

УДК 630*23:582.475

Естественное и искусственное возобновление *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe в условиях Предгорного Крыма: особенности и отличия

Салтыков А. Н., Разумный В. В., Разумная А. М.

Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым, Россия
saltykov.andrey.1959@mail.ru, vladimir.razumnyj@mail.ru, allohka-fialohka@mail.ru

До настоящего времени сведения о способности искусственно созданных насаждений к естественному возобновлению крайне редки и достаточно противоречивы. В связи с этим оценка успешности возобновления лесов предгорной части Крыма, созданных в достаточно жестких природно-климатических условиях, представляет определенный научный интерес и имеет практическую значимость. Такая оценка является одним из критериев верификации гипотезы относительно их устойчивости, а также основанием для совершенствования мероприятий по ведению хозяйства в искусственно созданных лесах с доминированием сосны крымской – *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (*P. pallasiana* D. Don) (номенклатура по: Ена, 2012). В течение 2017 года были выполнены рекогносцировочные исследования и заложено 72 пробных площади, данные по которым использованы нами при выполнении сравнительного анализа пространственно-возрастной структуры ценопопуляций, возникших вследствие естественного возобновления лесных культур. На основании полученных данных выполнена оценка состояния 7–15-летних лесных культур в сравнении с естественным возобновлением *P. nigra* subsp. *pallasiana* с учетом того, что возрастная доминанта ценопопуляций подроста данной породы на опытных объектах представлена более широким возрастным диапазоном: от 7 лет до 21 года. Исследованиями установлено, что успешность искусственного, как, впрочем, и естественного возобновления определяется соответствием емкости экологической ниши биоэкологическим свойствам растений на определенной стадии их развития. Примеры успешного роста и развития естественным образом сформированных растительных группировок *P. nigra* subsp. *pallasiana* в границах искусственно сформированных лесных насаждений служат основанием для выдвижения гипотезы о наличии механизмов, определяющих устойчивость лесных культур во времени и пространстве. Выдвинутая гипотеза требует дальнейшей проверки с целью ее верификации, а также использования результатов изучения естественного возобновления при создании лесов, близких по структуре и составу к коренным, а следовательно, биологически устойчивым насаждениям.

Ключевые слова: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, подрост, молодняк, лесные культуры, ценопопуляция, биогруппа, экологический фактор, экологическая ниша, конкуренция, пространственно-возрастная структура, Предгорный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное облесение полуострова во второй половине прошлого столетия во многом определило современное состояние лесов из сосны крымской – *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (*P. pallasiana* D. Don) (номенклатура по: Ена, 2012) Предгорного Крыма (Докучаев, 1951; Цветков, 1957; Леса Крыма... 2003; Агапонов, Ковальский, 2004; Ковальский, Цыплаков 2006). С течением времени значительная часть лесных культур, перешедшая в категорию средневозрастных и приспевающих древостоев, образовала компактные лесные массивы. По данным последнего лесоустройства, общая площадь вновь созданных лесов из *P. nigra* subsp. *pallasiana* на исследуемой территории составляет 5 315,1 га. Средний возраст насаждений – 45 лет. Преобладают культуры, приуроченные к условиям относительно богатым (сложным сухим суборям, С₁) типам леса (65,3 %). Широкий спектр возрастной структуры лесных насаждений охватывает большую часть стадий развития лесов *P. nigra* subsp. *pallasiana*: от этапа смыкания кронового пространства до реализации репродуктивного потенциала насаждений в категорию самосева и подроста. Не менее разнообразно их жизненное состояние. Под влиянием комплекса экологических факторов процесс авторегуляции структуры лесного покрова наряду с успешными

вариантами обусловил и наличие отрицательной ответной реакции в тех случаях, когда экологическая ниша не соответствовала биоэкологическим особенностям лесобразующей породы. Допуская равную вероятность указанных событий, правомерно предположение относительно упорядоченности структуры лесных экосистем при условии завершенности жизненного цикла насаждений, когда процессы возобновления являются неотъемлемым их свойством. Отсутствие естественного возобновления может служить основанием для фальсификации положения относительно целесообразности сохранения лесных культур в современных границах, в то время как наличие жизнеспособных ценопопуляций подроста позволяет сформулировать прямо противоположный вывод.

До настоящего времени сведения о способности искусственно созданных насаждений к естественному возобновлению крайне редки и порой противоречивы (Салтыков, 2014). По итогам долговременных экспериментов далеко не в полной мере сформулированы выводы, касающиеся структурно-функциональных особенностей лесовозобновительного процесса, а их результаты, соответственно, не адаптированы в практику хозяйствования. В связи с этим целью работы является оценка успешного естественного возобновления *P. nigra* subsp. *Pallasiana* искусственно созданных насаждений в предгорной части полуострова. В то же время такая оценка является одним из критериев устойчивости созданных лесов, а также служит основанием для совершенствования мероприятий по ведению хозяйства в насаждениях с доминированием *P. nigra* subsp. *pallasiana*.

МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При разработке методики исследования учтено положение о том, что структура растительной группировки и емкость экологической ниши, как взаимообусловленные величины, динамичны в пространстве и времени (Джиллер, 1988; Злобин, 1993; Салтыков, 2014). Адаптация растений к условиям меняющегося многофакторного экологического пространства – закономерный процесс, который достаточно хорошо отображается посредством комплекса биометрических показателей. Эти же показатели могут быть использованы в качестве маркеров ниш возобновления (Салтыков, 2014). В частности, анализ комплекса таксационных и лесоводственных характеристик на фоне пространственно-временных закономерностей ценопопуляций позволяет акцентировать внимание на структурно-функциональных особенностях естественного возобновления и искусственно создаваемых насаждений.

