

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*811.4

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГОДИЧНОГО СЛОЯ ЕЛИ

И. И. ГУСЕВ, В. М. ЖАРИКОВ

Архангельский лесотехнический институт, Северная ЛОС

Динамику формирования годичного слоя изучали на трех постоянных пробных площадях в еловых насаждениях Обозерского лесхоза Архангельской области в течение вегетационных периодов 1968, 1973, 1975, 1979 и 1983 гг. Особенность исследуемых насаждений — неравномерная густота стояния деревьев. Изменчивость числа деревьев на площадках размером 10 × 10 м составляет 40...50%. В результате создаются различные условия освещения и питания деревьев, что оказывает влияние на вариабельность деятельности камбия. Почвы на пробных площадях — слабоподзолистые, супесчаные, развивающиеся на легком суглинке, подстилаемом тяжелым моренным карбонатным суглинком. В составе елового древостоя имеется примесь сосны и березы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пробных площадей

Но- мер про- бы	Местоположение Тип леса	Состав древос- тая	Тип возраст- ной структу- ры [1]	Средние для ели			Пол- нота	Запас на 1 га, м ³
				А, лет	Д, см	Н, м		
10	Повышенное с уклоном на С—З Ельник черничный	8Е1С1Б	О	160	23	22	0,89	350
11	Повышенное с уклоном на Ю—З Ельник черничный	8Е2Б	Р	150 (90)	21	19	0,72	230
12	Пониженное, ровное Ельник травяной	8Е2Б+С	О	150	24	24	0,70	320

Для выявления динамики формирования годичного слоя за вегетационный период использована методика И. С. Мелехова [3]. Периодически через 10 дн с конца мая по сентябрь специальной высечкой брали образцы древесины с подопытных деревьев: первый — на высоте 1,2 м с северной части дерева, последующие — по спирали, отступив 2 см вправо и 3...4 см вверх. При этом высечкой брали часть грубой корки, луб, камбиальный слой и 2-3 годичных слоя древесины прошлых лет. На всех срезах образцов подопытных деревьев, которые выполняли на микротоме, подсчитывали число рядов трахенд с 3-кратной повторностью. Далее брали первую (от годичного слоя прошлого года), пятую, десятую, пятнадцатую и т. д. трахенды и измеряли диаметр их полостей с 6-кратной повторностью.

Ход прироста годичного слоя подопытных деревьев был прослежен на всем протяжении вегетационного периода, начиная с момента пробуждения камбия и кончая временем прекращения его роста. У некоторых образцов измеряли ширину годичного слоя, сформировавшегося за вегетационный период, и подсчитывали в радиальном направлении число рядов трахенд с разделением на раннюю и позднюю зоны. Определяли число трахенд у трех смежных рядов, из которых вычисляли среднее значение. Микроскопические измерения выполнены на увеличенном под микроскопом изображении препарата с помощью окуляр-микрометра. Всего было сделано около 9 тыс. измерений у 145 срезов, взятых с 13 деревьев ели в 1973 г. на пробе № 10.

Величина древесного текущего прироста связана, прежде всего, с продолжительностью деятельности камбия в течение вегетационного

Таблица 2

Изменчивость продолжительности работы камбия за вегетационный период

Год исследования	Число подопытных деревьев	Средняя продолжительность работы камбия, дн	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивости, %	Начало пробуждения камбия	Окончание работы камбия
Пробная площадь № 10						
1968	6	80 ± 4	10,0	13	15.06—4.07	13.09
1973	10	36 ± 5	15,4	43	30.05—30.06	10.07—10.08
1975	21	47 ± 3	11,7	25	27.05—30.06	30.07—11.08
1979	6	59 ± 5	11,5	20	25.05—20.06	20.07—20.08
1983	6	55 ± 7	16,2	30	25.05—10.06	11.07—11.08
Пробная площадь № 11						
1975	33	73 ± 2	13,8	19	25.05—9.06	21.07—9.09
1983	6	70 ± 5	12,2	17	25.05—30.05	29.07—26.08
Пробная площадь № 12						
1975	15	74 ± 4	17,1	23	28.05—14.06	30.07—9.09

периода. Сроки деятельности камбия в условиях Севера зависят от типа леса [3, 4]. В одних и тех же лесорастительных условиях в зависимости от климатических факторов, условий внешней среды и возраста деревьев интенсивность и продолжительность работы камбия различна (табл. 2).

