

УДК 630*561.24+502.4(470.12)

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ-ИНТРОДУЦЕНТОВ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. М. Корякина, Н. А. Дружинин, Ф. Н. Дружинин

Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н. В. Верещагина
160555, Вологда, с. Молочное, ул. Панкратова, 9а, корп. 7

E-mail: koryakina.dary@yandex.ru, drujinin.n.a@yandex.ru, drujinin@mail.ru

Поступила в редакцию 26.05.2023 г.

В научной литературе крайне мало работ по результатам многолетней интродукции. Полученные данные о насаждениях на ООПТ, включающие в свои составы древесные виды-интродуценты, важны как с теоретической, так и практической точек зрения. Насаждения на объектах садово-паркового искусства представляют научную, производственную и образовательную базу. Исследовались старовозрастные деревья, произрастающие на 18 объектах ООПТ Вологодской области. Установлено, что у 74 % сравниваемых древесно-кольцевых хронологий с учетом лесорастительных районов отсутствуют связи, у 16 % – она низкая, у 10 % – средняя. На основании денрохронологического и дендроклиматического анализов установлен относительный вклад различных факторов, с учетом биологических особенностей древесных пород на формирование годичных колец. Отмечается положительная реакция (отклик по радиальному приросту) на сумму положительных температур у дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) при значениях более 2000 °С. В свою очередь, отрицательный отклик зафиксирован у лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при сумме эффективных температур менее 1900 °С. Для сосны сибирской выявлено, что при уровне осадков более 300 мм и при сумме эффективных температур за вегетационный период менее 2000 °С радиальный прирост повышен. Выполненное исследование позволило дать заключение о том, что не для всех древесных видов интродуцентов, тепловой режим на Европейском Севере является лимитирующим фактором, что важно для введения древесных видов-интродуцентов в культуру в рассматриваемом регионе. Отсутствие своевременного ухода за насаждениями на ООПТ, неудачное сочетание древесных видов и агротехника формирования этих объектов отразились на замедлении темпов роста, особенно на начальных этапах роста и развития инорайонных древесных видов. Древесно-кольцевые хронологии получены для региона впервые, при сравнении они характеризуются высокой синхронностью между собой. Эти данные позволяют утверждать наличие связей и общих закономерностей в росте и развитии растений независимо от их территориального размещения, а все различия связаны только с индивидуальными особенностями роста и развития каждой древесной породы.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, памятник природы, интродуценты, стадии роста и развития, денрохронология, дендроклиматология, древесно-кольцевые хронологии, радиальный прирост.

DOI: 10.15372/SJFS20240610

ВВЕДЕНИЕ

Интродукция растений – это перенос и разведение растений за пределами их естественного ареала распространения. Данное селекционное направление с давней историей своими корнями уходит к первобытному обществу. По мере развития от стихийной деятельности оно приобрело черты осознанного методического характера.

Наиболее достоверные представления о возможностях интродукции дает практический опыт. Многие авторы отмечают, что благодаря своим морфологическим признакам, биологическим свойствам и экологическим требованиям деревья-экзоты, характеризуются высокой продуктивностью и перспективностью для их ввода в культуру (Бакулин и др., 2008; Коропачинский и др., 2011; Koropachinskii et al., 2011;

Коропачинский, Лоскутов, 2014; Мерзленко, 2017, 2018, 2019; Дружинин и др., 2018, 2020; Дубенок, 2020; Брынцев, 2022).

Следует отметить, что лесоразведение на Европейском Севере не соответствует темпам освоения природных богатств этого обширного региона. Имеющиеся центры интродукции малочисленны, а использование интродуцентов при воспроизводстве лесов крайне незначительное и ограничено в основном городским озеленением (Жуков, Черакшев, 2016).

На основе анализа литературных и архивных данных можно заключить, что интродукция растений на Европейском Севере большей частью связана с деятельностью ботанических садов. До настоящего времени работы в этом направлении еще продолжаются и не завершены. Отсутствуют сведения и данные о возможности культивирования экзотов, нет научно-методических обоснований ввода древесных видов-интродуцентов в культуру по объектам РФ. В связи с этим крайне важно использовать накопившийся опыт многолетней интродукции, который позволит комплексно решать стоящие перед лесным хозяйством задачи по повышению экологической продуктивности лесов.

По определяемым качественным и количественным показателям насаждений (таксационные показатели, санитарная оценка) в полной мере невозможно оценить жизнедеятельность (рост и развитие) интродуцированных растений и установить степень влияния факторов внешней среды на них. В связи с этим для комплексной оценки необходимо использовать помимо лесоводственных методы дендрохронологического и денроклиматического анализа данных.

В основном методы дендрохронологии и денроклиматологии применялись для оценки изменений природных условий, а в настоящее время используется в качестве фитоиндексации антропогенного воздействия на экосистемы. Их сущность заключается в том, что с учетом территориального размещения насаждений и лесорастительных условий радиальный прирост откладывается под воздействием различных экологических факторов (Schweingruber, 1988; Румянцев, 2015; Матвеев, Тимашук, 2019; Шиятов и др., 2000). Условно их можно разделить на две группы. Первая в той или иной степени связана с солнечной активностью, оказывающей большое влияние на температуру и количество осадков, которые находятся в причинно-следственной связи с солнечными циклами. Вторая группа обусловлена особенностями места

произрастания дерева: рельефом, почвой, ее температурой, уровнем грунтовых вод и их колебаниями, а также взаимоотношениями растительных организмов в древесном сообществе (Хох, Кузменков, 2016; Петров и др., 2021; Petrov et al., 2021; Lukashik et al., 2021).

