

Сезонный рост *Picea abies* L. Karst. в Северной Карелии

И. В. Вантенкова¹
И. Т. Кищенко

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

На примере ельника черничного показано, что сезонный рост побегов, хвои и ствола ели европейской в средней подзоне тайги в значительной мере обуславливается температурным режимом воздуха и в меньшей степени – количеством и характером.

Ключевые слова: ель, рост, экологические факторы, тайга.

SUMMARY

Investigations were carried out on the territory of northern Karelia in old tree spruce forests of *Vaccinium myrtillus*. It was established that the growth of above-ground vegetative organs of *Picea abies* depends in general on the air temperature conditions. The growth of shoots begins by rise of average daily temperature approximately to 9°C, trunks to 12°C, needles to 16°C. It turned out that the air temperature did not limit the time of shoot growth reduction. The development of needles and wood trunks is reduced by air temperature decrease to 7–10°C. The duration of studied vegetative organ growth composes from 53 to 79 days.

The intensity of vegetative organ growth of *Picea abies* is more correlated with air temperature in the first half of their growth period ($r = 0.4...0.6$). The duration of sun shining influences favourably ($r = 0.3...0.6$), whereas relative moisture of air ($r = -0.3...-0.6$) and atmospheric precipitations ($r = -0.3...-0.6$) influence unfavourably on the intensity of growth processes.

Keywords: *picea*, growth, ecological factors, taiga.

Выяснение зависимости между началом, окончанием и интенсивностью роста отдельных вегетативных органов дерева, с одной стороны, и изменением климатических факторов – с другой, представляет не только теоретический, но и практический интерес. Управление климатом целых районов Земли является пока неразрешимой задачей, но регулирование лесного микроклимата уже стало делом повседневной лесохозяйственной практики. Изучением влияния климатических факторов на сезонный рост лесобразующих видов хвойных, в т. ч. и ели европейской, занимались отечественные и зарубежные исследователи [20, 17, 12, 10]. Однако многие вопросы до сих пор остаются

неясными. Широкий ареал ели европейской требует изучения ее роста в различных климатических зонах. Ранее в условиях Карелии подобные исследования не проводились.

Исследования проводили в 2002–2003 гг. на севере Карелии (средняя подзона тайги). Объектом исследований служил еловый древостой наиболее распространенного в данном регионе типа леса – ельника черничного. Его таксационная характеристика: возраст – 78 лет, состав пород – 8Е2В, средняя высота – 17 м, средний диаметр стволов – 22 см, число стволов 1571 шт./га, полнота – 0.9, запас древесины – 175 м³/га.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

На каждой пробной площади сезонный рост изучали у 10 деревьев, занимающих среднее положение в пологе леса (2–3 классы роста и развития по Крафту). С целью изучения роста побегов текущего года измеряли длину осевых побегов второго порядка ветвления с юго-западной части кроны на высоте около 2 м с момента набухания вегетативных почек до заложения почек возобновления (зимующих), а длину хвои – с момента ее обособления до полного прекращения роста через каждые 3 дня. Объем выборки по каждому сроку наблюдений составлял по 25 побегов и хвоинок. Для изучения сезонного радиального прироста древесины ствола на каждой пробной площади у деревьев отбирали высечки древесины на высоте 1.3 м через каждую неделю после начала деятельности камбия по методике. Величину суточного прироста определяли как разницу в длине изучаемых органов между последующим и предшествующим наблюдениями, деленную на число суток этого периода [8].

По результатам наблюдений за ростом и развитием деревьев сформировали банк данных, обработанный с помощью рекомендуемых для этих целей математических методов. Статистическая обработка материалов наблюдений показала, что при определении среднеарифметической величины прироста вегетативных органов показатель точности опыта составляет обычно около 5%, а коэффициент вариации – не выше 20%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что начало роста побегов у ели европейской тесно связано с температурой воздуха. Полученные данные свидетельствуют о том, что линейный рост побегов начинается при среднесуточной температуре около +9.0°C (+9.0–9.4°C). В связи с изменчивостью погодных условий начало их роста в разные годы приходится на разные календарные даты. Так, в 2002 г. рост побегов начался 26.V, а в 2003 г. – 28.V. Начало роста побегов ели европейской в таежной зоне при температуре воздуха около 9–10°C отмечают В. В. Острошенко [10], В. И. Абражко [2] и А. Я. Орлов [9].

