

Влияние погодных факторов на прирост доминирующих и супрессивных деревьев *Abies sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. в среднем течении р. Енисей

А. В. БЕНЬКОВА

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок

АННОТАЦИЯ

Показано, что в пихтовом древостое северной тайги угнетенные и господствующие деревья пихты сибирской и ели сибирской по-разному реагируют на погодные условия. Установлено, что в июле индексы радиального прироста у всех деревьев пихты и ели положительно коррелируют с осадками независимо от их положения в древостое. Противоположная реакция радиального прироста господствующих и угнетенных деревьев наблюдалась у пихты – на изменение осадков июня и температуры июля, а у ели – на изменение июльской температуры. Фактором, от которого в большей степени по сравнению с погодными зависит радиальный прирост у всех деревьев ели и пихты, является дефицит вещество-энергетических ресурсов.

Скорость роста древесных растений в лесных сообществах зависит как от физиологических свойств вида, так и от условий внешней среды, включающих целый комплекс факторов, среди которых климатические занимают особое место. Именно погодные условия сезона роста определяют погодичную изменчивость прироста биомассы. Яркое свидетельство тому – результаты многочисленных исследований в области дендрохронологии и дендроклиматологии, например в работах [1, 2].

Редко естественное лесное насаждение можно рассматривать как гомогенную систему деревьев. Гораздо чаще оно представляет собой гетерогенную систему, где основной лесобразующий вид представлен деревьями разного возраста, господствующими и подчиненными. Несмотря на то что на все деревья древостоя в данный момент воздействуют одни и те же погодные условия, совсем не очевидно, что реакция их будет одинаковой.

Цель данной работы – на примере пихты сибирской и ели сибирской, произрастающих в северной тайге, выяснить, различна ли реакция господствующих и подчиненных деревьев на погодные изменения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в бореальных лесах юга северной тайги вблизи пос. Ворогово, на правом берегу р. Енисей (61° 01' с.ш., 89° 46' в.д.). Этот район характеризуется избыточным увлажнением. Количество осадков достигает 500 мм/год. Период с температурами выше 8 °С составляет в среднем 120 дней, что определяет длительность сезона роста [3]. Средняя температура января –25 °С, июля +17 °С. Обычно активный рост деревьев в данном районе начинается с июня. Основную часть территории занимают болота. В лесах господствуют глеево-подзолистые почвы. Правобережье в среднем течении

р. Енисей занято преимущественно темнохвойными лесами с господством ели и пихты IV класса бонитета [4]. Тип изучаемого насаждения – пихтарник чернично-зеленомошный. В примеси встречается ель (*Picea obovata*), на гарях и вырубках – береза (*Betula* sp.). В подросте встречается пихта. Средний диаметр деревьев насаждения составляет 20 см, высота 18–20 м. Средний возраст древостоя 120–130 лет.

Для исследования отобрали 19 деревьев пихты сибирской (*Abies sibirica*) и 16 деревьев ели сибирской (*Picea obovata*), которые разделили на три группы по диаметрам: <10 см, 11–19 и 20–32 см. Разделение на группы осуществлялось посредством кластерного анализа. В группу с наименьшими диаметрами вошло шесть деревьев пихты и четыре ели, в группу со средним – 7 и 6 особей соответственно и с наибольшим диаметром – по шесть деревьев. У каждого дерева взяли керны по двум радиусам на высоте 1,3 м от шейки корня. Деревья с наименьшим диаметром были отнесены к угнетенным, с наибольшим и средним – к господствующим.

Датировку образцов и измерение ширины годовичных колец провели на полуавтоматической установке LINTAB v3.0 с пакетом программного обеспечения TSAP v3.5. Результаты измерений обработали с помощью стандартных в дендрохронологии методов. Оказалось, что деревья каждой группы имеют одинаковый ход радиального роста.

Средние значения ширины годовичных колец для каждой группы деревьев стандартизованы (переведены в индексные ряды прироста), и получена обобщенная хронология.