Выполненные исследования можно с определенной степенью условности разделить на три этапа: подготовительный, включающий в себя рекогносцировочные наблюдения, основной, на протяжении которого выполнено формирование сети пробных площадей, и заключительный, посвященный анализу полученных данных. Результаты рекогносцировочного обследования лесов *P. nigra* subsp. *pallasiana* предгорной части полуострова позволили отобрать наиболее типичные объекты, на основе которых в дальнейшем была сформирована сеть пробных площадей. Изначально указанному этапу предшествовал анализ данных последнего лесоустройства лесничеств Белогорского района. При выполнении исследований принимались во внимание методики (Грейг-Смит, 1967; Злобин, 1976; Пятницкий, 1959; Санников, Санникова, 1985), частично адаптированные нами с учетом особенностей исследуемого процесса (Салтыков, 2014).

В рамках данной работы выполнена оценка состояния 7–15-летних лесных культур в сравнении с естественным возобновлением *P. nigra* subsp. *pallasiana* с учетом того, что возрастная доминанта ценопопуляций подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* на опытных объектах представлена более широким диапазоном: от 7 лет до 21 года. В обязательный перечень наблюдаемых биометрических показателей на пробных площадях включены: диаметр растений на уровне шейки корня и высоте груди (1,3 м), возраст, высота, прирост верхушечной оси за последний год, ширина кроны в двух диаметрально противоположных направлениях. Высота растения, прирост и ширина кроны устанавливались с точностью до 0,1 м, диаметр на уровне шейки корня и высоте груди – с точностью до 0,1 см. Наличие

достаточно большой выборки по комплексу вышеперечисленных показателей обеспечило необходимую точность опыта и послужило основанием для выявления закономерностей между установленными таксационными характеристиками растительных группировок. В ряде случаев на опытных объектах учитывался один из ведущих показателей, например диаметр на высоте груди или высота растения, а также устанавливались общее количество и особенности пространственного размещения растений на пробной площади. Дальнейшее сравнение полученных данных и анализ особенностей роста и развития лесных культур и естественного возобновления позволили объяснить причины, оказавшие влияние на успешность воспроизводства *P. nigra* subsp. *pallasiana*.

В течение 2017 года было заложено 72 пробные площади, данные которых использованы нами при выполнении дальнейшего сравнительного анализа. На начальном этапе выполнен анализ по результатам исследования семилетних насаждений искусственного происхождения и подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* с аналогичной возрастной доминантой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Семилетние культуры *P. nigra* subsp. *pallasiana* созданы в 2012 году двухлетними сеянцами местного происхождения. Посадке предшествовала плантажная обработка залежи и предпосадочная подготовка почвы. Схема посадки: 3 × 0,75 (м). Схемой смешения предусмотрено абсолютное доминирование *P. nigra* subsp. *pallasiana*, способ посадки – механизированный. Изначально густота посадки на данном объекте составляла 4,5 тыс. шт./га посадочного материала. В междурядьях выполнены уходы с применением культиватора ККН–2,25. Поскольку на опытных объектах была зафиксирована разная длительность уходов, то при формировании системы пробных площадей (ПП) опытные объекты заложены таким образом, чтобы можно было сравнить состояние и биометрические показатели *P. nigra* subsp. *pallasiana* на участках с разной датой их окончания. В частности, ПП № 9–12 заложены в условиях, где уходы были закончены в 2013 году, а ПП № 13–16 – где уходы выполнялись вплоть до 2014 года. Полученные результаты размещены в таблице 1.

Таблица 1

Биометрическая оценка 7-летних лесных культур на ПП № 9–16

№ пробной площади	Кол-во растений, тыс. шт./га	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Прирост, см	Крона, см	
					С–Ю	З–В
Система уходов за лесными культурами закончена в 2013 году						
9	2,0	1,45±0,19	67,25±3,61	23,9±1,16	41,25±2,93	37,55±3,06
10	1,8	1,56±0,23	59,56±4,50	21,39±2,00	35,50±3,85	37,40±4,19
11	1,8	1,61±0,22	65,67±4,74	21,67±1,29	42,12±4,51	38,06±4,46
12	0,9	1,61±0,33	60,89±4,81	21,33±2,24	38,57±6,48	32,57±3,15
Среднее	1,6	1,56±0,04	63,64±1,85	22,07±0,61	39,36±1,49	36,40±1,28
Система уходов за лесными культурами закончена в 2014 году						
13	1,8	2,55±0,20	86,83±5,07	32,94±2,35	63,06±4,56	55,78±3,66
14	2,2	3,11±0,18	86,86±3,15	26,59±1,23	58,91±4,04	64,68±3,85
15	1,7	2,06±0,22	74,65±5,06	24,23±1,22	62,71±6,29	52,71±4,83
16	2,3	2,39±0,22	86,48±4,89	28,56±1,11	52,83±4,29	60,33±5,66
Среднее	2,0	2,53±0,22	83,71±3,02	28,08±1,85	59,38±2,38	58,38±2,62

Наблюдениями установлено, что густота семилетних культур колеблется от 900 шт./га до 2 300 шт./га, что как минимум в 2–5 раз меньше по сравнению с проектной величиной. Снижение рассматриваемого показателя связано с количеством выполненных уходов, что, в

свою очередь, согласуется с мнением большинства исследователей (Агапонов, Ковальский, 2004; Нилов, Корконосова, 1968; Шинкаренко, 1969; Шинкаренко, 1971). Так, на участке, где уходы за лесными культурами завершились в 2013 году, количество растений составляет от 900 до 2 000 шт./га. При продлении уходов на год число сохранившихся посадочных мест колеблется от 1 700 до 2 300 шт./га. Статистически достоверная разница в пользу большего числа уходов прослеживается и по комплексу биометрических показателей (табл. 1), прежде всего по диаметру, высоте и приросту верхушечной оси растений за последний год.

