

2. В июле, августе и сентябре с удалением от осушителя увеличиваются значения чистой продуктивности фотосинтеза. Такое изменение объясняется погодными условиями, которые сложились во время вегетационного периода.

3. Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза наблюдаются в июле (в среднем 9,3 г/м²-сут).

4. В июле и сентябре наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза отмечаются в хвое второго года. В августе же изменение значений чистой продуктивности фотосинтеза по возрастам хвои идет в порядке убывания, т.е. с увеличением возраста хвои происходит снижение продуктивности.

Литература

1. Некрасова Г.Ф., Киселева И.С. Экологическая физиология растений. Руководство к лабораторным и практическим занятиям. – Екатеринбург, 2008. – 157 с.
2. Феклистов П.А. Об изменении характера насаждений в зависимости от произрастания с разных сторон от осушителя // Экология и охрана растений Нечерноземной зоны РСФСР: межвуз. сб. науч. тр. – Иваново, 1981. – С. 75–78.
3. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Худяков В.В. Изменение экологических условий и рост северотаёжных сосняков после осушения. – Архангельск: РИО АГТУ, 1995. – 52 с.
4. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1997. – 140 с.
5. Феклистов П.А., Бирюков С.Ю., Федяев А.Л. Сравнительные эколого-биологические особенности сосны скрученной и обыкновенной в северной подзоне европейской тайги. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – 118 с.
6. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, А.С. Посевой [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 640 с.



УДК 630.181

О.Н. Тюкавина

СОСТОЯНИЕ И РОСТ СОСНЫ В ЛЕСОПАРКЕ ЯГРЫ

Ягринский лесопарк имеет важное природоохранное значение, высокую рекреационную привлекательность, испытывает значительное антропогенное воздействие. Для выявления его адаптационных возможностей изучены рост и состояние сосны. Установлено, что прибрежные насаждения антропотолерантны.

Ключевые слова: сосняк черничный, радиальный прирост, доля поздней древесины, влажность древесины, диаметр кроны.

О.Н. Tyukavina

THE PINE CONDITION AND GROWTH IN THE YAGRA WOODLAND PARK

The Yagrinsk woodland park has the important conservation significance, high recreational attraction and is exposed to the significant anthropogenic impact. In order to identify its adaptive capacities the pine growth and condition are studied. It is established that coastal plantations are anthropotolerant.

Key words: blueberry pine forest, radial growth, late wood proportion, wood moisture content, crown diameter.

Введение. В последние годы в связи со значительным антропогенным воздействием на побережье Двинского залива Белого моря у многих ученых возникает озабоченность не только по поводу качественного состояния насаждений, но и контроля над использованием территории и режимом посещения [1]. Неоднократно на территории острова Ягры проводились исследования. Почвы, напочвенный покров прибрежных насаждений описаны рядом авторов [2, 3, 4]. Однако встречаются лишь краткие сведения о морфометрических и физиологических особенностях сосны обыкновенной в Ягринском лесопарке [5]. Внешний облик деревьев, их анатомические и физиологические характеристики указывают на адаптационные возможности всего

древостоя. Следовательно, актуальной является проблема изучения состояния и роста сосны для принятия решений по повышению устойчивости насаждений зеленой зоны и эффективного управления особо охраняемыми природными территориями.

Цель исследований. Изучение состояния и роста сосны в функционально различных частях лесопарка.

Задачи исследований. Рассмотреть морфометрические характеристики сосны; изучить радиальный прирост и структуру годичного слоя; исследовать влажность древесины.

Материалы и методы исследований. При закладке пробных площадей использовали общепринятые в таксации методы [6] и методики [7, 8]. Для изучения радиального прироста и влажности сосны на пробных площадях отбирали 15 модельных деревьев, выбранных пропорционально представленности деревьев по ступеням толщины.

Результаты исследований и их обсуждение. Ягринский лесопарк входит в состав зеленой зоны г. Северодвинска, расположен в средней части острова Ягры между Двинским заливом Белого моря и р. Ягоркой. Территория лесопарка представляет собой низменную полосу суши площадью 422 га. На 80 % территория лесопарка представлена открытыми ландшафтами.

Условия лесопарка Ягры весьма разнообразны, что связано с уникальным ландшафтом и климатическими особенностями. Характерной чертой ландшафта является наличие 4 невысоких узких и плоских песчаных гряд (нерунгов) и понижений между ними (маршей), протянувшихся вдоль острова параллельно берегу Двинского рукава. Вглубь острова идет череда узких долин, покрытых тростником, и гряд с сосновыми средневозрастными насаждениями.