Цель исследования – комплексная оценка роста и развития древесных видов-интродуцентов в насаждениях на особо охраняемых природных территориях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнены в Вологодской области на территории Вологодского («Старый парк» в с. Куркино, «Старый парк» в пос. Можайское, «Парк Мира», «Старый парк» в дер. Грибцово), Грязовецкого («Старый парк» в дер. Покровское, «Старинный парк в дер. Юрово», «Старый парк» в дер. Юношеское), Сокольского («Старый парк» в дер. Кузнецово, «Старый парк» в дер. Горка), Бабаевского («Старый парк» в с. Борисово-Судское), Верховажского (парк «Дудрова»), Великоустюгского («Липовая роща», «Старинный парк Спирино»), Устюженского («Старый парк» в пос. Даниловское, «Дендропарк» в г. Устюжье, «Старый парк» в дер. Большое Восное, «Сосновая аллея», «Старый парк» в пос. Михайловское) муниципальных районов. Основная часть (40 %) особо охраняемых природных территорий (ООПТ) выделена в период с 1982 по 1990 г.

Предметом исследования были количественные показатели роста древесных видов-интродуцентов по стадиям их развития, объектом исследования – старовозрастные деревья.

Дендрохронологическую оценку проводили на основе изучения и анализа радиальных приростов у древесных видов-интродуцентов. В ходе исследования с 2016 по 2021 г. на 18 объектах отобраны керны у паспортизированных древесных растений (Дружинин и др., 2018; Дружинин, 2020). Высота изъятия керна – до 50–60 см от шейки корня.

Все керны были сгруппированы в зависимости от расположения объектов исследования по лесному районированию и районам: Балтийско-Белозерскому (запад, центр, восток), южно-таежному (запад, центр). Ширину годичных колец измеряли на комплексе LINTAB-6 с использованием программного пакета TSAP, а качество датировки оценивали с помощью программного обеспечения COFESHA (Holmes,

Таблица 1. Глоссарий по статистическим показателям

Индекс	Показатель	Определение
Glk (Cх)	Показатель сходства или сходных интервалов	Отражает долю совпадающих увеличений и уменьшений прироста для двух серий годовичных приростов
CC	Коэффициент корреляции Пирсона	Показывает сходство двух древесно-кольцевых рядов (закономерность увеличения без фактического увеличения) с учетом возрастного тренда в сериях годовичных колец
CDI (CDI)	Индекс перекрестного датирования	Интегральный показатель, определяемый для двух серий ширины годовичных колец с учетом протяженности интервала пересечения на основе следующих статистических параметров: коэффициента синхронности (Glk), коэффициента корреляции (CC), <i>t</i> -статистики, критерия Стьюдента (TVBP, TVH) для сглаженных и несглаженных серий.
TV BP	<i>t</i> по Бэлли и Пильчеру	Показатель <i>t</i> после выравнивания кривой со скользящим средним значением с шириной полосы = 5 и логарифмирования по основанию <i>e</i>
TV H	<i>t</i> по Хольштайну	Показатель <i>t</i> после выравнивания кривой по возрастающему значению

1995). На основе анализа значений радиального прироста выполнялась оценка роста и развития доминантных видов по стадиям онтогенеза.

Для установления пригодности древесно-кольцевых хронологий для анализа определяли следующие статистические коэффициенты: коэффициент синхронности (Glk, Gleichlaufigkeit), коэффициент корреляции Пирсона (CC, Cross Correlation), индекс перекрестного датирования (CDI, Cross-Dating Index) (Huber, 1943; Eckstein, Bauch, 1969; Fritts, 1976; Жуков, Черакшев, 2016; Чернов и др., 2019; Агафонов и др., 2021; Agafonov et al., 2021; Рыгалова, 2022) (табл. 1).

Обобщенные хронологии по всем объектам исследования сравнивались между собой и объединялись в группы (Балтийско-Белозерский (запад, центр, восток); южно-таежный (запад, центр). При их построении использовались древесные образцы (керны), у которых проявлялась максимальная корреляция радиальных приростов друг с другом, что было необходимо для получения обобщенных и генерализированных дендрохронологических древесно-кольцевых хронологий.

Для датирования индивидуальных древесно-кольцевых хронологий в первую очередь было выполнено перекрестное датирование образцов между собой по каждой породе на каждой ООПТ с использованием перечисленных выше коэффициентов (Cherubini et al., 2020; Coulthard et al., 2020; Davis et al., 2020; Cherakshev, 2021).

Для устранения различий в возрасте с использованием программного обеспечения ARSTAN проводили стандартизацию абсолют-

ных значений, что позволило исключить индивидуальные особенности роста деревьев и учесть изменчивость в значениях радиального прироста по диаметру. Для установления влияния климатических переменных (суммы эффективных температур воздуха и атмосферных осадков за гидрологический год), лимитирующих рост и развитие древесных видов интродуцентов, выполнялся анализ отклика стандартизированной древесно-кольцевой хронологии. Для исключения влияния на значения радиального прироста нескольких предшествующих лет применялись Аг- и Агма-моделирование с учетом информационного критерия Акайка. Результатом стали «выбеленные» древесно-кольцевые хронологии.

