

# ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\* 634.231.232

А.А. Маленко,  
В.А. Усольцев

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА В ГНЕЗДОВЫХ КУЛЬТУРАХ СОСНЫ РАЗНОЙ НАЧАЛЬНОЙ ГУСТОТЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, гнездовые культуры, густота посадки, конкуренция и кооперация, краевой эффект.

### Введение

Известно, что культуры сосны на южном пределе ареала, в условиях сухой степи подвергаются риску гибели и часто гибнут вследствие дефицита влаги при периодически повторяющихся засухах [1-3]. По данным А.И. Прохорова с соавт., лишь 25% культур сосны, созданных в бору Аман-Карагай с 1937 по 1985 гг., достигли возраста 15 лет и более, и лишь 10% имели удовлетворительное и хорошее состояние [4].

Естественные сосняки в таких экстремальных условиях формируются в биогруппах, которые в «критическом» возрасте около 15-20 лет, например, в островном бору Аман-Карагай, гуще «нормальных» древостоев в 10-50 раз [3]. В таком древостое хвоя в небольшом количестве сосредоточена в верхней части кроны и после раскрытия почек весной не растет. Она как бы консервируется в виде короткой «щетки», и деревья в течение сезона находятся в «спящем» режиме. Происходит то, что В.Н. Сукачев характеризовал как «способность к задержке своего развития, чтобы перенести неблагоприятные условия в малоразвитом состоянии», а К.М. Завадский – как «уход в покой» [5, с. 754; 6, с. 444]. Напротив, относительно низкая густота культур провоцирует интенсивное развитие транспирирующей массы кроны, которая при засухах не может быть обеспечена необходимым количеством влаги, в результате вначале верхняя часть кроны, а затем и все дерево отмирает [2, 7].

В период, когда «советская биология изнывала под властью правого крыла дарвинизма», особенно после 1948 г., лесо-

воды активно «сажали гнездовым способом дубки в Архангельской губернии», пытаясь «переделать» природу [8, с. 186; 9, с. 206]. Напротив, в степной зоне, где в одних и тех же условиях на дерново-подзолистых песчаных почвах естественные сосняки успешно переживали засухи, а культуры сосны, посаженные по отработанной в лесной зоне технологии, повсеместно гибли, посадка культур местами (гнездами, площадками, биогруппами) была вполне оправданной мерой, направленной на повышение устойчивости насаждений путем совмещения преимуществ как густых, так и редких посадок, и предоставляющей возможность не только «копировать природу», но и существенно снижать затраты, экономя на посадочном материале [7].

На основе анализа истории лесокультурного производства в условиях лесостепи В.И. Рубцов выделяет два разных типа культур сосны – с равномерным и неравномерным размещением посадочных мест по площади [10]. Первые обеспечивают получение максимального запаса и рекомендуются в условиях, благоприятных для роста леса. Вторые дают меньшие запасы древесины, но отличаются значительной дифференциацией деревьев и повышенной устойчивостью и рекомендуются в неблагоприятных климатических условиях, где продуктивность имеет меньшее значение, чем устойчивость культур.

Таким образом, вопрос соотношения ролей начальной густоты и пространственной структуры древесного ценоза в процессе его формирования имеет прямое отношение к проблеме соотношения биологической устойчивости и продуктивности насаждений, которую, по-видимому, необходимо рассматривать в аспекте соотношения понятий конкуренции и кооперации.

К.Ф. Кесслер, по-видимому, первым отметил наличие двух основных потребностей в органическом мире – в питании и размножении [11]. Если потребность в питании ведет к борьбе за существование, то стремление к размножению ведет к взаимопомощи особей. В.Н. Сукачев определил эти два феномена как «конкуренция» и «взаимопомощь» [12]. Проанализировав широкий спектр ценологических взаимоотношений в различных растительных группировках, Ю.В. Титов определяет эти два взаимосвязанных явления как «эффект плотности» и «эффект группы» [13]. Первый проявляется в снижении темпов роста и численности биогруппы, а второй обусловлен взаимодействием особей с целью повышения ее устойчивости.