Достаточно объективной характеристикой успешного роста искусственно созданных лесных насаждений является сомкнутость кронового пространства. В период смыкания лесные культуры переходят в качественно иную категорию, а именно – покрытую лесом площадь. Система уходов истощает себя по причине того, что сформированное насаждение в полной мере обладает средообразующими функциями. Принимая во внимание результаты проекции крон в пределах двух рассмотренных нами вариантов (табл. 1) и оценивая максимальную (0,2) и минимальную величины (0,1) проективного покрытия, можно предполагать, что ожидаемый период смыкания превысит 10-летний возраст насаждений. Полученные нами данные (табл. 2) являются дополнительным подтверждением тому, что в десятилетнем возрасте культуры с трехметровыми междурядьями не обладают единым кроновым пространством. Так, например, замеры линейных значений крон на опытных объектах (ПП № 1–8) не превышают аналогичных показателей для семилетних культур (ПП № 9–16). Такое же заключение правомерно относительно средней высоты растений, которая в условиях десятилетней культуры *P. nigra* subsp. *pallasiana* не превышает метровой отметки.

Таблица 2

Биометрическая оценка 10-летних культур *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* на опытных объектах

№ пробной площади	Кол-во растений, тыс. шт./га	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Прирост, см	Крона, см	
					С–Ю	З–В
1	3,8	2,68±0,17	74,32±4,04	20,37±2,35	57,57±3,19	50,38±3,46
2	1,7	2,32±0,42	62,18±7,79	15,06±1,74	45,24±7,90	45,88±7,90
3	1,4	3,29±0,56	72,71±8,54	15,93±2,36	52,64±8,98	52,29±9,47
4	0,7	2,71±0,26	71,00±7,85	17,14±3,26	62,29±4,78	52,00±5,10
Средняя	1,9	2,75±0,20	70,05±2,71	17,13±1,16	54,44±3,64	50,14±1,48
5	2,7	2,33±0,22	69,00±4,63	19,67±1,50	57,50±5,25	55,58±5,63
6	2,8	3,02±0,31	75,75±5,22	16,32±1,42	53,85±4,69	54,30±5,34
7	1,0	2,65±0,54	70,60±9,87	15,80±2,61	56,50±8,05	55,00±10,50
8	0,7	2,21±0,47	64,43±10,82	15,29±3,75	48,83±10,26	48,17±8,72
Средняя	1,8	2,55±0,18	69,95±2,33	16,17±0,98	54,17±1,94	53,26±1,72

Общая и характерная черта десятилетних культур – это значительное варьирование густоты растений (0,7–3,8 тыс. шт./га) и максимальное ее снижение до 700 шт./га. При таком количестве сохранившихся растений условное среднее расстояние в ряду может достигать 20 м, а следовательно, вряд ли целесообразно предполагать перспективу кронового смыкания. При увеличении густоты растений в 4–5 раз наблюдается тенденция к формированию био групп подроста и смыканию крон в их границах. Тем не менее до настоящего времени на опытных объектах в десяти- и тринадцатилетнем возрасте (табл. 3.) достаточно хорошо просматриваются контуры междурядий. Даже при максимально возможной проективной поверхности крон в границах формирующихся био групп существует весьма заметное варьирование растений по высоте, обуславливающее разрывы кронового пространства как в горизонтальной, так и вертикальной его проекции. К тому же в результате закономерного и довольно интенсивного отпада нарушается регулярность размещения растений, заданная схемами посадки. Сформировавшиеся поляны и прогалины

активно осваиваются степным, луговым и злаковым разнотравьем, что с каждым разом все более усиливает конкуренцию со стороны растений экологических аналогов, способных заместить *P. nigra* subsp. *pallasiana*. Зачастую культуры *P. nigra* subsp. *pallasiana* представлены одиночными более или менее равномерно размещенными по площади растениями. Значительный отпад культур, низкая сомкнутость, в ряде случаев замена лесообразующей породы на экологические аналоги являются результатом несоответствия емкости ниши биоэкологическим свойствам *P. nigra* subsp. *pallasiana*, за которыми закономерно следуют процессы замещения. Полученные нами данные позволяют выдвинуть предположение о том, что процесс замещения лесных культур может принимать и более выраженные формы. Характерным примером являются культуры *P. nigra* subsp. *pallasiana*, созданные в квартале 7 выделах 11, 13, 16 Белогорского участкового лесничества в 2012 году. Схема посадки культур – 3 × 0,6 (м), густота – 5 тыс. шт./га. Приживаемость культур по итогам первого года составляла 54 %. Отсутствие системы уходов в течение пятилетнего периода привело к полному замещению *P. nigra* subsp. *pallasiana* на злаково-степную растительность.