Для оценки возрастных этапов развития применялась классификация Е. П. Смолоногова (1991), отражающая индивидуальное развитие каждого паспортизированного растения:

- возобновление (инфантильная стадия) – до 5 лет для хвойных пород, до 2 лет для лиственных;
- молодняк (первая ювенильная) – от 6 до 30 лет для хвойных древесных пород, от 2 до 10 лет для лиственных;
- жердняк (вторая ювенильная) – 30–40 лет для хвойных пород, 10–20 лет для лиственных;
- возмужалость (первая адолесцентная) – III и IV классы возраста;
- зрелость (вторая адолесцентная) – V класс возраста;
- старение и отпад (сенильная) – VI и последующие классы возраста.

На основе коэффициентов синхронности определялись различия в ширине соседних го-

дичных колец и оценивалось воздействие факторов среды на их формирование. На основании сравнения многолетних данных по выпавшим осадкам и суммам положительных температур за вегетационный период (май – октябрь) рассчитан гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова. Элементы климата моделировали посредством оценки передаточной функции через множество коэффициентов, применяемых к индексам прироста для получения климатических оценок. Передаточная функция получалась обращением функции отклика в определенном периоде инструментальных климатических данных. Надежность функции и адекватность моделирования обеспечивается посредством выбора хронологий, несущих в себе сильный и одинаковый климатический сигнал.

Индивидуальные хронологии по каждой древесной породе объединялись в обобщенные хронологии по объекту исследования. После получения индексированных рядов проводилось группирование для получения обобщенных рядов с усредненными показателями, построенное

на основе среднего арифметического робастного оценивания или максимальной моды. Это позволило составить из совокупности деревьев одного вида, произрастающих в различных типах местообитания, генерализированные древесно-кольцевых хронологии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках исследования определялся радиальный прирост и оценивался ход роста по стадиям развития (рис. 1).

Среднегодовой радиальный прирост у деревьев на ювенильной стадии варьирует от 0.33 см/год (липа мелколистная) до 0.51 см/год (лиственница сибирская). На этой стадии развития деревьев отмечаются наибольшие значения у всех пород-интродуцентов.

Наибольший среднепериодический радиальный прирост формируется на ювенильной стадии развития (34–66 % от общего прироста) у лиственницы сибирской и сосны сибирской.

