

УДК 630.164.4:630\*168

## **Зависимость радиального прироста лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири от локальных условий произрастания**

**М.А. Табакова<sup>а, б</sup>, А.В. Кирдянов<sup>б\*</sup>,  
М.В. Брюханова<sup>б</sup>, А.С. Прокушкин<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> *Сибирский федеральный университет,  
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79*

<sup>б</sup> *Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН,  
Россия 660036, Красноярск, Академгородок 50, стр.28*<sup>1</sup>

Received 2.12.2011, received in revised form 9.12.2011, accepted 16.12.2011

---

*В работе представлены результаты дендроклиматического анализа деревьев лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), произрастающих в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых почв на севере Средней Сибири на трех близкорасположенных участках. Проведен сравнительный анализ величины и динамики радиального прироста деревьев, а также климатического отклика обобщенных локальных хронологий в зависимости от условий произрастания. Показано, что основными климатическими факторами, лимитирующими рост годовых колец на выбранных участках, являются весенние и летние осадки, а не летняя температура, как предполагалось ранее. При этом климатический отклик деревьев на близкорасположенных участках существенно различен. Отличия в климатическом отклике прироста, а также в темпах прироста и его погодичной динамике определяются локальными условиями местообитаний и, прежде всего, гидротермическим режимом почв.*

*Ключевые слова: радиальный прирост, лиственница, мерзлотные почвы, гидротермический режим, локальные условия.*

---

### **Введение**

Северные территории Средней Сибири являются одним из наиболее интересных регионов для проведения дендроклиматиче-

ских и дендроэкологических исследований. Связано это с тем, что крупномасштабные исследования на севере Евразии и вдоль циркулярного пояса Земного шара показали,

---

\* Corresponding author E-mail address: kirdyanov@ksc.krasn.ru

<sup>1</sup> © Siberian Federal University. All rights reserved

что радиальный прирост деревьев в высоких широтах Средней Сибири лимитирован летней температурой воздуха (Schweingruber, Briffa, 1996; Ваганов и др., 1996; Briffa et al., 2001, 2004; Esper et al., 2010 и др.). Кроме этого, на данной территории в обилии имеется древесный материал, позволяющий построить сверхдлительные древесно-кольцевые хронологии. Другими словами, существует огромный потенциал для проведения реконструкции летней температуры по годичным кольцам деревьев за последние несколько тысяч лет, что подтверждается исследованиями М.М. Наурзбаева с соавторами (Наурзбаев, Ваганов, 1999; Наурзбаев и др., 2003; Naurzbaev et al., 2002), О.В. Сидоровой с соавторами (2007) и др.

В соответствии с законом лимитирующих факторов и принципом выбора районов и местообитаний для сбора дендрохронологического материала, лежащего в основе дендроклиматологических исследований (Ваганов и др., 2000), сбор древесных образцов для реконструкции летней температуры на севере Сибири проводился в экстремальных для роста деревьев условиях, где температурный сигнал в хронологиях наиболее сильный. Это, прежде всего, на границе распространения лесной растительности и в лесотундре между 69 и 72° северной широты. Такой выбор мест сбора образцов обеспечил сходство хронологий, полученных для участков, удаленных друг от друга на сотни километров (Ваганов и др., 1996), но находящихся в пределах одного дендроклиматического района (Panyushkina et al., 1996).

В подзоне северной тайги Средней Сибири, т.е. в регионе, находящемся несколько южнее, дендрохронологические исследования были сконцентрированы на изучении пожарной истории территории (Панюшкина, Арбатская, 1999; Харук и др., 2005), влия-

нии многолетней мерзлоты (Кирдянов и др., 2008) и орографии (Kujansuu et al., 2007) на формирование и изменчивость параметров годичных колец. В работе О.В. Сидоровой с соавторами (Sidorova et al., 2009) благодаря использованию многопараметрического подхода стало возможным идентифицировать растущий дефицит влагообеспеченности для одного из участков в северной тайге Средней Сибири. Тем не менее, в большинстве работ для региона указывается, что несмотря на некоторые отличия в климатическом отклике роста лиственницы, в изменчивости хронологий ширины годичных колец деревьев, произрастающих на разных участках, имеется значимый положительный температурный сигнал.