¹ Авторы – соответственно аспирант и профессор, д.б.н кафедры ботаники и физиологии растений.
© Вантенкова И. В., Кищенко И. Т., 2005

Начало роста побегов во многом определяется и теплообеспеченностью предростового периода. За период наблюдений сумма положительных температур к началу роста побегов достигала 476–543°C. Как правило, в годы с быстрым переходом среднесуточной температуры от отрицательных величин к положительным рост побегов начинается при сравнительно небольшой сумме положительных температур, а в годы с затяжной весной – при наибольшей их сумме [6]. В дальнейшем рост побегов (его интенсивность) также связан с температурой воздуха. При значительном ее повышении отмечается и более интенсивный прирост побегов. Особенно заметно это явление прослеживается при резких перепадах температуры. В этот период падение среднесуточной температуры воздуха ниже 12°C приводит к угнетению и почти полной остановке в росте побегов. Ю. Д. Абатуров [1] и К. С. Бобкова и др. [3] установили, что снижение среднесуточной температуры воздуха до 3–5°C обуславливает прекращение роста побегов.

Наступление кульминации прироста побегов ели европейской тесно связано с повышением температуры воздуха, которое за годы наблюдений отмечалось с 9 по 19 июля. Именно в этот период отмечалась и максимальная за вегетацию среднесуточная температура воздуха – 19.9–20.5°C. Суточный прирост побегов в этот период времени составлял 3.3–3.6 мм. К моменту кульминации прироста побегов сумма положительных температур достигает примерно одинаковой величины – 1298–1481°C. В 2003 г. в докульминационный период температура воздуха составила 9.2°C, в период кульминации прироста побегов – 20.2°C, после кульминации – 12°C. Величина суточного прироста побегов изменялась соответствующим образом: 1.1, 3.6 и 0.7 мм. Эти результаты свидетельствуют о наличии определенной связи между интенсивностью ростовых процессов и температурой воздуха.

После кульминации интенсивность прироста побегов начинает снижаться, не обнаруживая зависимости от температурных колебаний. Заметное влияние температуры воздуха на рост побегов только в первую половину периода их роста отмечали и другие исследователи [12, 18, 7, 1, 5]. Рост побегов за годы исследований заканчивался в период с 21 по 23 августа. Таким образом, продолжительность интенсивного роста (до кульминации прироста) побегов за годы наблюдений составляла 43–47 сут, а общая продолжительность роста – 53–56 сут. Многие исследователи [17, 11] приходят к выводу, что прекращение роста побегов хвойных растений в таежной зоне уж в июле, когда устанавливается наиболее теплая погода, связано с необходимостью длительной подготовки последних к зимнему периоду (вхождению в глубокий покой). В это время закладываются почки возобновления, начинается одревеснение побегов и происходят соответствующие изменения в метаболизме и составе клеточных мембран.

Установлено, что величина коэффициента корреляции между интенсивностью прироста побегов и динамикой температуры воздуха за весь период их формирования

достигает 0.3–0.4, а за период интенсивного роста – 0.5–0.6. Эти данные лишней раз свидетельствуют о том, что температурный фактор отражается на деятельности апикальной меристемы побегов в основном в первую половину периода их роста [3].

Формирование хвои ели европейской начинается через неделю после трогания в рост побегов. Начало данной фенофазы за годы исследований отмечалось 1–3 июня. При этом величина среднесуточной температуры воздуха может существенно различаться – 11.9–18.6°C. Между тем сумма положительных температур к началу данной фенофазы была одинаковой (671–676°C), что свидетельствует о существенном влиянии температурного режима периода предшествующего росту. Результаты других исследователей также свидетельствуют о том, что рост хвои начинается при повышении температуры до 9–11°C [10].

В дальнейшем интенсивность роста хвои довольно тесно связана с динамикой температуры воздуха. С повышением температуры её прирост усиливается. На интенсивности роста хвои особенно заметно сказываются резкие температурные колебания. Например, в 2003 г. в период с 6 по 12 VI температура воздуха достигла 10.1°C, а суточный прирост хвои составил – 1.8 мм. В следующую пятидневку температура понизилась на 1.1°C и прирост уменьшился до 0.8 мм/сут. Далее произошло повышение температуры на 2.2°C и прирост увеличился до 0.17 мм/сут. Подобная зависимость прослеживается в течение всего периода роста хвои, что отмечают и другие авторы [22, 8].