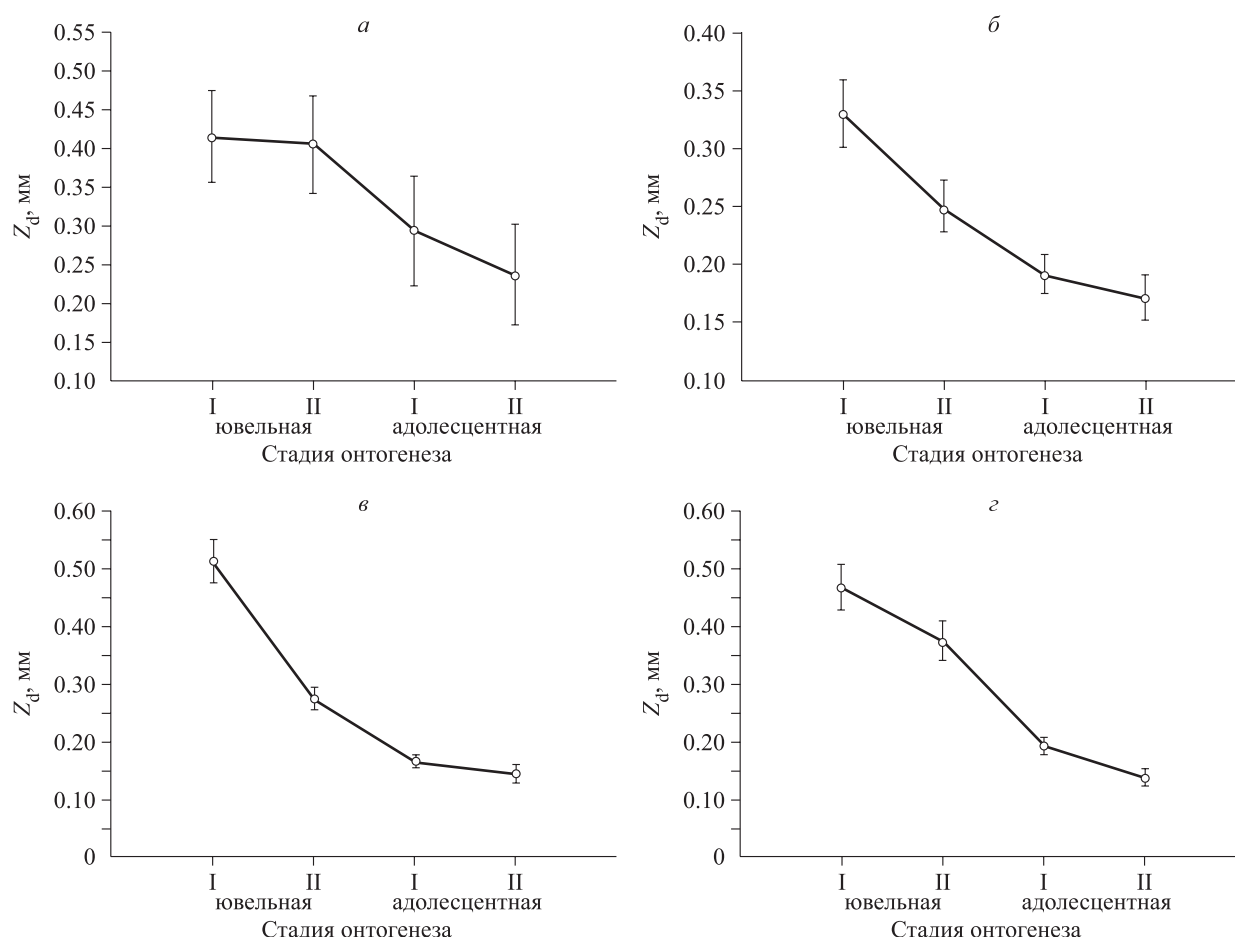


Рис. 1. Среднепериодический радиальный прирост доминантных видов на разных стадиях роста и развития. а – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.); б – липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.); в – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.); г – сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). Вертикальные столбцы обозначают $\pm$ стандартные ошибки.

Таблица 2. Статистический анализ обобщенных древесно-кольцевых хронологий

Вид	Сравниваемые обобщенные хронологии	Число лет перекрытия	Коэффициент		Древесно-кольцевые хронологии			Индекс перекрестных данных
			синхронности, %	корреляции Пирсона	обобщенные	<i>t</i> по Бэлли и Пильчеру	<i>t</i> по Хольштайну	
Д _ч	ЮТЗ и ЮТЦ	117	54	–0.23	2.5	2.3	2.2	12
К _с	ББВ и ЮТЦ	42	48	–0.15	0.9	1.6	0.8	6
Л _л	ББВ и ЮТЗ	120	44	0.33	3.8	0.6	1.7	5
	ББВ и ЮТЦ	142	51	0.26	3.2	1.2	1.7	8
	ЮТ и ЮТЦ	120	45	–0.23	2.5	1.9	1.4	7
Л _{сб}	ББЦ и ББЗ	27	54	0.29	1.5	0.2	0.8	3
	ББЦ и ЮТЦ	28	69	–0.09	0.4	2.4	1.8	14
	ББЦ и ЮТЗ	27	54	–0.04	0.2	1.1	1.2	6
	ББЗ и ЮТЦ	107	62	0.76	11.8	2.7	2.8	17
	ББЗ и ЮТЗ	107	51	–0.28	3.0	1.9	1.2	8
	ЮТЦ и ЮТЗ	152	58	–0.23	2.9	1.1	1.6	8

Примечание. Д_ч – дуб черешчатый; К_с – сосна сибирская; Л_л – липа мелколистная; Л_{сб} – лиственница сибирская; ЮТЗ, ЮТЦ – ООПТ западной или центральной части южно-таежного лесного района; ББЗ, ББВ, ББЦ – ООПТ восточной, западной или центральной части Балтийско-Белозерского таежного лесного района.

Для липы мелколистной наибольшие значения фиксируются на сенильной стадии (44 %), что связано, на наш взгляд, с особенностями их роста и условиями местопроизрастания.

На завершающем этапе (I подростная стадия) наблюдается постепенное снижение среднепериодического прироста. Минимальное значение на этой стадии онтогенеза составило 0.17 см/год (лиственница сибирская). Снижение энергии роста в последующие периоды связано с отсутствием уходов на ООПТ, с возрастанием внутривидовой и межвидовой конкуренции.

Синхронность изменения ширины годичных колец в обобщенных древесно-кольцевых хронологиях характеризовалась средними и высокими показателями (табл. 2).

Коэффициенты корреляции по древесным видам-интродуцентам и объектам исследования колебались от –0.28 до 0.80, коэффициенты синхронности – от 38 до 69 %, а между группируемыми индивидуальными древесно-кольцевыми хронологиями в большинстве случаев показали значительную и высокую тесноту связи.

Анализ обобщенных древесно-кольцевых хронологий позволил выявить наиболее сходные по полученным данным районы исследования и их части. В общей сложности получено четыре генерализированных древесно-кольцевых хронологий (рис. 2).

При их формировании для дуба черешчатого использовано 12 образцов, для сосны сибирской – 7, для липы мелколистной – 14, для лиственницы сибирской – 24. Длина древесно-кольцевых рядов составила от 145 кален-

дарных лет (для липы мелколиственной) до 170 у дуба черешчатого.

При этом значение радиального прироста у всех древесных видов-интродуцентов остаются на высоком уровне даже в возрасте старше 140 лет. Отмечены календарные годы, когда у липы мелколистной и дуба черешчатого происходит снижение темпов роста. В 1896–1901 гг. отмечено снижение прироста, не характерное для протекающих в этот период стадий развития. У сосны сибирской и липы мелколистной такая закономерность зафиксирована с 1941 по 1945 и с 1991 по 1995 г.

Абсолютные минимумы (пики спада) радиального прироста приходятся:

– у дуба черешчатого – на 1894, 1886, 1909, 1917, 1901, 1916, 1908, 1911, 2021 гг.;

– у сосны сибирской – на 1973, 1977, 1975, 2021, 1969 гг.;

– у липы мелколистной – на 1893, 1971, 1940, 1946, 1898, 1983 гг.;

– у лиственницы сибирской – на 1989, 1973, 1941, 1965, 1993, 1887, 1961, 1938, 1942 гг.;

По календарным годам отмечаются минимальные значения радиальных приростов, а именно:

– для лиственницы сибирской – 1941 г.;

– для лиственницы сибирской и сосны сибирской – 1973 г.;

– для дуба черешчатого, сосны сибирской – 2021 г.