Для исследования взят период с 1936 по 1995 г., для которого имеются метеорологические данные. Ближайшая метеостанция находится в 90 км от места сбора образцов в пос. Бор.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ статистической связи индексов прироста с погодными факторами основан на оценке и интерпретации функций отклика [5], представляющих собой корреляцию между индексами прироста и ежемесячными значениями температуры воздуха и осадков в

период, когда климатические факторы могут влиять на годичный радиальный прирост древесины. Значения температуры и осадков нормировались относительно их средних значений за весь период 1936–1995 гг. С помощью коэффициентов корреляции оценивался относительный вклад климатической переменной в изменчивость индексов прироста. Значения коэффициентов корреляции являются значимыми с вероятностью 0,90. Из анализа функций отклика индексов прироста на температуру воздуха и осадки следует, что в течение сезона роста группы деревьев пихты сибирской и ели сибирской реагируют на погодные условия по-разному (рис. 1, 2).

Ель сибирская

Прирост крупных деревьев с диаметрами 11–19 и 20–32 см в мае, июле и августе положительно коррелирует с температурой ($R = 0,22-0,31$), а в июне – отрицательно ($R = 0,26$). Прирост угнетенных деревьев отрицательно коррелирует с температурами июля (см. рис. 1, а).

Повышенная температура мая вызывает быстрое таяние снега, в связи с чем сезон роста начинается раньше. Кроме того, тепловой режим влияет на ростовые процессы (т.е. на процессы метаболизма в живых тканях, дыхание и т. д.), и это не может не сказаться на формировании древесного кольца. Результаты измерений показали, что крупные деревья ели имеют больший прирост при теплом начале сезона роста, чем при прохладном. Высокая температура июня ингибирует рост всех групп деревьев, а июля – только угнетенных.

В то же время количество осадков в начальный период роста (май–июнь) в большей степени сказывается на приросте деревьев с диаметром 11–19 см ($R = 0,28-0,31$); наименьшее влияние испытывают угнетенные деревья (см. рис. 2, а). При активизации ростовых процессов усиливается и транспирация, в результате чего господствующие деревья испытывают повышенную потребность в увлажнении.

В июле радиальный прирост всех групп деревьев не чувствителен к изменению осадков.

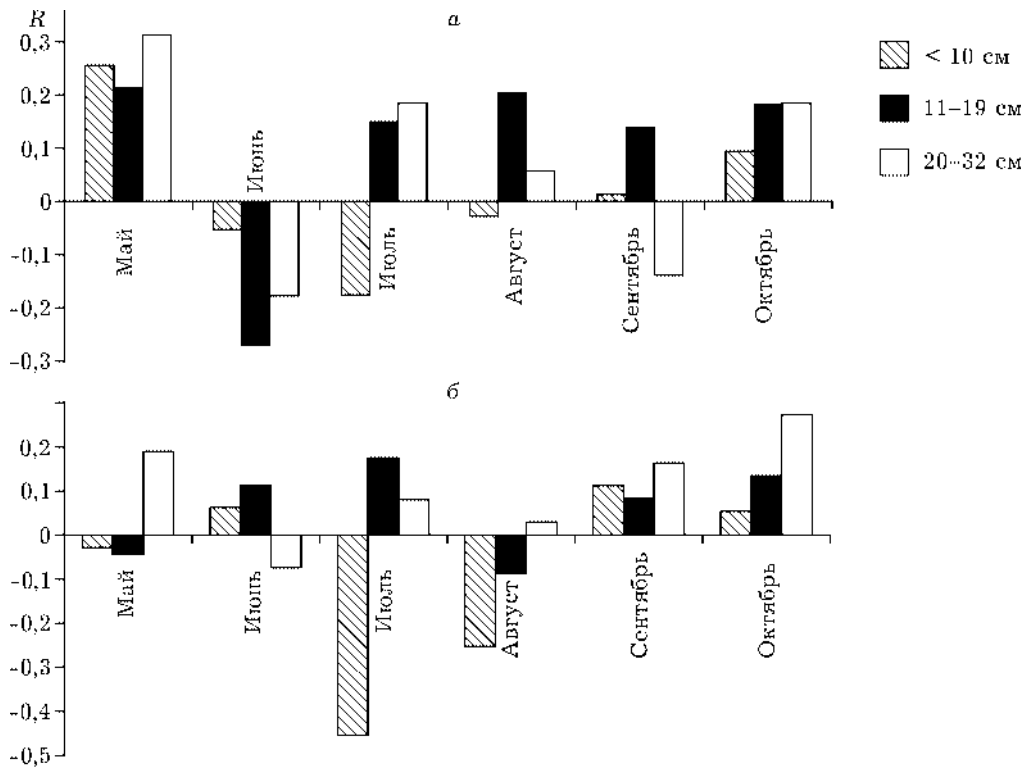


Рис. 1. Функции отклика прироста ели сибирской (а) и пихты сибирской (б) на температуру воздуха.
R – коэффициент корреляции.