Континентальный климат смягчается воздействием моря. Он формируется под воздействием частой смены воздушных масс, поступающих из Арктики и Атлантического океана. Нередко вторгаются циклоны, принося пасмурную погоду с осадками: прохладную – летом, мягкую – зимой. Эти особенности, прежде всего климатические, влияют на рост и состояние деревьев.

На состоянии насаждений острова сказывается возрастающая в последние годы рекреационная нагрузка. Прибрежная часть лесопарка имеет повышенную рекреационную привлекательность, в связи с этим все гуще дорожная и тропинопная сеть.

Из города Северодвинска в лесопарк «Ягры» проходит асфальтовая автомобильная дорога, пересекающая его на всем протяжении с юга на север. Территория парка интенсивно посещается отдыхающими, особенно на тех участках, где сформировались стихийные пляжи, места отдыха населения и создан мемориал воинской славы в честь защитников Отечества. Меньшую антропогенную нагрузку несут сосновые насаждения в глубине острова.

В связи с этим рассматривались прибрежные насаждения, интенсивно посещаемые населением. Пробная площадь (ПП) №1 располагается за Воинским мемориалом (III стадия дигрессии), пробная площадь №2 (III стадия дигрессии) на расстоянии 100 м от береговой линии. Пробная площадь №3 (II стадия дигрессии) и пробная площадь №4 (II стадия дигрессии) располагаются на расстоянии 1000 и 1100 м соответственно от береговой линии (табл. 1). Исследования проводили в средневозрастных сосняках черничных с примесью березы.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей (ПП)

Номер ПП	Тип леса	Состав	Порода	Сред. высота, м	Сред. диаметр, см	Отн. полнота	Возраст, лет
1	Сосняк черн.	9С1Б	С	10,9	13,9	0,68	41
2	Сосняк черн.	9С1Бед.Е	С	10,0	14,2	0,75	41
3	Сосняк черн.	9С1Б	С	10,4	16,4	0,65	66
4	Сосняк черн.	10СедБ	С	6,6	10,4	0,78	47

Насаждения внешне схожи. Высота древесного полога порядка 10 м, среднеполнотный древостой, в напочвенном покрове доминирует черника. Древостои характеризуются пониженными высотами на всех пробных площадях. Возникает сложность в определении класса бонитета. Для островных древостоев не подходят региональные таблицы хода роста, так как они характеризуются сниженным ростом в высоту, сбе-

жистой формой ствола. Данные особенности позволяют деревьям противостоять порывам ветра. Ветер в свою очередь обеспечивает лучшую прогреваемость стволов в летний период, лучшее проникновение рассеянной солнечной радиации в полог насаждения. В результате повышается активность камбия. В связи с этим в прибрежных насаждениях диаметры деревьев больше, чем у деревьев, произрастающих в глубине острова. Следовательно, в прибрежной части для роста деревьев складываются более благоприятные условия, чем в глубине острова. Характеристика кроны деревьев сосны приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика кроны деревьев сосны

Номер ПП	Диаметр кроны, м	Протяженность кроны, м	Кол-во ветвей, шт.
1	1,3±0,1	5,3±0,5	29±2
2	3,4±0,4	5,0±0,4	25±2
3	4,2±0,4	4,8±0,3	31±1
4	3,1±0,4	3,9±0,3	24±2

Диаметр кроны у деревьев, растущих в насаждениях вдоль берега (ПП №1) на 61 % меньше, чем на ПП №2, и на 69 % меньше по сравнению с ПП №3. Различие между показателями достоверно (t от 5,3 до 6,6 при $t_{0,999} = 3,7$). Следовательно, в прибрежной зоне формируются деревья с узкой кроной, что позволяет устоять штормовым порывам ветра. На расстоянии примерно 100 м от береговой линии диаметр кроны достоверно не отличается от расположенной в глубине острова ПП №3, а также от диаметра кроны сосны, произрастающей на материке (Архангельский лесхоз) в сосняке черничном (4,88±0,62). Наблюдается тенденция увеличения ширины кроны дерева при удалении от береговой линии моря. Таким образом, ширина переходной зоны в насаждении от открытого пространства составляет 100 м.