Целью нашей работы было установить, насколько локальные условия местообитаний могут сказаться на величине погодичной изменчивости и климатическом отклике деревьев, произрастающих на разных участках в подзоне северной тайги Средней Сибири. Полученные в ходе работы результаты важны с точки зрения выработки правил сбора образцов для дендроклиматических исследований и выявления потенциала проведения дендроклиматических реконструкций в регионе.

## Материалы и методы

Данное исследование проводили в подзоне северной тайги Средней Сибири (пос. Тура Эвенкийского района Красноярского края, 64° 18' с.ш., 100° 11' в.д.). Климат резко континентальный, с большой амплитудой температуры для холодного и теплого периодов и с умеренным количеством осадков, распределяемых по сезонам неравномерно. В соответствии с данными метеорологической станции «Тура», среднегодовая температура за период с 1929 по 2009 гг. составила минус 9 °С, средняя летняя температура 14 °С, общее

Таблица 1. Описание участков и параметры древостоев

| Номер участка                                   | 1                | 2                          | 3                    |
|---|------------------|----------------------------|----------------------|
| Рельеф местности                                | Береговая кромка | Долина временного водотока | Надпойменная терраса |
| Глубина деятельного слоя почвы, июнь/август, см | 57 / 160         | 5 / 40                     | 45 / 80              |
| Влажность почвы, июнь, %                        | 24               | 156                        | 40                   |
| Толщина мохового слоя, см                       | 1-2              | 30-40                      | 1-5                  |
| Высота древостоя, м                             | 17               | 9                          | 20                   |
| Диаметр ствола, см                              | 22               | 10                         | 16                   |

количество осадков за год около 370 мм, существенная часть которых (171 мм) выпадает за летний период.

Отбор древесных образцов (жерны) лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) производился в 2010 г. на трех близко-расположенных участках (расстояние между участками около 100 м), отличающихся по гидротермическому режиму почвы, параметрам древостоев и степени развития и видовому составу живого напочвенного покрова (табл. 1). Древостои на исследуемых участках одновозрастные, сформированные после рубок в 1950-е гг. Участок 1, находящийся на береговой кромке, заложен в лиственничнике бруснично-зеленомошном, толщина живого напочвенного растительного покрова составляет 1-2 см, глубина деятельного слоя почвы достигает 160 см. Участок 2 расположен в долине временного водотока, и для него характерна высокая влажность почвы в течение вегетационного периода. Тип леса кустарничково-зеленомошный с сильно развитым подлеском ивы. Небольшая глубина сезонного оттаивания многолетней мерзлоты обусловлена наличием моховой подушки и мощного оторфованного органического слоя толщиной до 40 см, препятствующих прогреву почвы. Участок 3 был выбран на поверхности надпойменной террасы, тип леса –

лиственничник бруснично-зеленомошный, глубина деятельного слоя почвы достигает в конце вегетационного периода 80 см.

Измерения ширины годовых колец и перекрестная датировка индивидуальных серий радиального прироста деревьев проведены в соответствии с общепринятой методикой (Ваганов и др., 1996, 2000; Rinn, 1996). Статистическая проверка качества датировки выполнена при помощи специализированной программы COFESHA (Cook, Peters, 1981; Holmes, 1992). Поскольку у деревьев выражен так называемый возрастной тренд, была проведена процедура стандартизации, когда измеренное значение ширины кольца делилось на значение аппроксимирующей кривой, наилучшим образом описывающей изменения ширины колец со временем (Methods ..., 1990). В качестве аппроксимирующей функции выбрана отрицательная экспонента или линейная функция. В дальнейшем стандартизированные серии отдельных деревьев усреднялись для получения обобщенной хронологии.

