 опытных групп, различающихся следующими параметрами: клоновая принадлежность (клоны V22 и Ос2); время закладки лесных культур (октябрь 2024 г. и апрель 2025 г.); условия на лесокультурной площади: на месте вырубki и на территории бывшего лесного питомника с предварительной механической обработкой почвы; пять схем выращивания. Для каждого варианта опыта было использовано не менее 12 опытных растений. В ходе учетов определялось состояние растения и высота его надземной части. Статистическая обработка

результатов осуществлялась посредством программного обеспечения «Microsoft Excel».

Результаты исследования и их обсуждение. По окончании первого сезона вегетации были выполнены учеты морфологического параметра высоты ствола микроклонально размноженных растений осины и их состояния в условиях лесных культур. Результаты наблюдений представлены в таблице 1. Таблица 1 – Результаты учета высоты ствола и состояния микроклонально размноженных растений осины клонов V22 и Oc2 после одного вегетационного сезона в условиях лесных культур

Способ выращивания	Высота ствола растений осины ($\mu\pm\sigma$), см			
	клон V22		клон Oc2	
По окончании этапа выращивания посадочного материала в лесном питомнике (конец сезона вегетации 2024 г.)				
ЗКС-1,5 л	93,5 $\pm$ 18,1		77,3 $\pm$ 16,9	
ОГ-ОКС	73,3 $\pm$ 28,3		79,4 $\pm$ 27,6	
ЗГ-ОКС	154,6 $\pm$ 52,4		131,3 $\pm$ 42,4	
ЗКС-0,5 л	49,9 $\pm$ 10,7		41,4 $\pm$ 14,1	
ЗКС-0,28 л	45,2 $\pm$ 9,9		39,8 $\pm$ 13,8	
Высота стволика в условиях лесных культур (конец сезона вегетации 2025 г.)				
время закладки	осень 2024	весна 2025	осень 2024	весна 2025
Лесные культуры на месте вырубки				
ЗКС-1,5 л	112 $\pm$ 23	119 $\pm$ 24	103 $\pm$ 28	98 $\pm$ 31
ОГ-ОКС	102 $\pm$ 23	81 $\pm$ 25	95 $\pm$ 26	95 $\pm$ 28
ЗГ-ОКС	164 $\pm$ 47	173 $\pm$ 38	129 $\pm$ 41	109 $\pm$ 48
ЗКС-0,5 л	63 $\pm$ 19	61 $\pm$ 15	54 $\pm$ 13	96 $\pm$ 40
ЗКС-0,28 л	62 $\pm$ 14	65 $\pm$ 15	51 $\pm$ 20	39 $\pm$ 14
Лесные культуры на месте питомника				
ЗКС-1,5 л	138 $\pm$ 19	141 $\pm$ 25	116 $\pm$ 29	132 $\pm$ 22
ОГ-ОКС	99 $\pm$ 29	123 $\pm$ 31	121 $\pm$ 36	128 $\pm$ 50
ЗГ-ОКС	173 $\pm$ 63	86 $\pm$ 39	140 $\pm$ 44	144 $\pm$ 61
ЗКС-0,5 л	81 $\pm$ 25	81 $\pm$ 29	40 $\pm$ 23	83 $\pm$ 25
ЗКС-0,28 л	95 $\pm$ 38	70 $\pm$ 20	66 $\pm$ 17	76 $\pm$ 23

Сопоставление данных, отражающих размеры надземной части опытных растений после выращивания в условиях питомника и после одного сезона вегетации в лесных культурах показало, что для большинства

экспериментальных вариантов относительный прирост этого показателя составил от 20 % до 90 %. Наибольшие значения характерны в случае выращивания на высоком агрофоне для групп ЗКС-1,5 л (50-70 %), ОГ-ОКС (38-68 %), ЗКС-0,5 л (53-60 %), ЗКС-0,28 л (40-90 %). Несколько меньшие значения получены для условий лесных культур, заложенных на месте вырубki для групп ЗКС-1,5 л (20-31 %), ОГ-ОКС (11-40 %), ЗКС-0,5 л (22-68 %), ЗКС-0,28 л (28-44 %). Это объясняется тем, что наиболее благоприятными для роста посадочного материала были условия объекта, заложенного в условиях высокого агрофона.