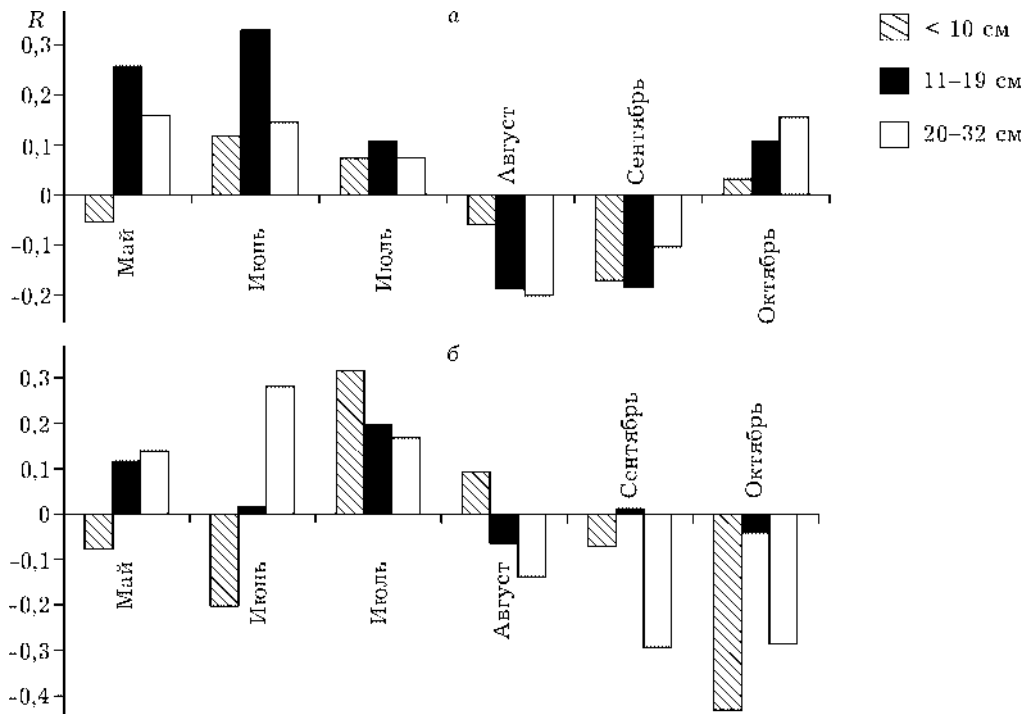


Рис. 2. Функции отклика прироста ели сибирской (а) и пихты сибирской (б) на фактор увлажнения.
R – коэффициент корреляции.

Повышение температуры в середине сезона роста приводит к более интенсивному фотосинтезу у доминантных деревьев; их прирост не чувствителен к изменению количества осадков, потому что они извлекают влагу из более глубоких слоев почвы. Угнетенные же деревья, имея слаборазвитую корневую систему [6], испытывают стресс из-за сильной конкуренции за питательные элементы и влагу [7], и это усугубляет стресс угнетенных деревьев.

В августе и сентябре повышенное количество осадков ингибирует прирост всех групп деревьев. В сентябре завершается формирование поздней древесины и идет запас питательных элементов на следующий год, поэтому влияние погодных условий на радиальный прирост проявляется слабее, чем в начале сезона роста.

Пихта сибирская

Разные по диаметрам группы деревьев реагируют по-разному на температуру и осадки (рис. 1, б; 2, б). Повышенная майская температура активизирует ростовые процессы только доминантных деревьев ($R = 0,20$). Изменение температуры июня не сказывается значимо на радиальном приросте всех групп деревьев. Наиболее сильную связь с температурой июля и августа показал радиальный прирост угнетенных деревьев ($R = -0,45$ и $-0,25$ соответственно): повышение температуры ослабляет их рост. Прирост же средних деревьев положительно связан с температурой июля, но эта связь более слабая ($R = 0,20$). Доминирующие деревья на изменение температуры июля-августа почти не реагируют. В сентябре прирост всех групп деревьев положительно, но весьма слабо зависит от температуры.