Важным показателем роста является относительная высота, оценивающая рост, развитие и состояние древесных растений. Лучшим развитием характеризуются прибрежные насаждения, относительная высота составляет в среднем 0,74. В глубине острова относительная высота сосны составляет 0,53. Различие в относительной высоте между насаждениями при разной удаленности от береговой линии достоверно (t от 3,3 до 4 при $t_{0,99} = 2,8$).

Годичный прирост деревьев – это сложный биологический процесс, зависящий от многих экзогенных и эндогенных факторов. Прирост по радиусу обуславливается биологией древесной породы, её возрастом, экологией, изменчивостью условий среды и комплекса метеорологических факторов [9]. Поэтому годичный прирост древесины можно считать индикатором экологических и фитоценологических условий произрастания, показателем адаптированности растения к экстремальным факторам среды.

С целью сопоставления данных нами проанализирован 35-летний период прироста с 1975 по 2009 г. Радиальный прирост сосны в глубине острова изменяется в пределах от 0,9 до 1,7 мм. В 60-летних насаждениях он в среднем составляет 1,09±0,03 мм, в 47-летних – 1,24±0,02 мм. С увеличением среднего возраста на 13 лет радиальный прирост сократился на 12 %. Различие между радиальным приростом ПП №3 и ПП №4 достоверно ($t = 4,2$ при $t_{0,999} = 3,8$).

Радиальный прирост сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 1,3 до 2,9 мм. Наибольшая изменчивость данного показателя отмечается на ПП №2 (22,5 %). На расстоянии 100 м от береговой линии прирост сосны по диаметру в среднем составляет 1,98 ± 0,08 мм, около береговой линии – 1,70 ± 0,04 мм. Различие составляет 16 % (достоверно $t = 3$ при $t_{0,99} = 2,8$). Вероятно, принимая удары ветра на себя, деревья насаждений, примыкающих к береговой линии, снижают радиальные приросты. Следовательно, более благоприятные условия для прироста по диаметру в исследуемом районе складываются на ПП №2 на удалении 100 м от береговой линии. По сравнению с насаждениями в глубине острова радиальный прирост здесь достоверно увеличился на 60 % ($t = 8,7$ при $t_{0,999} = 3,8$).

В прибрежных насаждениях в динамике радиального прироста отмечается тенденция уменьшения прироста по диаметру в последние десятилетия (рис. 1). На пробной площади на расстоянии 100 м от береговой линии (ПП №2) до 1990 г. радиальный прирост был на уровне 2,5 мм. В последние годы он дошел до

уровня 1,5 мм. Это может быть связано с увеличением рекреационной нагрузки в последние десятилетия. На пробной площадке №1 в динамике радиального прироста отмечаются два максимума – в 1975 (2,27 мм) и 1989 гг. (2,19 мм) – и два минимума – в 1987 (1,45 мм) и 2007 гг. (1,33 мм). То есть выявляется цикличность изменения радиального прироста.