Таблица 3

Сравнительная оценка лесных культур *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* на опытных объектах

№ пробной площади	Кол-во растений, тыс. шт./га	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Прирост, см	Возраст, лет	Крона, см	
						С-Ю	З-В
9–16	1,8	2,39±0,22	86,48±4,89	28,56±1,11	7	52,83±4,29	60,33±5,66
1–8	1,9	2,68±0,12	71,22±2,22	17,22±0,83	10	54,90±2,19	51,97±2,24
21–36	1,8	4,87±0,40	155,10±3,15	35,78±0,79	13	100,58±2,29	106,20±2,55
17–20	3,0	6,45±0,51	3,85±0,18	48,17±1,87	15	189,47±6,87	192,40±9,44

В то же время многолетний опыт создания лесных культур в условиях Предгорного Крыма показывает, что процессом трансформации экологической ниши можно управлять, сопровождая его комплексом мероприятий, в данном случае совокупностью агротехнических приемов, тем самым обеспечивая достаточно устойчивое состояние культур. Подтверждением сказанному является пример успешного роста 15-летних культур *P. nigra* subsp. *pallasiana*, где изначально предусматривалась высокая плотность размещения растений в пространстве. В границах указанного варианта опыта при расстоянии междурядий 1,5 м и густоте растений до 10 тыс. шт./га на фоне своевременно выполненной системы уходов конкуренция со стороны злаково-степного разнотравья и ее последствия были сведены к минимуму. В данном случае емкость искусственно созданной ниши соответствовала биоэкологическим особенностям *P. nigra* subsp. *pallasiana*, по меньшей мере до этапа смыкания кронового пространства. Наличие лесной среды, обусловленной формированием единого кронового пространства, послужило гарантией дальнейшего успешного роста и развития культур. В настоящее время целесообразны лишь мероприятия по выращиванию высокопродуктивного и устойчивого насаждения. А именно – системное проведение рубок ухода, оптимизация полноты и сомкнутости насаждения, то есть прямо противоположный системе агротехнических мероприятий подход, цель которого – обеспечить успешный рост и высокую продуктивность будущего насаждения. Полученные данные по совокупности указанных опытных объектов приведены в таблице 3.

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать предварительный вывод о равнозначности формирования двух разных по емкости экологических ниш, соответствующих или не соответствующих процессу искусственного воспроизводства *P. nigra* subsp. *pallasiana*. Между крайними вариантами присутствует спектр переходных, в

той или иной мере отображающих комплементарность пары: ниша – состояние растений. Условием успешного роста искусственно созданных насаждений является качественная подготовка почвы под лесные культуры и ее поддержание в должном состоянии до периода смыкания кронового пространства.

Качество почвенного субстрата и исключение конкуренции злаково-степного разнотравья являются столь же жестко лимитирующими всплеск естественного возобновления экологическими факторами (Салтыков, 2014; Санников, Санникова, 1985). Исследованиями установлено, что большая часть объектов с наличием возобновления приурочена к противопожарным разрывам, разделяющим лесные массивы на функциональные зоны, и землям, вышедшим из-под сельскохозяйственного пользования. Внутри лесных массивов жизнеспособные ценопопуляции подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* локализованы и достаточно хорошо очерчены границами разрывов в пологе материнских насаждений. По внешнему их контуру ширина полосы с наличием благонадежного подроста и молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* составляет около 100 м, при этом плотность стояния растений заметно снижается с удалением от стен материнских насаждений. Подрост *P. nigra* subsp. *pallasiana* был встречен нами и под пологом созданных лесных культур. Отличительной чертой данной категории растений является незначительная численность на единицу площади и низкое жизненное состояние. С определенной долей условности можно сказать, что естественное возобновление *P. nigra* subsp. *pallasiana* на объекте исследования наблюдается повсеместно.

В границах существующих ценопопуляций подроста и молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* отчетливо прослеживаются как минимум два пика возрастного спектра: семи- (7 ± 1 год) и двадцатилетняя (21 ± 1 год). Соответственно, дата первого всплеска и формирования волны возобновления – 1997 ± 1 год, следующего – 2010 ± 1 год. Ценопопуляции подроста и молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* жизнеспособны и представлены достаточно большими по площади растительными группировками, закономерно размещенными в пространстве лесных массивов данной породы (рис. 1).