Во время кульминации прироста хвои, наступающего в первую половину июля, температурой воздуха повышается до 16.4–17.8°C и величина суточного прироста хвои достигает 1.5–1.9 мм. Сумма положительных температур к этому времени достигает 1065–1664°C. В отличие от побегов, после кульминации связь интенсивности роста хвои с температурой воздуха продолжает сохраняться, хотя ее тесно несколько ослабевает ($r = 0.2–0.3$). Это явление свидетельствует о том, что температура воздуха в северной Карелии не достигает оптимальных величин для роста хвои ели европейской.

Рост хвои за период наблюдений прекращался почти в одно время (18.VIII–20.VIII) при падении среднесуточной температуры воздуха до 7–12°C. Таким образом, продолжительность формирования хвои по сравнению с побегами возрастает почти на три недели, достигая 74–79 сут. Зависимость сроков прекращения роста хвои отмечают и другие исследователи [11, 3].

Деление камбиальных клеток ствола (на высоте 1.3 м) отмечается одновременно с началом роста хвои при температуре воздуха около 12°C и сумме положительных температур 689°C. Зависимость сроков начала образования древесины ствола ели обыкновенной от температуры воздуха обнаружена ранее и другими исследователями [19, 16, 13].

В дальнейшем постепенное повышение температуры воздуха сопровождается увеличением интенсивности роста древесины. Имеющие место некоторые снижения температуры вызывают соответствующие падения темпов ее прироста. Например, в 2003 г. в период с 4 по 10 июля температура воздуха составляла 9.2°C, в следующую пятидневку она уменьшилась до 8.6°C. Величина суточного радиального прироста стволов при этом изменялась соответствующим образом: 55 и 32 мкм. По многочисленным данным [22, 21, 23, 4], колебания температуры воздуха также отражаются на интенсивности нарастания годичного слоя древесины ствола ели европейской.

Кульминации прироста стволовой древесины наступают на неделю раньше, чем хвои при температуре около 14°C. Величина суточного прироста в этот период времени достигает 40 мкм, а сумма положительных температур повышается до 861°C. Интенсивность радиального прироста стволов связана с температурой воздуха на протяжении всего ростового периода, хотя в конечной фазе роста данная связь заметно слабеет. Величина коэффициента корреляции при этом составляет около 0.5.

Деление камбиальных клеток стволов ели европейской заканчивается одновременно с прекращением роста хвои при температуре около 10°C. Почти одинаковые сроки начала и прекращения роста хвои и стволов приводят соответственно к сходимости в продолжительности их формирования около 70 сут. По данным В. В. Острошенко [10], в подзоне южной тайги формирование древесины заканчивается при такой же погоде – 10–11°C.

Проведенные исследования позволили установить, что особенности роста вегетативных органов ели европейской определяются не только температурой воздуха. Так, на динамику роста побегов, хвои и стволов достоверное, положительное и довольно существенное влияние оказывает продолжительность солнечного сияния ($r = 0.3 \dots = 0.6$). Корреляционные связи между темпами роста данных вегетативных органов и относительной влажностью воздуха имеют отрицательное направление ($r = -0.3 \dots -0.6$). Следовательно, величина данного экологического параметра для ели обыкновенной в исследуемом регионе находится выше нормы, снижая интенсивность ростовых процессов. Влияние атмосферных осадков на динамику формирования побегов, хвои и стволов гораздо слабее, но также имеет ясно выраженный отрицательный характер ($r = -0.1 \dots -0.4$).

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Рост надземных вегетативных органов ели европейской происходит в определенной последовательности. Первыми в конце мая трогаются в рост побеги, спустя неделю появляется хвоя и начинается деление клеток камбия ствола. Кульминация и прекращение роста происходит в июле следующем порядке: побеги, хвоя и стволы. В таком же порядке заканчивается рост этих

органов. Продолжительность роста изучаемых вегетативных органов составляет от 53 до 79 сут.

2. Рост побегов ели европейской начинается при повышении среднесуточной температуры примерно до 9°C, стволов – 12°C, хвои – 16°C.

3. Температура воздуха не лимитирует время прекращения роста побегов. Формирование хвои и древесины стволов прекращается при понижении температуры воздуха до 7–10°C.

4. Годичный прирост побегов и хвои в длину составляет соответственно 65 мм и 23 мм, а стволов по радиусу – 3.3 мм.