Для оценки величины и изменчивости радиального прироста и синхронности изменений ширины древесных колец на каждом из участков были рассчитаны следующие статистические характеристики полученных хронологий: средняя и максимальная шири-

на годовых колец (ШГК), стандартное отклонение и коэффициент вариации величины ШГК, коэффициенты корреляции индивидуальных серий со средней, среднее значение межсерийной корреляции, коэффициенты чувствительности и автокорреляции первого порядка (Methods ..., 1990). Коэффициент чувствительности (Douglass, 1919) дает оценку относительных различий в изменчивости ширины соседних колец. Коэффициент вариации равен среднеквадратичному отклонению, отнесенному к среднему значению, и характеризует величину погодичной изменчивости прироста. Чем выше коэффициенты чувствительности и вариации при высоких значениях межсерийного коэффициента корреляции, тем более сильный климатический сигнал, синхронизирующий радиальный прирост отдельных деревьев, может содержаться в изменчивости ширины колец.

Анализ влияния климатических факторов на погодичную изменчивость ширины годовых колец проводился на основе коэффициентов корреляции между обобщенными индексными хронологиями радиального прироста рассматриваемых участков и

среднемесячными климатическими данными (количество осадков и температура воздуха) метеостанции «Тура» за 1975-2010 гг. Выбор данного периода для дендроклиматического анализа обусловлен тем, что он представлен наибольшим количеством древесных образцов. Расчеты проводились для 13 месяцев, с сентября предшествующего года по сентябрь текущего.

### Результаты и обсуждение

Различия в условиях местообитаний трех рассматриваемых лесных экосистем приводят к формированию разного типа лесов с различной продуктивностью стволовой древесины (табл. 1). Несмотря на близкое расположение участков и одинаковый возраст древостоев, различия в средней высоте деревьев и их среднем диаметре на каждом из участков могут достигать двух раз. Наименьшая скорость роста отмечается у деревьев на участке 2, характеризующем значительным переувлажнением почвы.

Обобщенные хронологии абсолютных значений ШГК имеют ярко выраженные тренды (рис.1). Ширина годовых колец де-

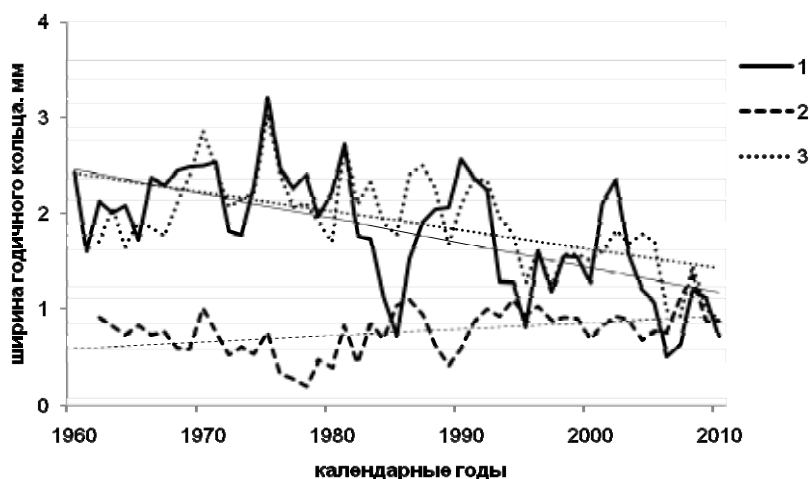


Рис. 1. Хронологии абсолютных значений ширины годовых колец: 1, 2, 3 – номера участков. Тонкие прямые линии показывают тренды

Таблица 2. Статистические данные хронологий

|  | Участок |       |       |
|--|---------|-------|-------|
|  | 1       | 2     | 3     |
| Длительность хронологии, годы  | 51      | 49    | 49    |
| Средняя ШГК, мм  | 1.84    | 0.77  | 1.94  |
| Максимальная ШГК, мм   | 5.05    | 2.05  | 4.73  |
| Стандартное отклонение   | 0.79    | 0.34  | 0.64  |
| Коэффициент вариации   | 0.43    | 0.44  | 0.33  |
| Средний коэффициент корреляции индивидуальных хронологий с обобщенной  | 0.655   | 0.584 | 0.610 |
| Средний коэффициент межсерийной корреляции                             | 0.621   | 0.449 | 0.519 |
| Автокорреляция первого порядка   | 0.690   | 0.576 | 0.602 |
| Коэффициент чувствительности стандартизированных обобщенных хронологий | 0.252   | 0.288 | 0.167 |

ревьев на участках 1 и 3 в целом уменьшается со временем, и эта тенденция наблюдается для всех исследованных деревьев. Подобная тенденция находится в соответствии с общепринятым пониманием «возрастного» тренда у образцов, собранных на высоте 1,3 м. Для обобщенной хронологии ШГК участка 2, наоборот, отмечается положительный тренд, который наблюдается у подавляющего большинства деревьев (в 83 % случаев). Для индивидуальных хронологий оставшихся деревьев характерен незначительный положительный тренд, который статистически незначим ( $p > 0,05$ ). Интересно, что значения радиального прироста деревьев на всех трех участках становятся практически равными для последних 5 лет (2006 – 2010 гг.).