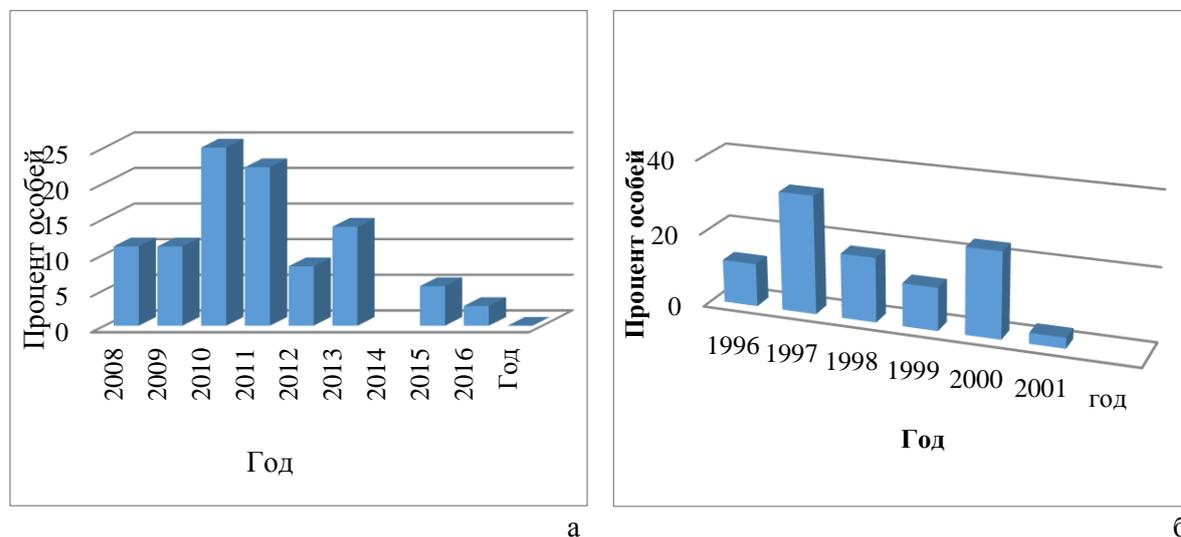


Рис. 1. Возрастной спектр ценопопуляций подроста: с семилетней (а) и с двадцатилетней (б) возрастной доминантой

Опыт исследований, выполненных нами в условиях семиаридной зоны, позволяет выдвинуть предположение о том, что количество всплесков возобновления могло быть большим (Салтыков, 2014). Однако зафиксировать все возможные варианты популяционных всплесков в условиях компактного по площади лесного массива не представляется возможным. Тем не менее полученные данные позволяют провести краткую оценку особенностей пространственно-возрастной структуры сформированных ценопопуляций.

Прежде всего, это контагиозность размещения растений, наличие единого сомкнутого пространства и густота растений, в 3–10 раз превышающая аналогичный для лесных культур показатель. Даже при минимально зафиксированной нами плотности стояния растения образуют достаточно плотные группировки. В результате отличия пространственного рисунка субценопопуляционных фрагментов по сравнению с культурами будут более чем заметны. Групповое размещение растений в пространстве определяет не только пространственно-возрастные характеристики рассматриваемого процесса, но и устойчивость растений к воздействию неблагоприятных экологических факторов (Гончар, 1957; Гончар, 1957; Середин, 1964; Середин, 1969; Середин, 1969). Анализируя комплекс биометрических показателей, следует подчеркнуть, что они сравнимы с ранее полученными данными для лесных культур того же возраста (табл. 4).

Таблица 4

Биометрическая оценка ценопопуляций подроста *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* с семилетней доминантой возрастного спектра

№ пробной площади	Кол-во растений, тыс. шт./га	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Прирост, см	Возраст, лет	Крона, см	
						С–Ю	З–В
37	16,0	1,54±0,22	94,22±7,16	19,79±1,99	6,57±0,28	42,88±4,48	43,85±4,70
39	24,9	1,38±0,18	74,95±6,54	21,08±1,77	7,36±0,34	38,33±3,52	37,19±3,56
39а	10,5	1,47±0,15	72,59±2,95	20,39±1,34	6,93±0,21	40,54±2,82	40,43±2,93
44	5,3	2,26±0,29	97,00±7,89	24,17±1,69	6,97±0,24	60,40±5,01	55,00±4,79

Существенное отличие между ними состоит в том, что в условиях плотной популяционной упаковки процессы дифференциации растений, как обязательный признак и свойство таких группировок, влекут за собой их расслоение на различные по функциональному назначению единицы. В качестве иллюстрации сказанного приведем данные ПП № 39 в сравнении с биометрической оценкой семилетних культур *P. nigra* subsp. *pallasiana*. В том и другом случае за основу сравнения приняты максимальные значения плотности растений. Общее количество подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* на первом объекте достигает 24,9 тыс. шт./га, в то время как для семилетних культур максимальное их число составило лишь 2,3 тыс. шт./га. Разница в численности растений, как минимум, десятикратная. При этом 48 % (11,9 тыс. шт./га) от общего количества ценопопуляции подроста составляют растения высотой до 50 см (рис. 2).

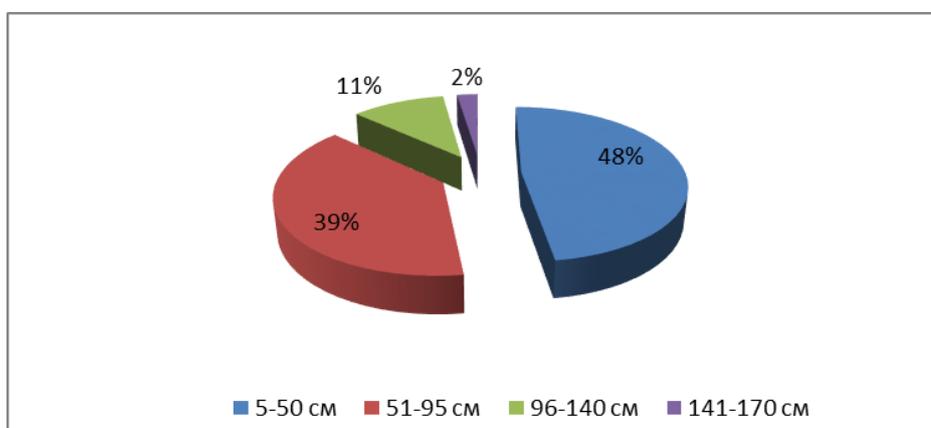


Рис. 2. Долевое участие семилетнего подроста *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* в распределении по классам высот