Эффект группы был интерпретирован как принцип агрегации особей Олли [14]. Согласно этому принципу у особей, объединенных в группу, по сравнению с одиночными повышается устойчивость к неблагоприятным факторам среды, поскольку в группе поверхность их соприкосновения со средой по отношению к массе меньше, и группа способна изменять микросреду в благоприятном для себя направлении. Именно нарушением принципа Олли объяснена повсеместная гибель культур сосны в степях Северного Казахстана [1].

Характерным показателем реакции древесного вида на загущение служит степень выраженности опушечного, или краевого эффекта, т.е. более мощного развития краевых особей в площадке по сравнению с центральными [13].

#### Объекты и методы исследования

Наши исследования краевого эффекта в гнездовых культурах сосны выполнено в Ключевском лесхозе Алтайского края на объектах, заложенных Л.Н. Грибановым в 1948 г. Ключевской лесхоз находится в юго-западной части ленточных боров, находящейся в окружении безлесной ковыльно-типчаковой засушливой степи с преобладанием темно-каштановых почв. Среднегодовая температура воздуха составляет +1,4°C, максимальная – +40°C, минимальная – -50°C. Среднее количество осадков в год – 253 мм. Культуры заложены в типе леса сухой бор по среднебугристому рельефу, на сплошной гари после пожаров, произошедших в 1939 г.

Посадка произведена 2-летними сеянцами, выращенными в местном питомнике. Подготовка почвы проведена полосной вспашкой на глубину 25-30 см [15]. Культуры заложены в четырех вариантах густоты площадками (табл. 1). Инструментальная таксация пробных площадей проведена в 1971 г. К.Ж. Аскарковым и в 2006 г. А.А. Маленко [15].

Таблица 1

*Характеристика густотного эксперимента, заложенного в 1948 г. Л.Н. Грибановым в Ключевском лесхозе Алтайского края на площади 7 га по материалам К.Ж. Аскарова [15]*

№ варианта	Размер площадки	Число площадок		Число деревьев		
		на участке	на 1 га	на 1 м <sup>2</sup> площадки	на 1 га суммарной поверхности площадок	на 1 га площади участка
I	1×2 м	100	200	100	40000	1600
II	1×2 м	90	200	50	20000	800
III	1×2 м	96	200	25	10000	400
IV	1×2 м	126	200	10	4000	160

Таблица 2

*Таксационная характеристика древостоев сосны в возрасте 56 лет по вариантам посадки*

Таксационные показатели	Посадка гнездами по вариантам			
	I	II	III	IV
Начальная густота, экз/га	40000	20000	10000	4000
Текущая густота, экз/га	4270	3733	2883	1445
Средняя высота, м	11,4	12,4	13,4	17,0
Средний диаметр, см	9,1	9,8	11,2	16,7
Полнота	0,96	0,94	0,91	0,89
Запас, м <sup>3</sup> /га	194	199	210	256

**Результаты и их обсуждение**

В 2009 г. культуры были обследованы авторами по всем вариантам в два этапа. На первом из них выполнена систематизация «дефектных» площадок, т.е. площадок, на которых по какой-то причине не было возможности определить место лидирующих деревьев и оценить количественно краевой эффект. В результате обследования названные площадки подразделены на шесть категорий: площадки с полностью отмершими деревьями, возможно, по причине поражения корневой губкой, площадки с частично отмершими деревьями, площадки с числом сохранившихся деревьев от 1 до 3 разного рангового положения и хорошо сохранившиеся площадки с отсутствием лидирующих деревьев (табл. 3).