Основные дендрохронологические параметры хронологий по ширине годичных колец (табл. 2) также свидетельствуют о существенном отличии радиального прироста лиственницы на участке 2 по сравнению с двумя другими местообитаниями. Так, средняя и максимальная величина ШГК на участках 1 и 3 примерно в два с половиной раза выше, чем на переувлажненном участке 2. Погодич-

ная изменчивость ширины годичных колец, характеризуемая коэффициентом вариации, наиболее высока у деревьев на участках 1 и 2 и отличается более чем на 20 % от таковой на участке 3. Об этом же свидетельствует и коэффициент чувствительности стандартизированных обобщенных хронологий, который характеризует радиальный прирост деревьев на участке 2 как наиболее чувствительный, а на участке 3 этот коэффициент не достигает порога, когда хронология рассматривается как чувствительная (Шиятов, 1986).

Высокие значения среднего коэффициента корреляции индивидуальных серий с обобщенной хронологией и среднего коэффициента межсерийной корреляции на каждом из участков свидетельствуют о том, что радиальный прирост деревьев синхронизирован воздействием внешнего фактора, общего для всех деревьев в пределах исследуемых местообитаний. Наибольшие значения этих коэффициентов отмечаются для участка 1, тогда как наименьшие – для участка 2. Этот результат вполне ожидаем, так как на участке 1 исследовали деревья, растущие вдоль узкой береговой кромки, где, предположи-

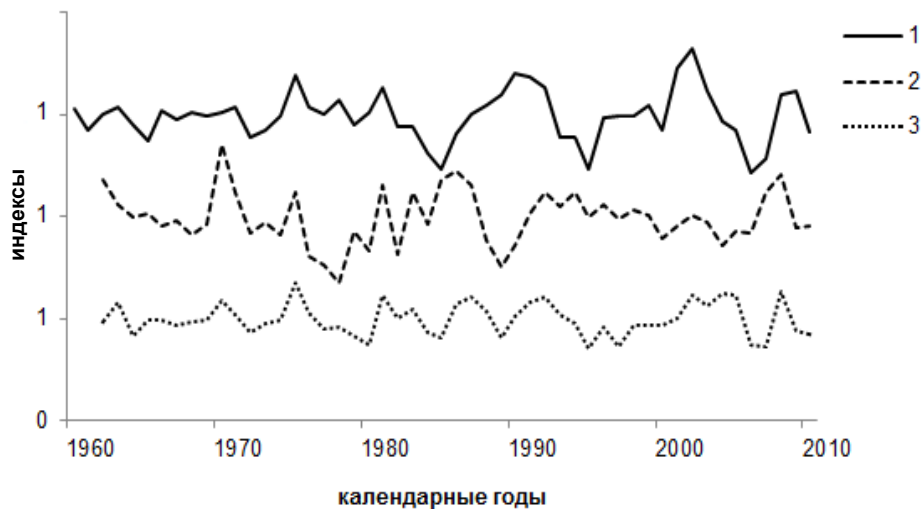


Рис. 2. Стандартизированные обобщенные хронологии: 1, 2, 3 – номера участков

тельно, условия роста деревьев очень схожи. На участке 2 велико влияние микроусловий, связанных с различным удалением от водотока и, следовательно, влажностью почвы и/или затопляемостью корней, а также толщиной мохового слоя, который определяет скорость и глубину сезонного оттаивания мерзлоты и тем самым влияет на доступность элементов минерального питания. На участке 3 образцы были собраны у деревьев, растущих как на границе, так и в глубине древостоя, что также подразумевает большее, чем на участке 1, разнообразие микроусловий, но меньшую их вариабельность по сравнению с участком 2 в связи с однородностью напочвенного покрова и гидротермического режима почв. Необходимо отметить, что довольно высокие значения автокорреляции 1-го порядка указывают на существенное влияние прироста предыдущего года на ширину годичного кольца, сформированного в последующий год.