После 1992 г. в древесно-кольцевых хронологиях не выявлено высоких значений радиальных приростов, они находятся в среднем диапазоне, за исключением липы и листвен-

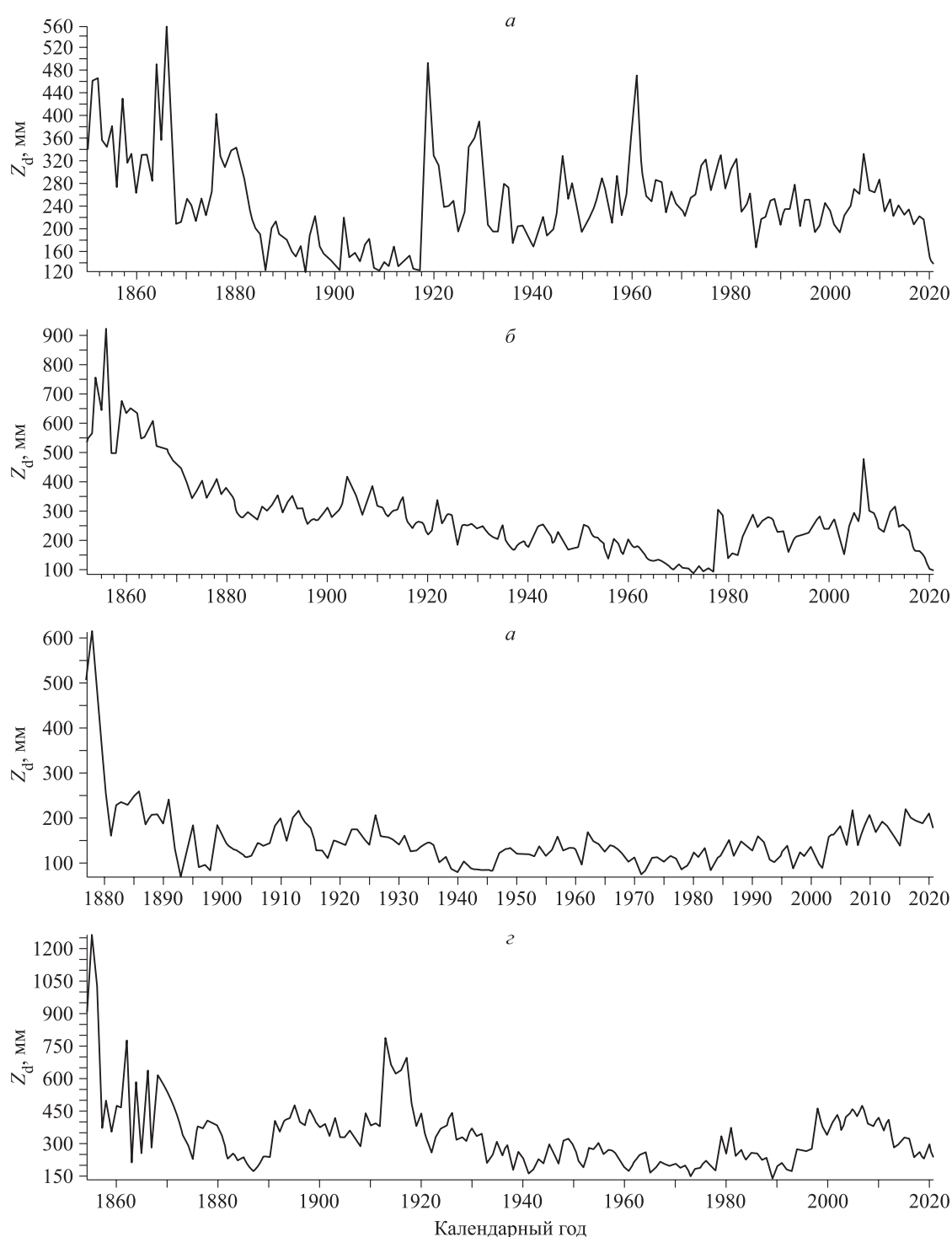


Рис. 2. Генерализованные древесно-кольцевые хронологии.

а – дуб черешчатый; б – сосна сибирская; в – липа мелколистная; г – лиственница сибирская.

ницы (2005, 2007, 2011 и 2018 гг.). Возраст растений на момент проведения исследования достигал у лиственницы 145 лет, у липы – 120, у дуба – 145 лет. Это обусловлено в первую очередь стадиями онтогенеза оцениваемых экземпляров.

Влияние температуры на радиальный прирост оценивалось в разном сочетании: это ме-

сячные, сезонные и годовые суммы температур окружающей среды, а также их сумма за вегетационные периоды (май–октябрь) предшествующего и текущего года роста деревьев. Полученные результаты, показали, что температура не вносит значимого вклада в формирование прироста. Для большинства объектов доля дисперсии не достигает 0.30.