Установлено, что количество дефектных площадок увеличивается по мере снижения густоты посадки: от 6,2% при густоте 100 экз/м<sup>2</sup> до 31% при густоте 10 экз/м<sup>2</sup>. Повышение сохранности деревьев по мере увеличения густоты посадки является в данном случае проявлением эффекта группы.

На втором этапе обследованы хорошо сохранившиеся площадки с выраженным эффектом плотности и, соответственно, с хорошо идентифицируемыми деревьями-лидерами. Выявлено число лидирующих

деревьев на всей совокупности площадок в том или ином варианте и их расположение на площадке с выделением четырех категорий: в самом крайнем ряду, в 30-сантиметровой полосе от края площадки, по углам площадки и внутри нее (табл. 4).

Установлено, что какой-либо закономерности в изменении местоположения деревьев-лидеров в связи с густотой посадки нет. Но независимо от густоты посадки лишь 8-12% лидирующих деревьев находятся внутри площадок, а в 88-92% случаев они размещены в периферийной части площадок, в том числе 38-50% – в крайнем ряду, 9-22% – в 30-сантиметровой периферийной полосе, 25-34% – по углам площадок.

Таким образом, наличие чащеобразного вертикального профиля деревьев на площадках свидетельствует о том, что в 56-летнем возрасте гнездовых посадок сосны примерно в 90% случаев проявляется эффект плотности, когда межвидовая конкуренция уступает свою роль внутривидовой. Влияние межвидовой конкуренции в экотоне «биограмма – травяной ценоз», когда вертикальный профиль деревьев на площадке имеет выпуклую конфигурацию, проявляется лишь в 10% случаев.

Таблица 3

*Количественная характеристика «дефектных» площадок, исключенных из анализа краевого эффекта (в числителе – число экз., в знаменателе – % к общему числу)*

Варианты	Общее число обследованных площадок	Из них число «дефектных»	В числе «дефектных»					
			полностью отмершие	частично отмершие	сохранившиеся, но без деревьев-лидеров	площадки с числом сохранившихся деревьев разного рангового положения		
						1	2	3
I	303	19/6,2	8/2,6	2/0,7	5/1,6	1/0,3	1/0,3	2/0,7
II	300	41/13,7	8/2,7	6/2,0	17/5,7	3/1,0	3/1,0	4/1,3
III	290	32/11,0	4/1,4	2/0,7	17/5,9	4/1,4	2/0,7	3/1,0
IV	271	84/31,0	18/6,6	Нет	Нет	25/9,2	18/6,6	23/8,5

Таблица 4

*Количественная характеристика хорошо сохранившихся площадок, включенных в анализ краевого эффекта (в числителе – число экз., в знаменателе – % к общему числу)*

Варианты	Число обследованных площадок	Число лидирующих деревьев на площадках	В том числе расположенных			
			в крайних рядах	в 30-сантиметровой периферийной полосе	по углам площадок	внутри площадок
I	284	747/100	350/46,9	185/24,8	155/20,7	57/7,6
II	259	573/100	218/38,0	160/27,9	127/22,2	68/11,9
III	258	521/100	251/48,2	179/34,4	49/9,4	42/8,0
IV	187	469/100	236/50,3	123/26,2	58/12,4	52/11,1

Выявленный феномен хорошо согласуется с результатами других исследователей. В уникальном эксперименте с посевами различных древесных и кустарниковых пород в питомнике, нетронутым в течение 10 лет, показано, что все деланки приняли характерную форму «ванн» с одинаково угнетенными особями на их «дне» и чрезвычайно развитыми экземплярами по их периферии, независимо от того, была ли рядом поляна или деланка другой породы [16]. Аналогичное явление установлено В.И. Рубцовым в опыте с загущенными посадками сосны в площадке в условиях лесостепной зоны [17].