Сравнительный анализ стандартизированных обобщенных хронологий (рис. 2) показывает, что погодичные изменения прироста на участках 1 и 2 практически несхожи (коэффициент корреляции  $R$  незначим при

$p < 0,05$ ). Хронология участка 3 занимает промежуточное положение, будучи связанной и с хронологией 1 ( $R=0,56$ ,  $p < 0,00005$ ), и хронологией 2 ( $R=0,35$ ,  $p < 0,05$ ). Интересно, что если рассматривать период после 1975 г., представленный наибольшим количеством образцов, то связь между хронологиями участков 2 и 3 становится незначимой и существенно понижается для хронологий участков 1 и 3 ( $R=0,53$ ,  $p < 0,001$ ). Таким образом, изменчивость радиального прироста оказывается существенно различной даже у деревьев, произрастающих на небольшом удалении друг от друга, на расстоянии менее 100 м.

Полученный нами результат особенно значим с точки зрения продолжения дендроклиматических и дендроэкологических исследований в регионе. Принято считать, что рост деревьев на мерзлотных почвах на севере Евразии показывает сходную динамику погодичных изменений у деревьев, произрастающих на огромных расстояниях (Ваганов и др., 1996), из-за схожести температурного режима, лимитирующего рост. Полученные результаты свидетельствуют, что динамика погодичных изменений и величина радиального

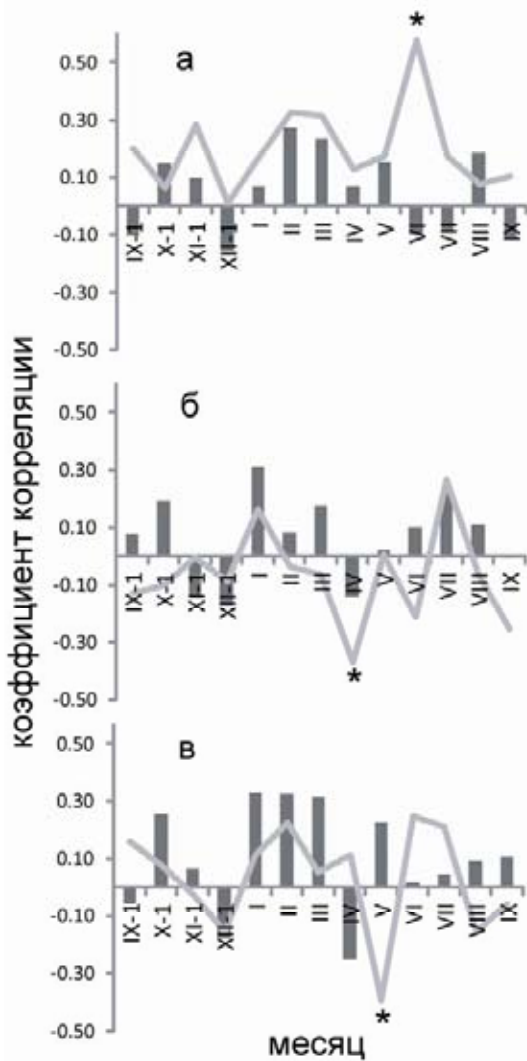


Рис. 3. Коэффициенты корреляции хронологии по ширине годичного кольца с климатическими данными. По оси абсцисс римскими цифрами обозначены месяцы предыдущего (-1) и текущего года. Столбцы – корреляция хронологий с температурой, линии – корреляция с осадками; а – участок 1, б – участок 2, в – участок 3. Звездочками обозначены коэффициенты, значимые при  $p < 0,05$

прироста деревьев существенно зависят от локальных условий произрастания деревьев и во многом определяются гидротермическим режимом почв, поскольку температура и влажность воздуха одинаковы для деревьев, произрастающих столь близко друг от друга. В ранее проведенных исследованиях в регио-

не (Кирдянов и др., 2008) и Восточной Сибири (Николаев и др., 2011; Nikolaev et al., 2009) отмечался факт воздействия температуры и влажности почв на рост лиственницы, однако столь сильные различия в динамике и величине прироста, связанные с различиями в гидротермическом режиме многолетнемерзлых почв, отмечаются впервые.