5. Интенсивность роста вегетативных органов ели европейской наиболее тесно коррелирует с температурой воздуха в первую половину периода их роста ($r = 0.4 \dots 0.6$). Продолжительность солнечного сияния оказывает положительное ($r = 0.3 \dots = 0.6$), а относительная влажность воздуха ($r = -0.3 \dots -0.6$) и атмосферные осадки ($r = -0.3 \dots -0.6$) – отрицательное влияние на интенсивность ростовых процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров Ю. Д. Суточная динамика прироста терминальных побегов сосны обыкновенной / Ю. Д. Абатуров // Лесоведение. 1985. № 6. С. 37–43.
2. Абражко В. И. О водном режиме еловых древостоев в засуху / В. И. Абражко // Лесоведение. М.: Наука, 1994. № 6. С. 36–45.
3. Бобкова К. С. Эколого-физиологические основы продукционного процесса хвойных фитоценозов на севере / К. С. Бобкова, Э. П. Галенко, В. В. Тужилкина, С. Н. Сенькина. Сыктывкар, 1989. 25 с.
4. Ваганов Е. А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов, В. С. Мазепа. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1996. 244 с.
5. Забуга В. Ф. Сезонный рост сосны обыкновенной в лесостепи Предбайкалья / В. Ф. Забуга, Г. А. Забуга // Экология. 1992. № 2. С. 11–18.
6. Кищенко И. Т. Рост и развитие аборигенных и интродуцированных видов семейства *Pinaceae* Lindl в условиях Карелии / И. Т. Кищенко. Петрозаводск, 2000. 211 с.
7. Мамаев С. А. Изменчивость энергии прироста побегов сосны в течение вегетационного сезона в зависимости от метеорологических факторов и индивидуальных особенностей растений / С. А. Мамаев // Тр. ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1970. № 67. С. 224–233.
8. Молчанов А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. М., 1967. 95 с.
9. Орлов А. Я. Особенности отношения ели европейской и некоторых других видов ели к недостаточной влагообеспеченности / А. Я. Орлов // Лесоведение. М.: Наука, 1996. № 1. С. 84–93.
10. Острошенко В. В. Сезонный рост ели аянской / В. В. Острошенко // Лесное хозяйство. 1982. № 4. С. 52–55.

11. Сергеева К. А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К. А. Сергеева. М., 1971. 174 с.
12. Смирнов В. В. Сезонный рост главных древесных пород / В. В. Смирнов. М.: Наука, 1964. 167 с.
13. Шиятов С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале / С. Г. Шиятов. М.: Наука, 1986. 136 с.
14. Arrigo R. D. Tree – Ring width and maximum late-wood density at the North American tree line: parameters of climatic change / R. D. Arrigo, G. C. Jacoby, R. M. Free // *Canad. J. Forest Res.* 1992. Vol. 22. № 9. P. 1290–1296.
15. Briffa K. R. Basic chronology statistics and assisment / K. R. Briffa, P. D. Jones // *Methodos of dendrochronology: applications it the environmental sciences* / Ed. E. R. Cook s L. A. Kairiurstis – International Institute for Applied Systems Analysis, Boston, MA. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990. 186 p.
16. Fiedler F. Der jahreszeitliche Ablauf des Dickenzuwachses von Fichten und Kiefern und seine Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren / F. Fiedler, G. Wenk // *Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden.* 1973. Vol. 22. № 3. P. 531–535.
17. Kozlowski T. T. Growth characteristics of forest trees / T. T. Kozlowski // *J. Forestry.* 1963. Vol. 61. № 9. P. 655–662.
18. Lanner R. M. Temperature and the diurnal rhythm of height growth in pines / R. M. Lanner // *J. Forestry.* 1964. Vol. 62. № 7. P. 493–495.
19. Leikola M. The influence of factors on the diameter growth of forest trees / M. Leikola // *Acta For. Fen.* 1969. Vol. 92. 144 p.
20. Micola P. On variation in tree growth and there significance to growth studies / P. Micola // *Comm. Inst. For. Fenn.* 1950. № 38. P. 126–131.
21. Larson P. R. Effect of temperature on the growth and wood formation of ten pinus resinosa sources / P. R. Larson // *Sirvae Genet.* 1967. Vol. 16. № 2. P. 58 – 65.
22. Richardson S. D. The external environment and tracheid size in conifers / S. D. Richardson // *The formation of wood in forest trees.* N. Y.: Academic press. 1964. P. 367 – 388.
23. Woodziski T. J. Mechanism of xylem differentiation in pinus sylvestris L. / T. J. Woodziski // *J. expt. bot.* 1971. Vol. 22. № 71.