Совокупность таких выживших по периферии биогрупп особей К.М. Завадский называет «кольцевыми» группами и делает заключение, что даже при самом жестком отборе выживает какое-то количество «победителей» с высокой энергией роста [6]. Это соответствует одному из основных положений В.Н. Сукачева: «Внутривидовая конкуренция никогда не кончается уничтожением всех экземпляров данного вида на арене их взаимовлияний», и даже в условиях крайнего перегущения всегда выживают несколько «счастливых» [12, с. 41].

При групповой посадке сосны возникает вопрос учета конкурентных отношений не только внутривидовых, но и межвидовых, поскольку сосна в площадках (местах) подвергается более сильному конкурентному воздействию травянистой растительности, чем при сплошной посадке. При развитом травяном покрове отпад в 8-летних культурах сосны Владимирской области составил 46, а при его отсутствии – 11% [18]. Учет конкурентных воздействий особенно важен для засушливых районов в условиях дефицита влаги.

Согласно наблюдениям В.Г. Нестерова в Бузулукском бору сосна в первые годы жизни растет хуже в крайних рядах по отношению к средним вследствие конкуренции деревьев и степной растительности за влагу: высота культур в возрасте 26 лет повышается с 2,7 м у опушечных деревьев до 12 м в глубине участка, на расстоянии 19 м от опушки [19].

В культурах сосны ленточных боров Казахстана подавление роста опушечных деревьев травянистой растительностью наблюдается лишь до возраста 2-4 лет, когда отношение высот крайних и средних рядов составляет от 62 [52] до 85-87% [20]. Но к 22-26 годам по мере развития корневых систем и крон культуры крайних

рядов начинают подавлять травянистую растительность, и названное соотношение возрастает до 100-102%, а диаметров стволов – до 105-106%, т.е. начинает проявляться опушечный эффект [20].

Подобная возрастная смена межвидовой конкуренции на внутривидовую по отношению к периферийным деревьям установлена в культурах сосны, созданных на песках Саратовской области площадками 241 м в количестве 20, 50, 100 и 200 растений на площадке при числе площадок 200 на 1 га. В первые 3 года лучше растут центральные деревья, поскольку они не заглушаются травянистой растительностью и не испытывают стеснения в росте. Но затем ситуация меняется на обратную: срединные деревья в результате конкуренции за ресурсы замедляют рост и изреживаются, а периферийные деревья развивают боковую корневую систему и «подпитываются» за счет не занятого площадками пространства [21].

В полосных (кулисных) культурах островных боров Северного Казахстана (Аман-Карагайский бор) соотношение высот крайних и средних рядов неоднозначно, что связано с действием лимитирующего фактора – влагообеспеченности местообитания. На темно-каштановых почвах при недоступном для корней сосны уровне грунтовых вод в возрасте 11 лет это отношение составляет 62%, а к 25 годам возрастает до 84%, но отставание в росте крайних рядов от средних сохраняется на всем возрастном интервале. Напротив, на лугово-каштановых почвах при доступном для культур уровне грунтовых вод, т.е. при оптимальных для сосны почвенно-гидрологических условиях, травянистая растительность подавляется сосной, и к 22-23 годам имеет место краевой эффект при отношении высот крайних и средних рядов 108-112% [22].

Значительно сильнее выражен контраст между периферийными и центральными деревьями в площадках размером 1×1 м у 11-летних культур, созданных посевом в условиях Казахского мелкосопочника: соотношение высот названных деревьев составило 285%, т.е. наблюдается почти тройное превышение высоты крайних деревьев по отношению к срединным. К моменту учета на каждой площадке сохранилось по 30-50 сосенок. В тех же условиях при посеве сосны в площадки 0,5×0,5 м с размещением 2,5×2,5 м (1600 гнезд на 1 га) к возрасту 24 лет в результате самоизреживания осталось

2-3 дерева в площадке, и сосны соседних площадок сомкнулись кронами [23].