Результаты дендроклиматического анализа (рис. 3) свидетельствуют, что осадки июня оказывают положительное воздействие на рост деревьев на участке 1 ( $R=0,58$ ,  $p < 0,0005$ ). Для роста лиственницы на участке 2 значимыми являются осадки апреля, которые отрицательно влияют на ширину годичных колец деревьев ( $R= -0,37$ ,  $p < 0,05$ ). Осадки мая оказывают отрицательное влияние на радиальный прирост деревьев на участке 3 ( $R= -0,39$ ,  $p < 0,05$ ). Таким образом, ни на одном из участков температура не имеет значимого воздействия на радиальный прирост. Более того, для участка 1, расположенного на береговой кромке, обнаружено существенное влияние как суммарных зимних (с октября предыдущего года по апрель текущего), так и летних осадков ( $p < 0,05$ ). Интересно, что на двух других участках прирост отрицательно связан с осадками весенних месяцев, что подтверждает ранее полученный результат о влиянии даты схода снежного покрова на рост деревьев (Ваганов и др, 1999; Vaganov et al., 1999; Kirdyanov et al., 2003). Осадки, выпавшие в виде снега перед началом вегетационного периода, могут повлиять на скорость оттаивания мерзлоты и на дату начала сезона роста. Кроме того, поскольку почва участка 2 переувлажнена, особенно в начале вегетационного периода, увеличение мощности снежного покрова на этом плохо дренируемом участке может привести к еще большей обводненности, что отрицательно сказывается на росте деревьев.

Полученный результат о связи хронологий ШГК только с осадками является довольно неожиданным, поскольку широко распространено мнение, что рост деревьев на севере Евразии лимитируется, прежде всего, температурой (например, Ваганов и др., 1996; Briffa et al., 1998, 2001; Knogge et al., 2006; Esper et al., 2010). В нашем случае было обнаружено прямое влияние на радиальный прирост деревьев только осадков, тогда как значимых корреляционных связей ШГК с температурой не найдено. Примечательно, что характер связей между хронологиями ШГК и климатическими данными существенно зависит от локальных условий произрастания деревьев. Сравнительный анализ результатов, ранее полученных для рассматриваемого региона И.П.Панюшкиной и М.К. Арбатской (1999), А.В. Кирдяновым с соавторами (Кирдянов и др., 2008), О.В. Сидоровой с соавторами (Sidorova et al., 2009) и Дж. Куянсу с соавторами (Kujansuu et al., 2007), в целом подтверждает факт сильной зависимости дендроклиматического отклика от локальных условий произрастания деревьев. Различия в датах начала и окончания сезонного роста деревьев, произрастающих на разных участках на многолетнемерзлых почвах на севере Средней Сибири (Брюханова и др., в печати; Yasue et al., 2010), с одной стороны, являются еще одним свидетельством роли локальных условий для роста деревьев, а с другой – объясняют, с чем могут быть связаны такие различия в климатическом отклике прироста. Во-первых, различные сроки начала сезона роста и его окончания приводят к тому, что у деревьев из разных участков аккумулируется информация о климатических условиях за разные временные интервалы. Кроме

того, наше исследование иллюстрирует, насколько различными могут быть внешние факторы, оказывающие определяющее влияние на формирование годичных колец и их погодичную изменчивость. Это открывает новые перспективы для проведения дендроклиматических исследований в регионе, так как в зависимости от выбираемых участков можно провести реконструкцию различных климатических переменных, значимо влияющих на рост деревьев в каждом местообитании.

### **Заключение**

На трех участках, находящихся на расстоянии менее 100 м, наблюдаются существенные различия в величине и погодичной динамике радиального прироста лиственницы, что говорит о значимом влиянии локальных условий местообитаний на прирост древесины. Основным лимитирующим фактором роста годичных колец на выбранных участках являются весенние и летние осадки, а не температура, как отмечалось в литературе ранее. При этом климатический отклик деревьев на близкорасположенных участках существенно отличается.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что локальные условия местообитания в области сплошного распространения многолетней мерзлоты в Сибири имеют огромное значение для пространственно-временной изменчивости роста деревьев. При дальнейших работах нужно принимать во внимание такие существенные изменения в динамике радиального прироста деревьев и их климатическом отклике при сборе образцов для проведения дендроклиматических и дендрэкологических исследований.



*Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ-11-04-91153-ГФЕН и SNSF SCOPES IZ73Z0\_128035/1. Работа также поддержана грантом Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством E.-D. Schulze в СФУ.*

### Список литературы

Брюханова М.В., Кирдянов А.В., Прокушкин А.С., Силкин П.П. Особенности сезонного роста годичных колец *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. на мерзлотных почвах Эвенкии. Ботанический журнал (в печати).

Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С.(1996) Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 246 с.

Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Силкин П.П. (1999) Значение раннелетней температуры и сроков схода снежного покрова для роста деревьев в субарктической зоне Сибири. Лесоведение 6: 3-14.

Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурызбаев М.М., Хантемиров Р.М. (2000) Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методич. пособие. Красноярск: КрасГУ. 80 с.

Кирдянов А.В., Кнорре А.А., Прокушкин А.С.(2008) Многолетняя мерзлота как фактор, определяющий продуктивность северных лесов. Лесное хозяйство 3: 13-14.

Наурызбаев М.М., Ваганов Е.А.(1999) 1957-летняя древесно-кольцевая хронология по Востоку Таймыра. Сибирский экологический журнал 2: 159-165.

Наурызбаев М.М., Ваганов Е.А., Сидорова О.В. (2003) Изменчивость приземной температуры воздуха на севере Евразии по данным тысячелетних древесно-кольцевых хронологий. Криосфера Земли 7(2): 84-91.

Николаев А.Н., Федоров П.П., Десяткин А.Р.(2011) Влияние гидротермического режима мерзлотных почв на радиальный прирост лиственницы и сосны в Центральной Якутии. Сибирский экологический журнал 2: 189-201.

Панюшкина И.П., Арбатская М.К. (1999) Дендрохронологический подход в исследовании горимости лесов Эвенкии. Сибирский экологический журнал 2: 167-173.

Сидорова О.В., Ваганов Е.А., Наурызбаев М.М., Шишов В.В., Хьюз М.К.(2007) Региональные особенности радиального прироста лиственницы на севере Средней Сибири по тысячелетним древесно-кольцевым хронологиям. Экология 2: 99-103.

Харук В.И., Двинская М.Л., Рэнсон К.Дж. (2005) Пространственно-временная динамика пожаров в лиственничных лесах северной тайги Средней Сибири. Экология 5: 334-343.

Шиятов С.Г. (1986) Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 136 с.

Briffa K.R., Schweingruber F.H., Jones P.D., Osborn T.J., Shiyatov S.G., Vaganov E.A. (1998) Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes. Nature 391: 678-682.

Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H., Harris I.C., Jones P.D., Shiyatov S.G. and Vaganov E.A. (2001) Low frequency temperature variations from a northern tree-ring density network. Journal of Geophysical Research 106: 2929-2941.