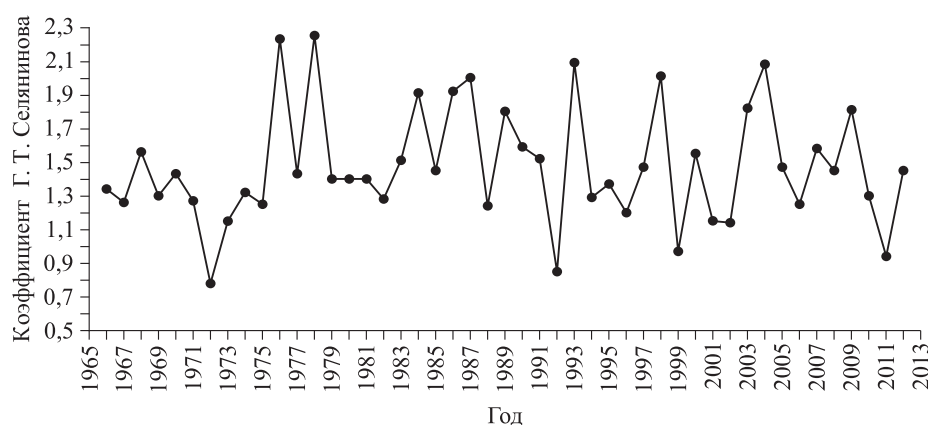


Рис. 3. Коэффициент Г. Т. Селянинова с 1965 по 2013 г.

По многолетней динамике (1965–2013 гг.) климатических переменных (осадки, температура) нами определен коэффициент Г. Т. Селянинова (рис. 3).

Значения по этому коэффициенту варьируют от 0,78 до 2,25. Оптимальные условия для роста древесных растений в условиях Вологодской области складываются при коэффициенте 0,8–1,2 (Корякина, Жаворонков, 2022).

Для среднемесячных температур и месячного количества осадков не получено достоверных коэффициентов корреляции ($R < 0,30$). Достоверный коэффициент, указывающий на обратную умеренную связь, получен только с суммой осадков осенних месяцев ($R = -0,31$).

Прирост деревьев в большей степени лимитируют осадки текущего гидрологического года и 2 предшествующих лет. При анализе сумм 3 гидрологических лет связь низкая и уже не влияет на прирост. Связь размера годичного кольца с количеством осадков вегетационного периода и текущего гидрологического года также низкая.

С учетом климатических переменных выделены следующие диапазоны по влажности: менее 200 мм, 200–300 мм и более 300 мм и по температуре: 1500–2000 и более 2000 °С. Согласно произведенной группировке данных по климатическим переменным, выявлены годы, максимально благоприятные для роста древесных видов-интродуцентов: 1972, 1992, 1999, 2011. Цикличность таких погодных условий составила в условиях Вологодской области за анализируемый период (с 1965 по 2013 г.) в среднем 9 лет.

Отмечаются периоды, когда не выявлено резких колебаний коэффициента Селянинова, а значит и погодных условий: 1969–1971; 1979–1981; 1994–1996; 2001–2002. При этом следует

отметить, что в некоторые календарные годы (1981, 1982) при равных значениях осадков (299 и 298 мм соответственно) и суммы положительных температур (2138 и 1864 °С) радиальный прирост у большинства древесных видов-интродуцентов превышал средние значения на 15 % и более (липа, лиственница и дуб).

Анализ реакции радиального прироста на климатические переменные показал, что при формировании благоприятных условий (коэффициент Г. Т. Селянинова от 0,9 до 1,1) реакция у древесных видов-интродуцентов следующая. Липа, дуб и лиственница реагирует в этот же год. При этом радиальный прирост увеличивается. У сосны сибирской такая закономерность проявляется и на следующий год.

В ходе комплексного анализа (лесоводственного, денрохронологического и денроклиматического) установлены следующие общие закономерности. Отмечается одинаковая реакция как на благоприятные, так и неблагоприятные погодные условия в 61 % случаев у сосны сибирской и лиственницы сибирской, которые мало требовательны к теплу; в 55 % случаях – у липы мелколистной и дуба черешчатого (средне требовательны к теплу). При этом следует отметить, что реакция у этих групп имеет свои особенности. При сумме эффективных температур за вегетационный период более 2000 °С у древесных видов-интродуцентов отмечается реакция в увеличении радиального прироста на протяжении всего оцениваемого периода. Отличительной особенностью для сосны сибирской является тот факт, что благоприятные условия для интенсивного роста создаются при уровне осадков не более 300 мм и сумме положительных температур в эти календарные годы 1800–2200 °С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате оценки роста древесных видов-интродуцентов по стадиям развития в многолетней динамике выявлено и зафиксировано снижение темпов роста, обусловленное в первую очередь возрастными этапами их формирования. Важно отметить, что растения по-разному реагируют на резкие изменения климатических переменных и других факторов. В целом по древесно-кольцевым хронологиям установлено, что старовозрастные деревья по всем древесным видам-интродуцентам на протяжении всех стадий развития одинаково откликаются на изменения абиотических факторов, обусловленных климатическими переменными в рассматриваемых лесорастительных условиях.

По результатам комплексного анализа установлен относительный вклад различных факторов (биологические, климатические), оказывающих влияние на изменения и трансформацию экосистем по выявленным особенностям формирования годичных колец на протяжении всего периода роста и развития древесных видов-интродуцентов.

На формирование ширины годичных колец наибольшее влияние оказывают выпадающие осадки с достаточно высокой теснотой связи по отдельным месяцам осени предыдущего и зимнего периода, предыдущего и текущего годов. Радиальный прирост деревьев в большей степени лимитируют осадки текущего гидрологического года и 2 предшествующих лет.

Отмечается положительная реакция – отклик на увеличение радиального прироста при суммах положительных температур у дуба и липы более 2000 °С. В свою очередь, установлен отрицательный отклик у лиственницы сибирской и сосны сибирской при сумме эффективных температур менее 1900 °С. Для сосны сибирской при уровне осадков за вегетационный период более 300 мм и при сумме эффективных температур менее 2000 °С отмечается повышение радиального прироста. Это позволяет заключить, что не для всех древесных видов-интродуцентов недостаточное количество тепла является лимитирующим фактором, что необходимо учитывать при их лесоразведении.