Близкая по количеству доля растений представлена группой от 51 до 140 см (50 %), и около 600 растений (2 %) отнесены к группе с высотой в два-три раза, превышающей средний показатель. Таким образом, к семилетнему возрасту можно наблюдать разделение ценопопуляции подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* минимум на две практически равные категории растений: с высотой меньше средней, отставших в росте и зачастую угнетенных и группу заметно превосходящей упомянутый показатель. Средняя высота, отставших в росте и развитии растений, составляет $31,12 \pm 1,11$ см, численность до 12 тыс. шт./га. Принимая во внимание жизненное состояние и биометрические показатели указанной категории подростов, следует подчеркнуть, что процесс самоизреживания, следующий за дифференциацией является неотъемлемой чертой и обязательным признаком формирования лесного насаждения. В связи с этим, допустимо предположение о том, что указанная группа растений, выполнив средообразующую функцию, переходит в категорию естественного отпада. Закономерный с течением времени уровень снижения плотности упаковки ценопопуляции является причиной динамики лесоводственно-таксационных показателей. Вероятные, и в то же время достаточно условные варианты изменения биометрических показателей указанного фрагмента ценопопуляции в зависимости от численности слагающих его растений отражены в таблице 5.

Таблица 5

Сравнительная оценка биометрических показателей *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* на опытных объектах при разной густоте растений на единице площади

№ пробной площади	Кол-во растений, тыс. шт./га	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Прирост, см	Возраст, лет	Крона, см	
						С-Ю	З-В
39	24,9	$1,34 \pm 0,19$	$57,97 \pm 2,13$	$21,08 \pm 1,77$	$7,11 \pm 0,33$	1,1	1,1
39-I	17,6	$1,55 \pm 0,20$	$72,41 \pm 2,21$	$23,77 \pm 1,72$	$7,67 \pm 0,27$	0,9	0,9
39-II	12,9	$1,70 \pm 0,22$	$82,98 \pm 2,41$	$25,85 \pm 1,59$	$7,92 \pm 0,27$	0,9	0,8
39-III	9,1	$1,9 \pm 0,23$	$93,54 \pm 2,70$	$27,61 \pm 1,54$	$8,09 \pm 0,29$	0,7	0,6
39-IV	2,3	$2,62 \pm 0,27$	$124,61 \pm 4,38$	$31,33 \pm 2,22$	$8,08 \pm 0,38$	0,3	0,2
16-ЛК	2,3	$2,39 \pm 0,22$	$86,48 \pm 4,89$	$28,56 \pm 1,11$	7	0,3	0,2
39-V	0,9	$2,68 \pm 0,44$	$133,67 \pm 8,34$	$36,17 \pm 3,03$	$7,83 \pm 0,60$	0,1	0,1
12-ЛК	0,9	$1,61 \pm 0,33$	$60,89 \pm 4,81$	$21,33 \pm 2,24$	7	0,05	0,03
7-ЛК	1,0	$2,65 \pm 0,54$	$70,60 \pm 9,87$	$15,80 \pm 2,61$	10	0,1	0,1

Прогнозируемое снижение плотности стояния растений выполнено нами согласно установленным классам высот и численности растений в границах установленных классов. В первом варианте (39-I) при снижении густоты до 17,6 тыс. шт./га из общей выборки исключены 29,3 %, во втором (39-II) 48,2 %, в третьем (39-III) 63,5 % растений из нижних ступеней высоты. В четвертом варианте (39-IV) с целью сравнения биометрических показателей при одинаковой густоте естественно сформированных биогрупп и культур *P. nigra* subsp. *pallasiana* (16-ЛК) выполнено выравнивание их численности до 2,3 тыс. шт./га. В пятом густота субценопопуляционного фрагмента условно снижена до 0,9 тыс. шт./га. Такое снижение предусмотрено для того, чтобы можно было выполнить сравнение биометрических показателей с частью лесных культур (12-ЛК) достаточно часто наблюдаемых на опытных объектах. Также в рамках таблицы приведен фрагмент данных по 10-летним культурам *P. nigra* subsp. *pallasiana* (7-ЛК) с густотой (1 тыс. шт./га) (табл. 5).

Результаты сравнения позволяют зафиксировать отставание культур в росте по средней высоте, приросту верхушечной оси за последний год, сомкнутости кронового пространства по сравнению с семилетним подростом естественного происхождения и выявить близкие

значения лишь по диаметру (табл. 5). Таким образом, культуры *P. nigra* subsp. *pallasiana* при меньшей численности и, соответственно, большей площади питания растений и принятой системе агротехнических уходов не превышают основных таксационных показателей, свойственных подросту *P. nigra* subsp. *pallasiana*. Безусловно, категоричные утверждения в рамках данного исследования вряд ли приемлемы, поэтому изучение особенностей таксационной структуры ценопопуляций подроста и субценопопуляционных фрагментов необходимо продолжать. Тем не менее правомерно предположение о том, что причиной видимой разницы в комплексе биометрических показателей является пространственно-возрастная структура ценопопуляций подроста. По мнению исследователей, эта же особенность структуры сформированных био групп и субценопопуляционных фрагментов подроста и молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* во многом определяет устойчивость их роста и развития (Гончар, 1957; Гончар, 1957; Злобин, 1976; Пятницкий, 1964; Салтыков, 2014; Санников, Санникова, 1985; Середин, 1964; Середин, 1969; Середин, 1969).

