

УДК 630\*232+630\*232.324.3

**В. К. Гвоздев**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (БГТУ);  
**А. П. Волкович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (БГТУ)

### ДИНАМИКА РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ

Изучены особенности роста и продуцирования чистых лесных культур ели европейской разной густоты посадки. На основе сравнительного анализа таксационных показателей еловых насаждений с густотой посадки от 3,3 до 15,6 тыс. шт./га по вариантам опыта установлены закономерности изменения количества деревьев, среднего диаметра, полноты, запаса стволовой древесины в возрасте лесных культур 20 и 30 лет. Выявлено, что в связи с наступлением фазы активного роста и дифференциации деревьев наибольший отпад наблюдается в вариантах более густых лесных культур. В 30-летнем возрасте самыми продуктивными являются еловые культурфитоценозы редкой густоты посадки.

The features of growth and producing of pure wood cultures of a fir-tree were studied in the European different density of landing are studied. On the basis of the comparative analysis of taxonomic indicators of fir-tree plantings with density of landing from 3,3 to 15,6 thousand piece / hectares by experience variants are established laws of changing of quantity of trees, average diameter, completeness, a stock of deckman wood at the age of 20 and 30 years. It is established that in connection with approach of a phase of active growth and differentiation of trees the greatest fallen is observed in variants of more dense wood cultures. At 30-year-old age the most productive are fir-tree forest species of rare density of landing.

**Введение.** Произрастая во многих растительных зонах, ель европейская является одной из главных лесообразующих пород в Европе и по занимаемой площади уступает только лиственнице, сосне и березе. В Республике Беларусь еловые насаждения произрастают на площади 669,9 тыс. га, что составляет 9,6% от покрытой лесом площади. Однако по территории республики еловые древостои размещены неравномерно. Так, в Витебском и Могилевском ГПЛХО ельники занимают 17,9% и 14,0% от покрытой лесом площади, в Минском и Гродненском – 13,1 и 10,3%, а на юге республики в Гомельском и Брестком ГПЛХО – всего 1,4 и 0,4% соответственно [1]. В целом за последние 20 лет наблюдается уменьшение площади еловых насаждений, что объясняется периодическим усыханием ельников, обусловленным особенностями флуктуации основных показателей климата (атмосферные осадки, температура и влажность воздуха). Амплитуда их отклонений от среднегодовых показателей в отдельные годы достигает 2–5-кратных величин, что формирует в ельниках неустойчивый гидротермический режим (значительное понижение уровня грунтовых вод, уменьшение запасов доступной для растений влаги до критически низких величин) [2]. В связи с этим возникает необходимость дальнейшего изучения эколого-фитоценологических особенностей формирования еловых насаждений искусственного происхождения с целью выявления их устойчивости и продуктивности в зависимости от технологии создания лесных культур (густоты и схемы посадки, метода и способа создания, агротехнических и лесоводственных уходов и др.).

В статье излагаются результаты исследования по изучению особенностей роста чистых лесных культур ели европейской разной густоты посадки на стационарных пробных площадях.

**Основная часть.** Одним из основных лесокультурных приемов, обуславливающим успешность роста и продуцирования искусственных насаждений различного целевого назначения, является густота посадки лесных культур. Она служит параметром строения искусственного насаждения и как в естественных древостоях программирует все последующие циклы роста и развития фитоценозов. Оптимальной густотой выращиваемых древостоев должно быть такое количество растений на единице площади, которое обеспечивало бы наличие сомкнутого полога в процессе всего времени роста для максимального использования солнечных лучей фотосинтезирующей поверхностью хвои и почвенного плодородия – корневыми системами [3].

Объектом исследований явились культуры ели европейской разной густоты посадки, созданные по интенсивной технологии в 1985 г. в Негорельском учебно-опытном лесхозе в условиях свежей субори (В<sub>2</sub>) после вырубki елово-осиново-березового насаждения. В результате проведения гранулометрического анализа почв установлено, что участок характеризуется почвой дерново-подзолистой контактно-оглеенной, песчаной, развивающейся на песке связном, сменяемом песком рыхлым, подстилаемом с глубины 1 м супесью рыхлой моренной. Здесь были проведены сплошная корчевка пней, выборка корней и последующая сплошная вспашка почвы плугами общего назначения. При вы-

боре схемы опыта руководствовались следующими двумя положениями теории планирования эксперимента – количество повторностей и размещение вариантов опыта и их повторностей в натуре. При постановке полевого опыта всегда необходимо иметь повторность одноименных секций, основная роль которых состоит в способности улавливать и усреднять пестроту почвы участка, что значительно снижает экспериментальную ошибку, вследствие чего повышается точность опыта. В связи с этим заложен стационар в пяти вариантах опыта (различная густота посадки в трехкратной повторности методом латинского прямоугольника).