На песках лесостепной подзоны (Воронежская обл.) краевой эффект в площадках (1×1 и 2×2 м, соответственно, 50 и 85 сеянцев на 1 м<sup>2</sup>) культур сосны проявляется уже к 5-летнему возрасту: отношение высот крайних (по углам площадки) и срединных деревьев составляет в первом случае 135% и во втором – 155% [17]. К 10-летнему возрасту при густоте посадки в площадки 100 экз. на 1 м<sup>2</sup> произошел 100%-ный отпад срединных деревьев. В тех же условиях при посадке 12 сеянцев в площадки размером 1,5×1,5 м к 60-летнему возрасту уцелели лишь периферийные сосны [10].

### Заключение

Таким образом, в условиях дефицита влаги и элементов питания опушечные деревья испытывают сильное конкурентное воздействие со стороны травянистой растительности и уступают в росте срединным деревьям. В благоприятных для сосны условиях всегда проявляется опушечный эффект, когда крайние деревья растут интенсивнее срединных, и лишь они выживают с возрастом, а деревья в середине биогрупп выпадают. В любом случае, независимо от реакции краевых деревьев на внутри- и межвидовую конкуренцию, в условиях сильного задержания при отсутствии ухода групповые культуры отличаются более высокой устойчивостью, а в первые годы – и лучшим ростом.

### Библиографический список

1. Бирюкова З.П. Водный режим и устойчивость насаждений сосны в Северном Казахстане / З.П. Бирюкова, А.И. Верзунов, Л.Г. Мехедова, Г.И. Скоморохова // Лесоведение. – 1989. – № 1. – С. 97-103.
2. Рудаков В.Е. О причине усыхания сосны в Бузулукском бору / В.Е. Рудаков // Экология. – 1971. – № 3. – С. 89-91.
3. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. – 191 с.
4. Прохоров А.И. Временные рекомендации по новой оценке лесокультурного фонда бора Аман-Карагай Кустанайской области и мероприятия по его рациональному использованию / А.И. Прохоров, И.С. Крепкий, Н.Г. Орешкин, А.И. Верзунов, В.А. Усольцев,

Ю.А. Прохоров, И.Б. Камсков, Н.А. Силкина. – Алма-Ата: КазНИИЛХА, 1988. – 11 с.

5. Сукачев В.Н. О влиянии интенсивности борьбы за существование между растениями на их развитие / В.Н. Сукачев // ДАН СССР. – 1941. – Т. XXX. – № 8. – С. 752-755.

6. Завадский К.М. Перенаселение и его роль в эволюции / К.М. Завадский // Ботан. журн. – 1957. – Т. 42. – № 3. – С. 426-449.

7. Березюк И.Е. О густых посадках лесокультур / И.Е. Березюк // Тр. КазНИИЛХ. – 1959. – Т. II. – С. 40-49.

8. Чайковский Ю.В. Активный связный мир: опыт теории эволюции жизни / Ю.В. Чайковский. – М.: Товарищество научных знаний КМК, 2008. – 726 с.

9. Тимофеев-Ресовский Н.В. Генетика, эволюция, значение методологии в естествознании: лекции, прочитанные в Свердловске в 1964 г. / Н.В. Тимофеев-Ресовский. – Екатеринбург: Токмас-Пресс, 2009. – 240 с.

10. Рубцов В.И. Культуры сосны в лесостепи центрально-черноземных областей / В.И. Рубцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 316 с.

11. Кесслер К.Ф. О законе взаимопомощи / К.Ф. Кесслер // Тр. С.-Петербургского общ-ва естествоиспытателей. – 1880. – Т. XI. – № 1. – С. 124-136.

12. Сукачев В.Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений / В.Н. Сукачев // Сообщ. Ин-та леса АН СССР. – 1953. – Вып. 1. – С. 5-44.

13. Титов Ю.В. Эффект группы у растений / Ю.В. Титов. – Л.: Наука, 1978. – 151 с.

14. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

15. Аскарлов К.Ж. Рост и продуктивность культур сосны разной густоты местами в ленточных борах Прииртышья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / К.Ж. Аскарлов. – Алма-Ата: КазСХИ, 1974. – 23 с.

16. Бяллович Ю.П. К вопросу внутривидовых и межвидовых взаимоотношений / Ю.П. Бяллович // Бюллетень МОИП. Отд. биологии. – 1953. – Т. LVIII. – № 2. – С. 76-92.

17. Рубцов В.И. Опыт сгущенных посадок сосны в площадки / В.И. Рубцов // Ботан. журн. – 1954. – Т. 39. – № 3. – С. 394-402.



18. Исаченко Х.М. Вопросы первоначальной густоты культур / Х.М. Исаченко // Лесное хоз-во. – 1949. – № 6. – С. 4-9.

19. Нестеров В.Г. Основные черты процесса усыхания сосны / В.Г. Нестеров // Бузулукский бор. Т.1: Общий очерк и лесные культуры. – М.; Л.: Гослесбуиздат, 1949. – С. 65-78.

20. Вдовенко П.Н. К вопросу взаимодействия сосны и травянистой растительности в культурах ленточных боров Прииртышья / П.Н. Вдовенко // Леса и древесные породы Северного Казахстана: ботанические исследования. – Л.: Наука, 1974. – С. 122-126.

21. Смирнов Н.Т. Состояние культур сосны в зависимости от размещения растений и густоты посадки / Н.Т. Смирнов // Лесной журнал. – 1959. – № 4. – С. 53-59.

22. Крепкий И.С. Травяная растительность в лесных культурах Аман-Карагайского бора / И.С. Крепкий, Т.Н. Стихарева // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1986. – № 12. – С. 67-70.

23. Сидоров В.А. Опыты посева сосны на лесокультурных площадях в боровых лесхозах Казахского мелкосопочника / В.А. Сидоров // Тр. КазНИИЛХ. – 1965. – Т. V. – С. 83-94.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 09-05-00508).*



УДК 630.231

**М.В. Ключников,  
Е.Г. Парамонов**

## ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ НА ВЫРУБКАХ И ГАРЯХ В ПРИОБЬЕ

**Ключевые слова:** естественное возобновление, лесные культуры, сосна, береза, вырубка, гарь, условия местопрорастания, песчаные почвы.

### Введение

Резкое изменение экологических условий на вырубках и тем более на гарях вносят существенные изменения в интенсивность и направленность лесовосстановительного процесса, и главная роль при этом отводится породам-пионерам, в частности, сосне обыкновенной. За счет разлета семян и попадания их на минерализованные участки почвы, происходит массовое появление всходов, а так как температурные условия в Верхне-Обском массиве в июле на поверхности почвы не достигают критического значения для выживания всходов (58-60°C), то выживаемость самосева оказывается достаточно высокой.

Но естественное возобновление на вырубках и гарях имеет и свои отличительные особенности [1, 2]. В частности, на вырубках наряду с сосной появляется и

самосев березы, и корневые отпрыски осины, что в первые годы не наблюдается на гарях, где практически единственной породой является сосна, хотя гарь возникла на месте разнотравного типа леса. Второе отличие заключается в том, что на гари интенсивность появления подроста несколько ниже в сравнении с вырубкой, что можно объяснить отсутствием семян, которые сгорели вместе с подстилкой, а на вырубке всегда имеется определенный почвенный запас семян.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследований послужили вырубки 3-летней давности, 10-летние гарь в Верхне-Обском массиве и 20-летние гарь в Средне-Обском. Все работы выполнялись на пробных площадях (ОСТ 56-69-83) размером по 0,5 га, которых было заложено 12. Учет подроста проводился на учетных площадках размером 10 м<sup>2</sup>, закладываемых в количестве 20-25 шт. на пробной площади в соответствии с апробированным в лесоводстве методикам [3, 4, 6]. Подрост сосны, березы и осины