Присутствие процветающего типа ценопопуляций подроста с наличием одной возрастной доминанты не дает оснований для оптимистичного прогноза процессов естественного возобновления, как, впрочем, и относительно перспективы успешного роста и развития сформировавшихся ценопопуляций. В условиях аридных зон периодически повторяющиеся засухи могут привести к необратимым последствиям, в том числе и гибели подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana*. О том, насколько устойчивы растительные группировки *P. nigra* subsp. *pallasiana* во времени и пространстве и насколько позитивна динамика основных биометрических показателей подроста, можно сделать выводы лишь на основе сравнительной оценки более старших по возрасту ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов. Установленный возраст, или значение доминанты возрастного спектра следующей генерации, составляет $20,97 \pm 0,27$ года. В настоящее время двадцатилетние молодняки *P. nigra* subsp. *pallasiana* отличаются успешным ростом и высоким жизненным состоянием. Густота молодняков естественного происхождения на момент выполнения наблюдений колеблется от 14,3 до 17,7 тыс. шт./га, что, как минимум, в 2,5–3 раза превышает численность посадочных мест на этапе создания лесных культур. Краткая оценка биометрических показателей ценопопуляции молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* приведена в таблице 6.

Таблица 6

Статистические характеристики основных показателей молодняков
Pinus nigra subsp. *pallasiana*

Показатели	Диаметр растения на уровне шейки корня, см	Высота растения, см	Возраст, лет	Крона	
				С–Ю	З–В
Среднее значение	$3,34 \pm 0,08$	$3,5 \pm 0,16$	$20,9 \pm 0,27$	$100,4 \pm 7,26$	$103,3 \pm 6,62$
Экссесс	0,78	-1,08	-1,08	-0,55	-0,12
Асимметричность	0,57	-0,53	-0,15	0,13	-0,04
Точность опыта	2,28	4,26	1,28	7,24	6,40
Варьирование	55,45	26,6	7,47	40,9	36,23

Высокая сомкнутость кронового пространства (>1), позитивная динамика основных таксационных показателей на фоне данных предыдущей семилетней ценопопуляции и современное состояние молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana* являются основой для прогноза дальнейшего их успешного роста и развития. Кроме того, наличие как минимум двух различных по возрасту ценопопуляций позволяет сделать предварительный вывод о том, что данному процессу свойственна периодичность повторения во времени. В свою очередь, цикличность естественного возобновления является основанием для утверждения о том, что с каждым последующим всплеском и адаптацией подроста будут освоены все потенциально возможные для реализации процесса экологические ниши.

Примеры успешного роста и развития естественным образом сформированных растительных группировок *P. nigra* subsp. *pallasiana* в границах искусственно сформированных лесных насаждений служат основанием для выдвижения гипотезы о наличии механизмов, определяющих их устойчивость во времени и пространстве. Выдвинутая гипотеза требует дальнейшей проверки с целью ее верификации, а также использования опыта естественного возобновления при создании лесов, близких по структуре и составу к коренным, а следовательно, биологически устойчивым насаждениям.

ВЫВОДЫ

1. Успешность искусственного восстановления *P. nigra* subsp. *pallasiana* в каждом конкретном случае зависит от того, насколько соответствует среда или экологическая ниша их нормальному росту и развитию. В рамках рассматриваемого процесса можно наблюдать формирование двух разных по емкости экологических ниш, соответствующих или не соответствующих процессу воспроизводства *P. nigra* subsp. *pallasiana*.

2. Главным и необходимым условием успешности роста культур является должная система уходов за созданными культурами. Оптимизировать режим выращивания культур возможно путем улучшения комплекса агротехнических приемов, а также увеличением числа посадочных мест при создании лесных культур. В условиях аридных зон увеличение густоты посадки позволит сократить сроки смыкания искусственно созданного насаждения, а, следовательно, снизить риски неоправданно высокого отпада растений на этапе лесокультурного производства.

3. Для естественным образом сформированных группировок изначальная высокая плотность стояния растений и сомкнутость кронового пространства является обязательным условием их существования и отличительной чертой по сравнению с лесными культурами. Растительным группировкам самосева и подроста *P. nigra* subsp. *pallasiana* присуща отчетливая закономерность размещения в пространстве. Объекты с наличием возобновления приурочены к различного рода разрывам в пологе лесных насаждений, а также внешним контурам лесных массивов. Объединяющим началом всплеска возобновления, наряду с обильным семеношением насаждений, является устранение конкуренции злаково-степного разнотравья на этапе старта ценопопуляций подроста.

4. Отличительной особенностью естественного возобновления является наличие хорошо выраженных доминант возрастного спектра подроста и молодняков *P. nigra* subsp. *pallasiana*. Так, например, установлено, что дата первого всплеска и формирования волны возобновления – 1996 ± 1 год, последнего – 2011 ± 1 год. Количество всплесков возобновления могло быть большим, но далеко не всегда указанный процесс имеет завершенность в виде формирования жизнеспособных ценопопуляций подроста. Цикличность процессов естественного возобновления является основанием для утверждения о том, что с каждым последующим всплеском и адаптацией подроста к комплексу экологических факторов будут освоены все потенциально возможные ниши для реализации процесса.