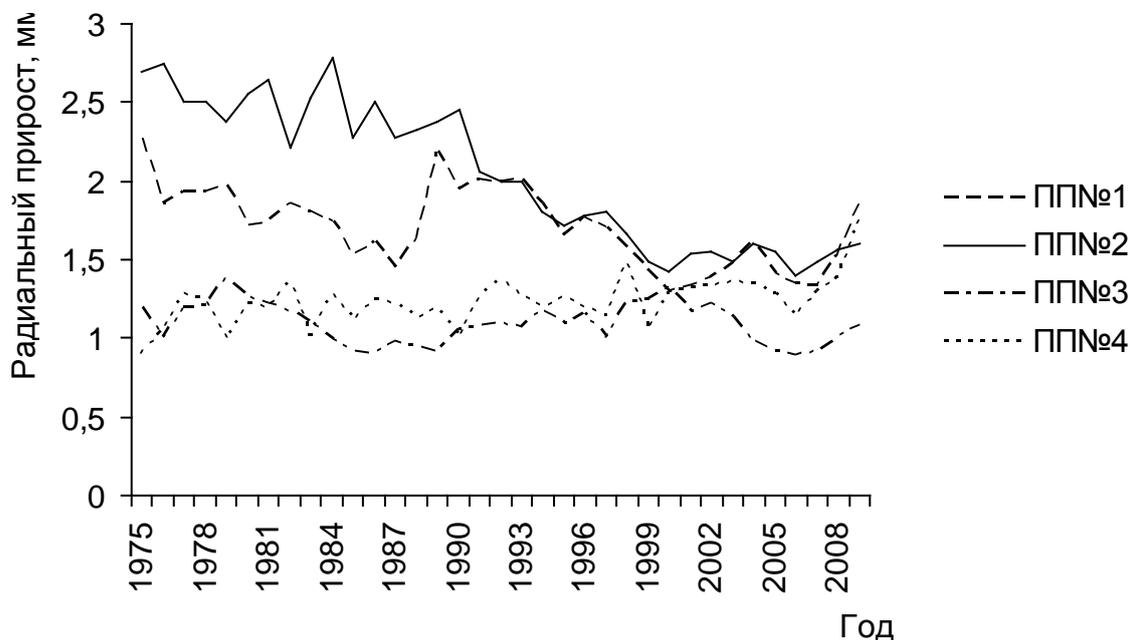


Рис. 1. Динамика радиального прироста сосны

Пробные площадки в глубине острова отличаются стабильностью радиального прироста. Изменение прироста по диаметру составляет порядка 0,5 мм.

Очень важной характеристикой годичного кольца является прирост поздней древесины. Этот слой состоит из мелких толстостенных клеток и определяет прочность древесины. В изменении прироста поздней древесины на разных пробных площадях отмечаются те же закономерности, что в приросте по диаметру (табл. 3).

Прирост поздней древесины сосны в глубине острова изменяется в пределах от 0,16 до 0,33 мм. В 60-летних насаждениях он в среднем составляет $0,26 \pm 0,01$ мм, в 47-летних – $0,3 \pm 0,02$ мм. Различие между показателями недостоверно.

Таблица 3

Характеристика древесины сосны

Номер ПП	Ширина слоя поздней древесины, мм	Доля поздней древесины, %	Влажность древесины, %	Влажность водопроводящей зоны древесины, %
1	$0,43 \pm 0,01$	$25,2 \pm 0,5$	$40,7 \pm 0,9$	$52,5 \pm 1,0$
2	$0,46 \pm 0,02$	$23,6 \pm 0,4$	$42,7 \pm 1,6$	$52,3 \pm 1,3$
3	$0,26 \pm 0,01$	$24,3 \pm 0,4$	$39,9 \pm 1,1$	$51,0 \pm 1,2$
4	$0,30 \pm 0,02$	$22,0 \pm 0,6$	-	-

Прирост поздней древесины сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 0,3 до 0,75 мм. Наибольшая изменчивость данного показателя отмечается на ПП №2 (21,4 %).

По сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями прирост поздней древесины сосны в прибрежных насаждениях достоверно увеличился на 53 % ($t = 5,7$ при $t_{0,999} = 3,8$).

Абсолютная величина поздней части древесины сама по себе мало характеризует качество древесины. В связи с этим высчитывается процент поздней древесины в кольце (табл. 3). Доля поздней древесины сосны в глубине острова изменяется в пределах от 16 до 29 %. В 60-летних насаждениях она в среднем составляет $24,3 \pm 0,4$ %, в 47-летних – $22,0 \pm 0,6$ %. С повышением среднего возраста на 13 лет доля поздней древесины увеличилась на 2,3 %, различие достоверно ($t = 3$ при $t_{0,99} = 2,8$). Доля поздней древесины сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 18 до 32 %. В насаждении, примыкающем к береговой линии, доля поздней древесины составляет $25,2 \pm 0,5$ %, а на удалении 100 м – $23,6 \pm 0,6$ %.

Различие между данными показателями недостоверно. По сравнению с насаждением в глубине острова (ПП №4) доля поздней древесины сосны в насаждении, примыкающем к береговой линии (ПП №1), достоверно увеличилась на 3,2 % ($t = 4,1$ при $t_{0,999} = 3,8$). Прослеживается тенденция увеличения доли поздней древесины с возрастанием относительной высоты (рис. 2).