При размещении секций (размер 30×20 м) руководствовались методом рендомизации, в основу которого положен принцип случайного размещения повторностей по фону опыта. В итоге при таком размещении число секций в горизонтальных и двух вертикальных рядах одинаково и соответствует числу вариантов опыта. Каждый горизонтальный и два вертикальных ряда являются самостоятельным повторением опыта [4].

Лесные культуры ели европейской на секциях создавались вручную саженцами 4-летнего возраста, которые были выращены в кольцевом питомнике Негорельского учебно-опытного лесхоза. Пять вариантов опыта были приняты на основании рекомендаций ЛенНИИЛХ по созданию плантационных культур различного целевого назначения с густотой посадки от 3,3 до 15,6 тыс. шт./га.

Анализ особенностей формирования лесных культур ели европейской по четырем вариантам опыта проведен в возрасте 20 и 30 лет.

Следует отметить, что в 20-летнем возрасте прослеживается тенденция наступления активного периода изреживания насаждений в связи со смыканием крон в рядах и междурядах. Но на

этой стадии отпад деревьев во всех вариантах густоты еще относительно небольшой и сохранность деревьев высокая – от 92 до 98% (табл. 1). Для этого периода характерны закономерности в формировании лесных культур разной густоты посадки, установленные другими исследователями [5, 6]. В частности, прослеживается четкая зависимость уменьшения среднего диаметра с увеличением густоты посадки. По сравнению с величиной среднего диаметра в лесных культурах средней густоты посадки (5 тыс. шт./га) в редких культурах этот показатель выше на 20%, а в густых – ниже на 34%. Полнота древостоев на всех участках возрастает с увеличением густоты посадки культур и составляет от 0,96 в редких до 1,57 в густых культурах. Наибольшие запасы стволовой древесины характерны для вариантов более густых культур – 136–140 м<sup>3</sup>/га, что на 15% выше, чем в редких культурах. Более высокие показатели полноты и запасов древесины в вариантах густых культур следует объяснить высокой сохранностью деревьев, в том числе тонкомерных, отставших в росте (объем одного ствола в редких и густых культурах различается в 3,7 раза).

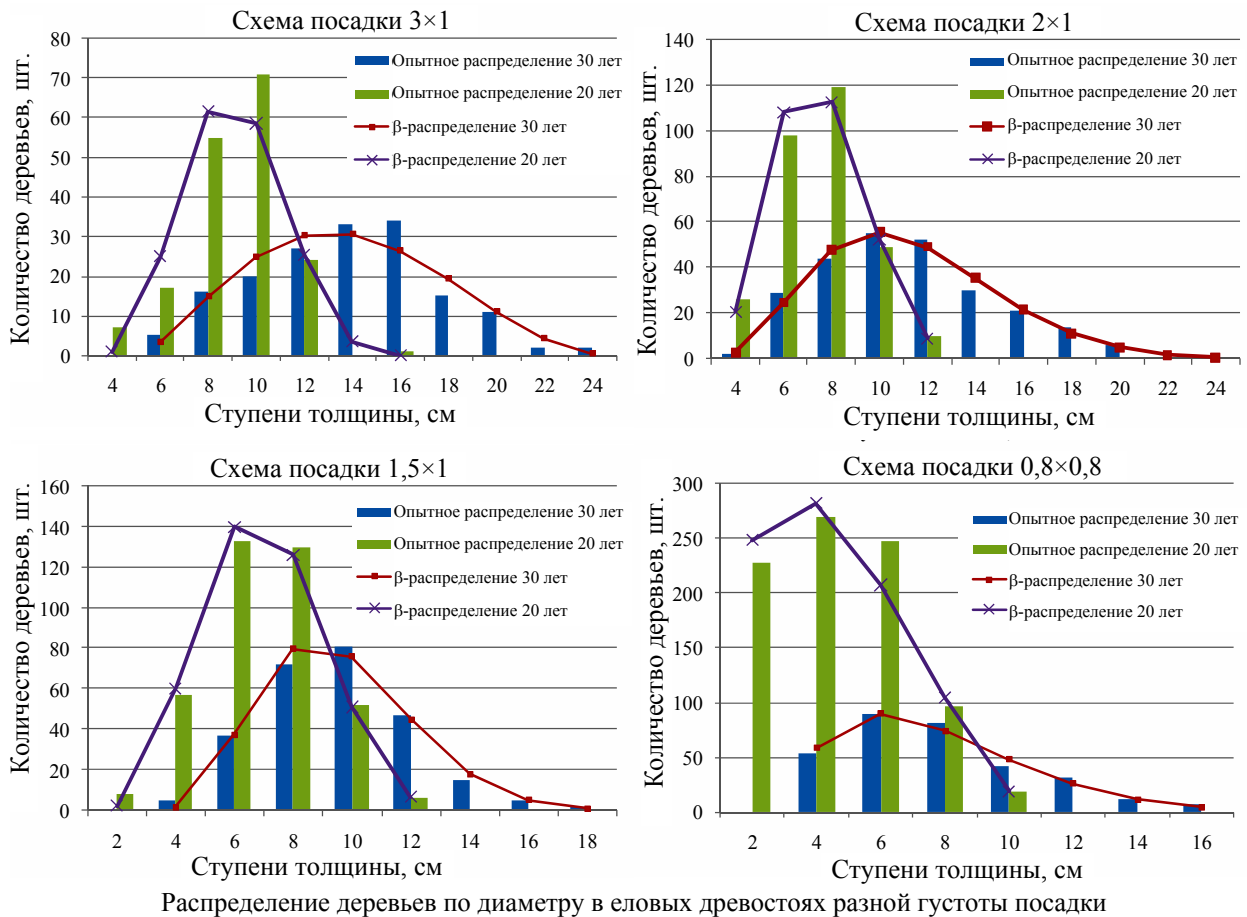
В 30-летнем возрасте лесных культур разной густоты посадки наблюдается обострение конкурентных внутривидовых отношений за свет, влагу и питательные вещества. Об этом убедительно свидетельствует показатель сохранности лесных культур, который варьирует в широких пределах – от 88% в культурах средней густоты до 34% – в густых культурах.