Существенное значение для роста пихты имеют осадки июня и июля (см. рис. 2, б). Повышение осадков июня отрицательно сказывается на росте угнетенных деревьев ($R = -0,20$) и положительно – на доминирующих ($R = 0,30$). Июльские осадки положительно влияют на все деревья, но в большей степени на угнетенные ($R = 0,32$). Увеличение осадков августа-сентября, когда заканчивается формирование годичных колец,

отрицательно влияет на доминирующие деревья: они испытывают избыток влаги при недостатке тепла, что неблагоприятно сказывается на их приросте.

Ранее показано [5], что в таежной зоне влияние температуры снижается по сравнению с субарктическими условиями, в то же время повышается значение других факторов, таких как сезонная динамика климатических характеристик в сочетании с почвенными условиями, видовыми особенностями древесных растений, рельефом местности и др. Лимитирующие рост факторы могут чередоваться в течение как разных, так и одного сезона роста.

В начале сезона роста все деревья ели испытывают гораздо более сильное влияние температуры, чем деревья пихты (см. рис. 1, а, б). В середине сезона роста угнетенные деревья как ели, так и пихты замедляют свой рост при повышенных температурах. Повышение температуры августа благоприятно сказывается на господствующих деревьях ели и отрицательно – на угнетенных деревьях пихты.

Повышение количества осадков имеет большое значение для ели (см. рис. 2, а), причем только для господствующих деревьев (в мае и июне положительное, а в августе отрицательное). Существенное влияние на рост деревьев пихты (как господствующих, так и угнетенных) оказывают осадки в июне и июле (см. рис. 2, б). Таким образом, угнетенные деревья обоих видов в июле испытывают водный дефицит из-за обострившейся конкуренции с доминирующими деревьями за влагу и питательные вещества в связи со сравнительно высокой транспирацией у последних. По результатам измерений у угнетенных деревьев пихты ширина годичного кольца (51 мкм) в 1,6 раза, а у ели (38 мкм) в 2,3 раза меньше, чем у доминирующих (82 и 89 мкм соответственно). Это может привести к снижению проводимости влаги от корней к кроне и возникновению эмболии у некоторых трахеид угнетенных деревьев при водном дефиците [8].

В заключение следует подчеркнуть, что в пихтовом древостое южной подзоны северной тайги на радиальном росте деревьев в большей степени сказывается влияние дефицита веществно-энергетических ресурсов, а не погодных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Ваганов, А. В. Шашкин, Рост и структура годичных колец хвойных, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 2000, 228.
2. H. C. Fritts, Tree-rings and Climate, London – New York – San Francisco, Acad. Press, 1976.
3. Т. Н. Буторина, Биоклиматическое районирование Красноярского края, Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979, 230.
4. Средняя Сибирь. Под ред. И. П. Герасимова, М., Наука, 1964, 470.
5. Е. А. Ваганов, С. Г. Мазепа, В. С. Шиятов, Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1996, 244.
6. Н. И. Казимиров, Ель, М., Лесн. пром-сть, 1983, 4–20.
7. К. А. Куркин, *Ботан. журн.*, 1984, **69**: 4, 437–446.
8. S. Carlquist, Comparative Wood Anatomy, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, 1988, 436.

Influence of Weather Factors on the Increment of Dominant and Suppressive Trees of *Abies sibirica* Ledeb and *Picea obovata* Ledeb. in the Middle Reaches of the Yenisei River

A. V. BENKOVA

It is demonstrated that in the fir tree increment in the norther taiga, suppressed and dominant plants of Siberian pine and Scots spruce react in different manner to weather conditions. It is established that in July, the indices of radial increment in all fir and spruce trees correlate positively with precipitations independently of their position in the tree stand. A contrary reaction of radial increment of dominant and suppressed trees was observed in fir to changes of precipitations in June and temperature in July, and in spruce to changes of July temperature. The factor on which the radial increment depends stronger than on weather factors in all fir and spruce trees is the deficit of substance and energy resources.