Среди всех опытных вариантов минимальные значения относительного прироста характерны для групп ЗГ-ОКС (0-13%). По-видимому, это объясняется тем, что эти опытные растения в период выращивания в условиях лесного питомника постоянно находились в условиях закрытого грунта, смягчающих действие перепадов температур и других неблагоприятных факторов. В результате их механизмы комплексной устойчивости работали недостаточно хорошо, что привело к угнетению роста. Дополнительным негативным воздействием на растения, которые находились в зимний период в условиях закрытого грунта и в последующем были высажены непосредственно в открытый грунт (ЗГ-ОКС, время закладки лесных культур – весна 2025 г.), стали возвратные заморозки. Именно эти опытные группы пострадали от них в большей степени как в условиях лесных культур, заложенных на вырубке, так и в условиях высокого агрофона. Это выражалось в гибели развивающихся из почек побегов, а также части стебля (лидирующего побега) на $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ высоты.

Высокие темпы роста надземной части растений свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале посадочного материала, выращивание которого проходило по четырем из пяти применявшихся схем (исключение составил вариант ЗГ-ОКС). В то же время следует отметить, что в случае опытных групп ЗКС-0,28 л наблюдалось некоторое снижение приживаемости (до 60-75 % против 80-100 % в других экспериментальных вариантах). Таким образом можно предположить, что при выращивании саженцев осины по названной схеме происходит дифференциация растений на находящиеся в ослабленном (они, по-видимому, погибают) и удовлетворительном физиологическом состоянии (выживают и демонстрируют высокие темпы прироста надземной части). Подобное может происходить ещё на этапе доращивания в лесном питомнике по причине высокой плотности произрастания растений в кассете. В таких условиях те индивиды, которые

начинают активный рост раньше обгоняют остальных и начинают их затенять, что неблагоприятно сказывается на последних. Таким образом, предпочтительным для выращивания крупномерного лесного посадочного материала осины является более свободное пространственное расположение растений в кассете или при их выращивании в отдельных горшках.

Выводы

Все апробированные методы доращивания микроклонально размноженного посадочного материала осины демонстрируют свою высокую эффективность, за исключением случая, когда растения все время находились в условиях закрытого грунта (ЗГ-ОКС) без периода акклиматизации без укрытия. Это говорит о том, что выбор конкретного способа выращивания зависит от целей и условий, в которых закладываются лесные культуры. Так закрытая корневая система с крупным земляным комом (ЗКС-1,5 л) может быть использована для закладки лесных культур в сложных лесорастительных условиях, таких как земли, выведенные из сельскохозяйственного пользования, земли с большим количеством кустарниковой растительности и вейника. В этих случаях большой размер надземной части и объем корневой системы позволяет растению противостоять давлению со стороны сорной растительности и корнегрызущих вредителей. При этом в земляной ком возможно вводить инсектицидные препараты, в том числе биологические. Для создания лесных культур, выращиваемых по интенсивной технологии, в наибольшей степени подходят варианты ОГ-ОКС, ЗКС-0,5 л и ЗКС-0,28 л. Однако следует отметить, что последний из названных методов требует подбора элементов технологии, обеспечивающих относительно равномерный рост и развитие растений внутри кассеты.

Список литературы

1. Царев, В. А. Плантационное лесоразведение в России и за рубежом / В. А. Царев, Р. П. Царева, А. П. Царев // ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» – наука и практика, Воронеж. – 2024. – С. 183–192.
2. Эффективная технология массового получения посадочного материала различных видов березы на основе культуры *in vitro* / В. Г. Лебедев, А. Б. Азарова, М. С. Аркаев и др. // Биотехнология. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 76–88.
3. Шестибратов, К. А. Биотехнология в плантационном лесовыращивании: технологии и сферы применения / К. А. Шестибратов,

А. В. Жигунов // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления. – 2009. – С. 158-159.

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

References

1. Czarev, V. A. Plantacionnoe lesorazvedenie v Rossii i za rubezhom / V. A. Czarev, R. P. Czareva, A. P. Czarev // FGBU «VNIILGISbiotex» – nauka i praktika, Voronezh. – 2024. – P. 183–192.

2. E`ffektivnaya texnologiya massovogo polucheniya posadochnogo materiala razlichny`x vidov berezy` na osnove kul`tury` *in vitro* / V. G. Lebedev, A. B. Azarova, M. S. Arkaev i dr. // Biotexnologiya. – 2017. – T. 33, № 2. – P. 76–88.

3. Shestibratov, K. A. Biotexnologiya v plantacionnom lesovy`rashhivanii: texnologii i sfery` primeneniya / K. A. Shestibratov, A. V. Zhigunov // Lesny`e resursy` taezhnoj zony` Rossii: problemy` lesopol`zovaniya i lesovosstanovleniya. – 2009. – P. 158-159.

4. Zhigunov, A. V. Lesny`e plantacii triploidnoj osiny`, sozdanny`e posadochny`m materialom *in vitro* / A. V. Zhigunov, D. A. Shabunin, O. Yu. Butenko // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. E`kologiya. Prirodopol`zovanie. – 2014. – № 4 (24). – P. 21-30.