На секциях с густотой посадки 15,6 тыс. шт./га за десятилетний период произошел интенсивный отпад, количество деревьев уменьшилось более чем в 2,7 раза. Гистограммы распределения количества деревьев по ступеням толщины наглядно показывают диапазон изменения данного показателя (рисунок).

Таблица 1

**Лесоводственно-таксационная характеристика лесных культур ели европейской разной густоты посадки (в числителе приведены данные для культур 20-летнего возраста, в знаменателе – для 30-летних)**

Вариант опыта	Схема посадки, м, густота, шт./га	Число деревьев, шт./га	Сохранность, %	Средние		Бонитет	Сумма площадей поперечного сечения, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га	Объем одного ствола, дм <sup>3</sup>
				Д, см	Н, м					
1	3×1	3 241	98	9,2 ± 0,15	9,6	I	21,6	0,96	115	35,5
	3 300	2 750	83	14,7 ± 0,29	13,9	I	44,0	1,47	323	117,5
2	2×1	4 719	94	7,7 ± 0,11	8,7	I	21,8	1,15	108	22,9
	5 000	4 400	88	12,3 ± 0,23	12,4	I	46,6	1,70	319	72,5
3	1,5×1	6 364	95	7,3 ± 0,10	9,2	I	26,5	1,22	140	22,0
	6 700	4 233	63	10,4 ± 0,16	10,7	II	33,6	1,37	198	46,8
4	0,8×0,8	14 375	92	5,1 ± 0,14	7,4	II	28,9	1,57	136	9,5
	15 600	5 267	34	8,8 ± 0,16	9,6	II	27,7	1,06	143	27,2



По-прежнему более высокое количество деревьев наблюдается в вариантах с более высокой густотой посадки, однако наибольшее число деревьев в более высоких ступенях толщины сосредоточено в редких культурах. Аппроксимация распределения числа деревьев по ступеням толщины при помощи  $\beta$ -функции указывает на существенные различия по вариантам опыта в возрасте 20 и 30 лет, о чем свидетельствуют показатели асимметрии и эксцесса (табл. 2).

Анализ таксационных показателей древостоев показывает, что в 30-летнем возрасте изменение среднего диаметра по вариантам опы-

та имеет ту же тенденцию, что и в возрасте 20 лет: этот показатель в 1,7 раза выше в редких культурах по сравнению с густыми. В связи с большим отпадом деревьев на данном возрастном этапе, в отличие от предыдущего, характерна более высокая полнота для культур средней густоты посадки (в густых культурах полнота ниже на 38%). Аналогичная тенденция характерна для результирующего показателя успешности роста культур – запаса стволовой древесины на единице площади. Этот показатель значительно выше в редких культурах и культурах средней густоты (5,0 тыс. шт./га).