- Briffa K.R., Osborn T.J., Schweingruber F.H. (2004) Large-scale temperature inferences from tree rings: a review. *Global and Planetary Change* 40: 11-26.
- Cook E.R., Peters K. (1981) The smoothing spline: A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. *Tree-Ring Bulletin* 41: 45-53.
- Douglass A.E. Climatic cycles and tree-growth. (1919) A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Washington: Carnegie Inst. V.1, 127 p.
- Esper J., Frank D.C., Büntgen U., Verstege A., Hantemirov R.M., Kirilyanov A.V. (2010) Trends and uncertainties in Siberian indicators of 20th century warming. *Global Change Biology* 16: 386-398.
- Holmes R.L. (1992) Program COFECHA: Version 3. Tucson: The University of Arizona.
- Kirilyanov A., Hughes H., Vaganov E.A., Schweingruber F., Silkin P.P. (2003) The importance of early summer temperature and date of snow melt for tree growth in Siberian Subarctic. *Trees* 17: 61-69.
- Knorre A.A., Kirilyanov A.V., Vaganov E.A. (2006) Climatically induced inter-annual variations of productivity of aboveground biomass in forest-tundra and northern taiga of Central Siberia. *Oecologia* 147 (1): 86-95.
- Kujansuu J., Yasue K., Koike T., Abaimov A.P., Kajimoto T., Takeda T., Tokumoto M., Matsuura Y. (2007) Responses of ring widths and maximum densities of *Larix gmelinii* to climate on contrasting north- and south-facing slopes in central Siberia. *Ec. Res.* 22: 582-592.
- Methods of Dendrochronology. Application in Environmental Sciences (1990) Cook E.R., Kairiukstis L.A., Eds. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ. 394 p.
- Naurzbaev M.M., Vaganov E.A., Sidorova O.V., Schweingruber F.H. (2002) Summer temperatures in eastern Taimyr inferred from a 2427-year late-Holocene tree-ring chronology and earlier floating series. *Holocene* 12 (6): 727-736.
- Nikolaev A.N., Fedorov P.P., Desyatkin A.R. (2009) Influence of climate and soil hydrothermal regime on radial growth of *Larix cajanderi* and *Pinus sylvestris* in Central Yakutia, Russia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 217-226.
- Panyushkina I.P., Vaganov E.A., Shishov V.V. (1996) Spatial temporal variation of radial tree growth in the north of Middle Siberia in relation to climate. *Dendrochronologia* 14: 115-126
- Rinn F. (1996) Tsap V 3.6 Reference manual: computer program for tree-ring analysis and presentation. Germany, Heidelberg. 263 p.
- Schweingruber F.H., Briffa K.R. (1996) Tree-ring density networks for climate reconstruction. In: *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*. Jones P.D., Bradley R.S., Jouzel J., Eds. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, NATO ASI Series. V.141, p. 44-66.
- Sidorova O.V., Siegwolf R.T.W., Saurer M., Shashkin A.V., Knorre A.A., Prokushkin A.S., Kirilyanov A.V. (2009) Do larch trees respond to a slowly developing water shortage in the North of Central Siberia? *Oecologia* 161: 825-835.
- Vaganov E.A., Hughes M.K., Kirilyanov A.V., Schweingruber, F.H., Silkin P.P. (1999) Influence of snowfall and melt timing on tree growth in subarctic Eurasia. *Nature* 400(6740): 149-151.
- Yasue K., Kujansuu J., Kajimoto T., Nakai Y., Koike T., Abaimov A.P., Matsuura Y. (2010) Seasonal Changes in Stem Radial Growth of *Larix gmelinii* in Central Siberia in Relation to its Climatic Responses. In: *Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests*. Osawa A., Zyryanova O.A., Matsuura Y., Kajimoto T., Wein R.W., Eds.). Berlin, Heidelberg. New York: Springer-Verlag, p. 331-345.

# **The Effect of Local Conditions on Tree-Ring Growth Dynamics of Gmelin Larch in the North of Central Siberia**

**Maria A. Tabakova<sup>a, b</sup>, Alexander V. Kirdyanov<sup>b</sup>,  
Marina V. Bryukhanova<sup>b</sup> and Anatoly S. Prokushkin<sup>b</sup>**

*<sup>a</sup> Siberian Federal University,  
79 Svobodniy, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

*<sup>b</sup> V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS,  
Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036 Russia*

---

*Results of dendroclimatic analysis for Gmelin's larch stands from three sites located along a short topographic transect in a continuous permafrost zone in the north of Central Siberia are presented. Comparative analysis of tree radial growth rates and year-to-year variability, as well as climatic response of master chronologies was carried out in relation to the local habitat conditions. Obtained results indicate that spring and summer precipitation, but not summer temperatures, are the main climatic factors limiting tree-ring growth. At the same time, climate response of larch growth is sufficiently different at the sites located along a short distance. This finding and sufficiently differences in the rate and dynamics of tree radial growth show that site conditions (i.e. depth and the rate of permafrost thaw) are of crucial importance for spatial variability of tree growth on permafrost soils even within the neighborhood stands.*

*Keywords: radial growth, Gmelin's larch, permafrost, thermo-hydrological regime of soils, local conditions.*

---