Выявлено, что отсутствие своевременных системных уходов за искусственно созданными насаждениями, неудачное сочетание древесных видов, согласно имеющимся историческим сведениям и результатам выполненного анализа данных, отразилось на замедлении роста ино-

районных видов, особенно на начальных этапах развития. Отсутствие уходов приводит к тому, что снижается не только производительность насаждений на ООПТ, но и ухудшается жизненное состояние экзотов, что приводит к разрушению объектов садово-паркового искусства.

Генерализированные древесно-кольцевые хронологии по древесным видам-интродуцентам получены для региона впервые. Эти хронологии характеризуются высокой степенью синхронности при их сравнении, что позволяет заключить о наличии общих закономерностей в росте и развитии растений независимо от их территориального размещения. Все различия обусловлены только индивидуальными особенностями роста и развития каждого древесного вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агафонов Л. И., Гурская М. А., Кукарских В. В., Бубнов М. О., Дэви Н. М., Галимова А. А. Островные боры Южного Урала и ленточные боры Алтая как объекты дендроклиматических исследований // Экология. 2021. № 5. С. 325–334.
- Брынцев В. А. Итоги интродукции видов рода *Abies* в Главном ботаническом саду РАН // Лесохоз. информ. 2022. № 1. С. 85–93.
- Древесные растения для озеленения Новосибирска / В. Т. Бакулин, Е. В. Банаев, Т. Н. Встовская и др. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2008. 303 с.
- Дружинин Н. А., Дружинин Ф. Н., Корякина Д. М., Цыплев С. В., Чухина О. В. Результаты и оценка многолетней интродукции на особо охраняемых природных территориях южно-таежного района // ИВУЗ. Лесн. журн. 2020. № 6. С. 74–87.
- Дружинин Ф. Н., Макаров Ю. И., Корякина Д. М. Паспортизация как средство мониторинга ценных древесных и кустарниковых растений // ИВУЗ. Лесн. журн. 2018. № 5. С. 94–104.
- Дубенок Н. Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии – РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. М.: Наука, 2020. 382 с.
- Жуков Р. С., Черкашев А. В. Анализ роста культур *Pinus sibirica* Du Roi в условиях интродукции Вологодской области с помощью методов дендрохронологии // Евраз. союз ученых. 2016. № 3 (24). С. 127–132.
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н., Томошевич М. А. Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России // Сиб. экол. журн. 2011. № 2. С. 147–170.
- Коропачинский И. Ю., Лоскутов Р. И. Древесные растения для озеленения Красноярска. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2014. 320 с.
- Корякина Д. М., Жаворонков Ю. М. Оценка роста и развития интродуцентов в структуре насаждений на особо охраняемых природных территориях Вологодской области // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды: Сб. материалов Всерос. школы-семинара, посвящ.