Доля поздней древесины, %

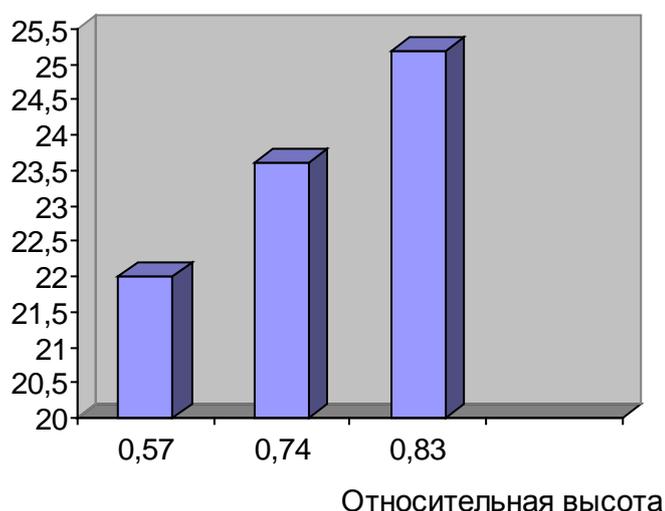


Рис. 2. Зависимость доли поздней зоны от относительной высоты

Влажность древесины – важный показатель состояния деревьев. Вода участвует во всех физиологических процессах растений, осуществляет их взаимосвязь с окружающей средой, обуславливая продуктивность как отдельных деревьев, так и древостоев в целом.

При проведении исследований мы исходили из гипотезы, что все годовые кольца имеют определенную влажность, но те из них, которые не участвуют в проведении воды, резко отличаются по ее содержанию от остальных колец. Самая влажная часть сечения является водопродводящей зоной ствола.

В среднем влажность древесины составила 41 % (табл. 3), влажность водопродводящей зоны – 52, внутренней зоны – 22 %.

На пробной площади около дороги (ПП №2) отмечается наибольшая влажность (42,7 %). Она характеризуется большим коэффициентом изменчивости (14,7 %). Различие между влажностью древесины на разных пробных площадях недостоверно. Отмечается лишь тенденция возрастания влажности древесины с увеличением ширины годовичного слоя.

Влажность водопроводящей зоны изменяется от 43 до 61 %. Различие между данным показателем на разных пробных площадях недостоверно и составляет от 0,2 % в прибрежных насаждениях до 5 % по сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями (табл. 3).

Длина водопроводящей зоны древесины сосны в среднем $41 \pm 3,3$ мм изменяется от 15 до 70 мм. Различие между длиной водопроводящей зоны недостоверно и составляет от 0,3 % в прибрежных насаждениях до 1,3 % по сравнению с насаждениями в глубине острова.

Заключение. Интенсивно посещаемые прибрежные насаждения характеризуются более высокими морфометрическими показателями, лучшими радиальными приростами по сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями. Следовательно, решающим фактором по влиянию на рост и состояние деревьев оказалась близость насаждений к береговой линии, т.е. влияние комплекса абиотических факторов.

По увлажненности древесины, а следовательно, физиологической активности деревьев различий на разных пробных площадях не отмечается. Повышение доли поздней древесины сосны прибрежных насаждений указывает на выносливость их к условиям среды, уклоняющимся от оптимальных.

На основании вышеизложенного можно сделать выводы об антропоотолерантности прибрежных насаждений. Однако динамика радиального прироста сосны прибрежных насаждений показывает снижение прироста по диаметру в последние десятилетия на 40 %, хотя в удаленных от береговой линии насаждений он остается стабильным. Очевиден факт ухудшения состояния деревьев в связи с усилением рекреационной нагрузки, в связи с этим необходимо разрабатывать мероприятия как по благоустройству прибрежной зоны, так и контролю за использованием территории лесопарка отдыхающими.

Литература

1. *Майорова Е.В.* Антропогенная трансформация и рекреационная привлекательность побережья Двинского залива Белого моря // VI Международный контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 56–57.
2. *Мазур Е.Н., Исакова О., Титова М.* Природа острова Ягры // Слово о людях и земле поморской. – Архангельск, 1993. – С. 100–108.
3. *Кочерина Е.В.* Сосняки на дюнных песках // Ценные природные территории Архангельской области. – Архангельск, 2010. – С. 33–35.
4. *Тюкавина О.Н.* Флора напочвенного покрова прибрежной части лесопарка «Ягры» / VI Междунар. контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 62–63.
5. Особенности сосны обыкновенной в крайнем северном приморском местообитании (на примере лесопарка «Ягры») / *П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, Е.В. Евдокимова* [и др.] / VI Междунар. контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 63–64.
6. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984. – 60 с.
7. *Гусев И.И., Калинин В.И.* Лесная таксация: учеб. пособие. – Л.: ЛТА, 1988. – 61 с.
8. *Сукачев В.Н., Зонн С.В.* Методические указания к изучению типов леса. – М., 1961.
9. *Русаленко А.И.* Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность. – Минск: Наука и техника, 1986. – 238 с.