Таблица 2

Статистические показатели лесных культур ели европейской различной густоты посадки (в числителе приведены данные для культур 20-летнего возраста, в знаменателе – для 30-летних)

Варианты опыта	Схема посадки, м, густота, шт./га	Средний диаметр, см	Ошибка среднего, ±	Медиана $M$	Вариация $v$	Стандартное отклонение $\sigma$	Асимметрия $A_s$	Эксцесс $E$	Корреляция $\beta$ -функции
1	3×1 3 300	9,2	0,15	9,3	22,0	1,98	-0,41	0,84	0,926
		14,7	0,29	14,0	26,9	3,82	0,06	-0,27	0,931
2	2×1 5 000	7,7	0,11	7,4	24,4	1,82	0,24	-0,14	0,942
		12,3	0,23	11,0	30,6	3,61	0,54	-0,11	0,882
3	1,5×1 6 700	7,3	0,10	7,0	27,9	1,95	0,05	-0,23	0,977
		10,4	0,16	10,0	25,4	2,56	0,51	0,41	0,975
4	0,8×0,8 15 600	5,1	0,14	4,5	43,3	2,01	0,44	-0,34	0,947
		8,8	0,16	8,0	34,3	2,86	0,72	0,01	0,974

Запас стволовой древесины в редких культурах в 2,3 раза выше, чем в густых. Увеличилась амплитуда изменений по вариантам опыта объема одного ствола при сохранении тенденции его уменьшения с увеличением густоты – в культурах редких и густых данный показатель различается в 4,4 раза. Это говорит о том, что размерно-качественная характеристика древесного запаса по вариантам опыта существенно отличается.

Отдельно следует остановиться на вопросах интенсивности роста в высоту культур разной густоты посадки. В возрасте 20 лет во всех вариантах, за исключением густых культур, средние высоты мало различались и культуры росли по I классу бонитета. В возрасте 30 лет прослеживается четкая тенденция уменьшения средней высоты деревьев с увеличением густоты посадки. Вероятно, это объясняется относительно высокой сохранностью деревьев по вариантам опыта и недостатком почвенного и светового питания в густых культурах и средней густоты посадки (6,7 тыс. шт./га). Полученные нами результаты согласуются с результатами других исследователей, которые на опытных объектах с елью не получили подтверждения о том, что ускоренный рост по высоте наступает после смыкания крон, когда деревья ограничивают свой рост в толщину. По их мнению, редкое размещение деревьев скорее стимулирует рост в высоту [7].

Многие исследователи пришли к выводу, что в редких культурах конкурирующее влияние деревьев проявляется позже, чем в густых. С возрастом различие в густоте культур разной исходной густоты посадки в результате изреживания сглаживается. По данным Н. С. Нестерова, почти полное выравнивание числа деревьев ели европейской разной первоначальной густоты произошло в 44 года [7]. Процесс изреживания древостоев разной густоты приводит к постепенному выравниванию площади питания одного растения (табл. 3).

Таблица 3

**Изменение площади питания одного растения с возрастом в лесных культурах ели, м<sup>2</sup>**

Возраст культур	Густота посадки, шт./га			
	3 300	5 000	6 700	15 600
4 года	3,03	2,00	1,49	0,64
20 лет	3,09	2,12	1,57	0,70
30 лет	3,64	2,27	2,36	1,90

Анализ динамики данного показателя демонстрирует, что спустя 26 лет после посадки площадь питания в редких культурах увеличилась на 20%, в культурах средней густоты – на 14–58%, а в густых – в 3 раза.

**Заключение.** Результаты исследований свидетельствуют о том, что в 30-летнем возрасте лесных культур ели европейской разной густоты посадки наблюдается обострение внутривидовых отношений, которые носят трансбиотический характер и проявляются в конкурентных отношениях между растениями за свет, влагу и питательные вещества. Анализ показателей роста и продуцирования лесных культур позволяет сделать вывод о том, что в лесных культурах наблюдается повышенный отпад деревьев в густых посадках. На этих участках наиболее низкий средний диаметр, полнота и запас стволовой древесины. Наиболее высокие показатели роста и продуцирования характерны для редких культур и культур средней густоты посадки (5,0 тыс. шт./га). Выявлены различные тенденции изменения сохранности, полноты и запаса стволовой древесины лесных культур разной густоты посадки в возрасте 20 и 30 лет.

### Литература

1. Сведения о лесном фонде М-ва лесного хозяйства Респ. Беларусь по состоянию на 1 января 2011 г. – Минск, 2011. – 30 с.
2. Сарнацкий, В. В. Ельники. Формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2009. – 333 с.
3. Лесные культуры и защитное лесоразведение / Г. И. Редько [и др.]. – СПб.: Темплан, 1999. – 419 с.
4. Бейли, Н. Статистические методы в биологии / Н. Бейли. – М.: Мир, 1973. – 319 с.
5. Редько, Г. И. Лесные культуры / Г. И. Редько, А. Р. Родин, И. В. Трещевский. – М.: Агропромиздат, 1985. – 399 с.
6. Сироткин, Ю. Д. Лесные культуры / Ю. Д. Сироткин, А. Н. Праходский. – Минск: Выш. шк., 1988. – 238 с.
7. Мартынов, А. Н. Густота культур хвойных пород и ее значение / А. Н. Мартынов. – М.: Центральное бюро научно-технической информации, 1974. – 58 с.

Поступила 01.03.2012