- пам. Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка, Пермь, 21–22 апреля 2022 г. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2022. С. 93–96.
- Матвеев С. М., Тимацук Д. А. Дендроклиматический анализ 200-летнего древостоя сосны обыкновенной в Воронежском биосферном заповеднике // Лесоведение. 2019. № 2. С. 93–104.
- Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учеб.-метод. пособ. / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов и др. Красноярск: КГУ, 2000. 80 с.
- Мерзленко М. Д. Рост хвойных интродуцентов в Западном Подмоскowie // Вестн. Алтай. гос. агр. ун-та. 2017. № 5 (151). С. 86–90.
- Мерзленко М. Д. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах Западного Подмоскowie // Вестн. Алтай. гос. агр. ун-та. 2018. № 1 (159). С. 72–77.
- Мерзленко М. Д. Лесоводственный опыт выращивания культур лиственницы в центре Русской равнины // Лесохоз. информ. 2019. № 4. С. 55–66.
- Петров И. А., Шушпанов А. С., Голуков А. С., Двинская М. Л., Харук В. И. Динамика древесно-кустарниковой растительности в горной лесотундре Восточного Саяна // Экология. 2021. № 5. С. 372–379.
- Румянцев Д. Е. Биологические основы изменчивости годичных колец // Фундамент. иссл. 2015. № 2. С. 481–485.
- Рыгалова Н. В. Построение многовековых древесно-кольцевых хронологий *Pinus sylvestris* L. для лесостепной и степной зон юга Западной Сибири // Журн. СФУ. Сер. Биол. 2022. Т. 15. № 2. С. 202–220.
- Смолоногов Е. П. Лесообразовательный процесс и его особенности // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск: Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1991. С. 151–153.
- Чернов В. Ю., Цой О. В., Магалак Н. А., Чернова М. С. Устройство для дендрохронологического исследования древесины // ИВУЗ. Лесн. журн. 2019. № 5. С. 158–166.
- Хох А. Н., Кузменков Д. Е. Влияние условий произрастания сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на изменчивость радиального прироста // Экол. вестн. 2016. № 4 (38). С. 15–21.
- Agafonov L. I., Gurskaya M. A., Kukarskikh V. V., Bubnov M. O., Devi N. M., Galimova A. A. Insular pine forests of the southern Urals and ribbon pine forests of the Altai as objects of dendroclimatic research // Rus. J. Ecol. 2021. V. 52. Iss. 5. P. 349–357 (Original Rus. text © 2021, L. I. Agafonov, M. A. Gurskaya, V. V. Kukarskikh, M. O. Bubnov, N. M. Devi, A. A. Galimova, publ. in Ekologiya. 2021. N. 5. P. 325–334).
- Cherakshev A. V. Dendrochronological research on old-aged eastern white pine from the Kaluga region – a natural heritage monument // Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen. 2021. V. 63. N. 2. P. 153–161.
- Cherubini P., Gargano A., Grob M., Nievergelt D., Passardi S. Dendrochronologia's tutoring recipes: How to take samples for small basic dendroecological studies // Dendrochronologia. 2020. V. 64. Article 125774. 2 p.
- Coulthard B. L., George S. S., Meko D. M. The limits of freely-available tree-ring chronologies // Quarter. Sci. Rev. 2020. V. 234. Iss. 4. Article 106264. 10 p.
- Davis E. L., Brown R., Daniels L., Kavanagh T., Gedalof Z. Regional variability in the response of alpine treelines to climate change // Climate Change. 2020. V. 162. P. 1365–1384.
- Eckstein D., Bauch J. Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit // Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1969. V. 88. N. 1. P. 230–250.
- Holmes R. L. Dendrochronological program library [Computer program]. Lab. tree-ring Res., Univ. Arizona, Tucson, Arizona, USA, 1995.
- Huber B. Über die Sicherheit jahringschronologischer Datierung // Holz als Rohund Werkstoff. 1943. V. 6. N. 10–12. P. 263–268.
- Fritts H. C. Tree rings and climate. London: Acad. Press, 1976. 567 p.
- Koropachinskii I. Yu., Vstovskaya T. N., Tomoshevich M. A. Immediate tasks of introduction of woody plants in Asian Russia // Contemp. Probl. Ecol. 2011. V. 4. P. 107–125 (Original Rus. text © I. Yu. Koropachinskii, T. N. Vstovskaya, M. A. Tomoshevich, 2011, publ. in Sib. ekol. zhurn. 2011. V. 18. N. 2. P. 147–170).
- Lukashik E. E., Ivanov A. A., Semenov D. V. Analysis of tree-ring chronologies by digital graphical data processing method // IOP Conf. Ser.: Earth & Environ. Sci. 2021. V. 852. Article 012061. 5 p.
- Schweingruber F. H. Tree rings: basics and applications of dendrochronology. Springer Dordrecht, 1988. 290 p.
- Petrov I. A., Shushpanov A. S., Golyukov A. S., Dvinskaya M. L., Kharuk V. I. Dynamics of tree and shrub vegetation in the Eastern Sayan mountain tundra // Rus. J. Ecol. 2021. V. 52. Iss. 5. P. 399–405 (Original Rus. text © 2021, I. A. Petrov, A. S. Shushpanov, A. S. Golyukov, M. L. Dvinskaya, V. I. Kharuk, publ. in Ekologiya. 2021. N. 5. P. 372–379).

GROWTH FEATURES OF INTRODUCED WOODY SPECIES IN VOLOGDA OBLAST

D. M. Koryakina, N. A. Druzhinin, F. N. Druzhinin

Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin
Pankratov str., 9a, korp. 7, Molochnoe, Vologda, 160555 Russian Federation

Email: koryakina.dary@yandex.ru, drujinin.n.a@yandex.ru, drujinin@mail.ru

There are very few works in the scientific literature based on the results of long-term introduction. In this regard, the data obtained on stands in protected areas (objects of landscape art), which include introduced rocks in their compositions, are important both from a theoretical and practical point of view. Plantings at the objects of landscape art, in this regard, are actually a scientific, industrial and educational base. The objects of the study were old-age trees growing on 18 sites of specially protected natural territories of Vologda Oblast. It was found that 74 % of the compared tree-ring chronologies, taking into account forest growing areas, have a lack of communication, 16 % have a low connection, 10 % have an average one. Based on the denrochronological and dendroclimatic analysis, the relative contribution of various factors, taking into account the biological characteristics of tree species, to the formation of annual rings has been established. There is a positive reaction (response by radial increment) to the sum of positive temperatures in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) at values above 2000 °C. In turn, a negative response was recorded in Siberian larch and Siberian pine at a total effective temperature of less than 1900 °C. For Siberian pine, it was found that with a precipitation level of more than 300 mm and with the sum of effective temperatures for the growing season less than 2000 °C, an increase in radial growth is noted. The performed study allowed us to conclude that not for all introduced tree species, the thermal regime in the European North is a limiting factor, which is important for the introduction of introduced tree species into the crops in the region under consideration. The lack of timely care for stands in protected areas, an unsuccessful combination of tree species and agrotechnics of the formation of these objects affected the slowdown in growth rates, especially at the initial stages of growth and development of innoregional species, the obtained tree-ring chronologies were obtained for the region for the first time, they are characterized by high synchronicity with each other when compared. These data allow us to assert the existence of connections and general patterns in the growth and development of plants, regardless of their territorial location, and all differences are related only to the individual characteristics of the growth and development of each tree species.

Keywords: *specially protected natural areas, natural monument, introducers, stages of growth and development, dendrochronology, dendroclimatology, tree-ring chronology, radial increment.*

How to cite: Koryakina D. M., Druzhinin N. A., Druzhinin F. N. Growth features of introduced woody species in Vologda Oblast // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 6. P. 78–87 (in Russian with English abstract and references).