5. Примеры успешного роста и развития естественным образом сформированных растительных группировок *P. nigra* subsp. *pallasiana* в границах искусственно сформированных лесных насаждений служат основанием для выдвижения гипотезы о наличии механизмов, определяющих их устойчивость. Тем не менее выдвинутая гипотеза требует дальнейшей проверки с целью ее верификации, а также использования опыта естественного возобновления при создании лесов, близких по структуре и составу к коренным, в полной мере соответствующим природно-климатическим особенностям Предгорного Крыма.

Список литературы

- Агапонов Н. Н., Ковальский А. И. Путеводитель по объектам лесной мелиорации горного Крыма. – Симферополь, 2004. – 142 с.
- Гончар М. Т. Биологические группы подроста в сосновых лесах юга лесостепи // Записки ХСХИ. – 1957. – Т. XVI. – С. 117–133.
- Гончар М. Т. О влиянии группового произрастания соснового подроста на условия микросреды // Записки ХСХИ. – 1957. – Т. XVI. – С. 135–150.
- Грейг-Смит П. Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 358 с.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша : монография. – М.: Мир, 1988. – 184 с.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. Соч. Т. VI. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – С. 13–102.
- Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова : монография. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
- Злобин Ю. А. Оценка качества ценопопуляции подроста древесных пород // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 72–79.
- Злобин Ю. А. Механизмы, лежащие в основе динамики популяций растений // Журн. общ. биол. – 1993. – Т. 54, № 2. – С. 210–222.
- Ковальский А. И., Цыплаков Н. И. Очерки истории крымских лесов. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2006. – 112 с.
- Нилов В. Н., Корконосова Л. И. Возобновление леса на веяниковых вырубках // Лесное хозяйство. – 1968. – № 7. – С. 24–26.
- Леса Крыма (прошлое, настоящее, будущее) / [А. Ф. Поляков, Н. М. Милосердов, Н. Н. Агапонов и др.]. – Симферополь: КрымПолиграфБумага, 2003. – 144 с.
- Пятницкий С. С. Методика исследований естественного семенного возобновления в лесах левобережной Лесостепи Украины. – Харьков, 1959. – С. 18–26.
- Пятницкий С. С. Лесовозобновление в условиях левобережной Лесостепи УССР // Лесоразведение и возобновление: научные труды ХСХИ. – 1964. – Т. XLV. – С. 3–23.
- Салтыков А. Н. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления придонских боров. – Харьков: ХНАУ, 2014. – 361 с.
- Санников С. Н., Санникова Н. С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / [отв. ред. П. Л. Горчаковский]. – М.: Наука, 1985. – 152 с.
- Середин В. И. Температура подроста сосны в различных местоположениях на лесосеке // Лесоразведение и возобновление: научные труды ХСХИ. – 1964. – Т. XLV. – С. 120–128.
- Середин В. И. Выживаемость подроста на лесосеках в сосняках Южной Левобережной Лесостепи УССР // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1969. – Вып. № 16. – С. 63–71.
- Середин В. И. Микроклимат и гидрологический режим лесосек в сосняках южной Левобережной Лесостепи УССР // Труды ХСХИ. – 1969. – Т. 86 (123). – С. 99–105.
- Цветков М. А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год / [ред. П. В. Васильев]. – М., 1957. – 213 с.
- Шинкаренко И. Б. Притупление роста молодняков сосны обыкновенной в Изюмском бору в связи с условиями местопроизрастания // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1969. – Вып. 18. – С. 65–71.
- Шинкаренко И. Б. Травянистая растительность как фактор угнетения сосновых молодняков // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1971. – Вып. 27. – С. 72–79.

Saltykov A. N., Razumny V. V., Razumnaya A. M. Natural and artificial resumption *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe in the conditions of foothill Crimea: features and differences // Ekosistemy. 2018. Iss. 14 (44), P. 31–41.

Until now, information about the ability of artificially created plantations to natural regeneration is extremely rare and quite contradictory. In this regard, the assessment of the success of the forest renewal in the foothill part of the Crimea, created in fairly harsh climatic conditions, is of definite scientific interest and has practical significance. Such an assessment is one of the criteria for verifying the hypothesis regarding their sustainability, as well as the basis for improving management measures in artificially created forests dominated by Crimean pine – *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (*P. pallasiana* D.Don) (nomenclature for: Yena, 2012). In connection with this, in 2017, reconnaissance studies were carried out and 72 trial plots were put in place, the data of which were used by us when performing a comparative analysis of the spatial-age structure of natural renewal and forest cultures. Based on the data obtained, the state of 7–15-year-old forest cultures was assessed in comparison with the natural renewal of *P. nigra* subsp. *pallasiana* with the difference that the age dominant of the cenopopulations of the growth of this breed on experimental objects is represented by a broader age range: from 7 years to 21 years. Studies have established that the success of artificial as well as natural renewal is determined by the compliance of the ecological niche capacity with the bioecological properties of plants at a certain stage of their development. Examples of successful growth and development of naturally-formed plant groups *P. nigra* subsp. *pallasiana* within the limits of artificially formed forest plantations serve as the basis for hypothesizing about the existence of mechanisms that determine the stability of forest cultures in time and space. The proposed hypothesis requires further verification with a view to its verification, as well as using the experience of natural renewal in the creation of forests that are close in structure and composition to indigenous, and therefore biologically stable, plantations.

Key words: *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, young plants, subgrowth, forest cultures, cenopopulation, bio group, ecological factor, ecological niche, competition, spatial-age structure, foothills Crimea.

Поступила в редакцию 11.02.18