Наиболее раннее пробуждение камбия еловых деревьев отмечено 25 мая, а самое позднее 14 июля. Окончание работы камбия колеблется от 10 июля до 9 сентября. Средняя продолжительность работы камбия подопытных еловых деревьев в разные годы изменяется от 36 до 80 дн. Имеет место большое разнообразие сроков и интенсивности деятельности камбия. У некоторых деревьев образование трахеид проходило в течение 20 дн, камбий же других деревьев продолжал функционировать до 110 дн.

На деятельность камбия оказывает влияние возраст деревьев. При существенном различии возраста, одинаковой освещенности и площади питания более интенсивно работает камбий молодых деревьев. Например, в разновозрастном ельнике (пробная площадь № 11) в 1975 г. камбий 70—90-летних деревьев работал 77 ± 2 дн, а в 150—170-летних — 68 ± 2 дн. Различие достоверно, так как фактический критерий Стьюдента $t_{\phi} = 3,2$ больше стандартного $t_{0,05} = 2,1$.

По материалам исследований установлена зависимость между продолжительностью работы камбия и коэффициентом изменчивости

$$C = \frac{1642}{P} - 4,6; \quad m_C = 4,2,$$

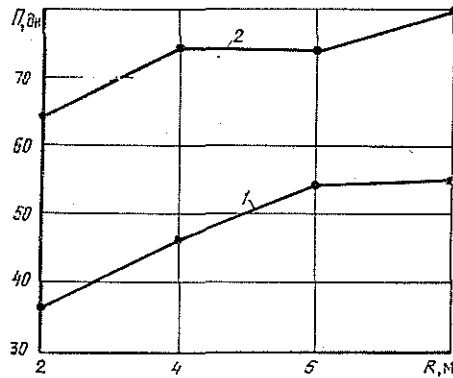
где C — коэффициент изменчивости продолжительности работы камбия, %;

m_C — основная ошибка уравнения;

P — продолжительность работы камбия, дн.

Чем больше продолжительность работы камбия, тем меньше коэффициент изменчивости. Среднее квадратичное отклонение не зависит от продолжительности работы камбия и находится практически на одном уровне в разные годы исследования. Это означает, что отклонение от средней продолжительности деятельности камбия в спелых ельниках одинаково в разные календарные годы.

Зависимость продолжительности работы камбия P , дн от среднего расстояния до ближайших деревьев R : 1 — одновозрастный ельник черничный; 2 — разновозрастный ельник черничный



На период деятельности камбия влияет освещенность дерева и площадь его питания. У хорошо освещенных, свободно растущих деревьев развиваются широкие годичные слои. Для изучения влияния площади питания на продолжительность деятельности камбия определили среднюю удаленность наблюдаемых деревьев от ближайших соседей (деревьев). Затем, в результате дисперсионного анализа однофакторного комплекса [2] установили показатель силы влияния и его достоверность. В одновозрастных ельниках (пробная площадь № 10) показатель силы влияния площади питания на продолжительность работы камбия равен $\eta^2 \pm m_\eta = 0,46 \pm 0,10$. Фактический критерий Фишера $F_\phi = 4,6$ больше стандартного на 5 %-м уровне значимости $F_{0,05} = 3,2$, что говорит о достоверности установленной закономерности. Среди факторов, определяющих продолжительность деятельности камбия, 46 % приходится на действие площади питания. В разновозрастных ельниках (пробная площадь № 11) данная закономерность проявляется слабее. Здесь $\eta^2 \pm m_\eta = 0,20 \pm 0,08$, а $F_\phi = 2,5$, $F_{0,05} = 2,9$, т. е. показатель силы влияния недостоверен, так как $F_\phi < F_{0,05}$. Увеличение влияния на деятельность камбия подопытных деревьев проявляется при среднем расстоянии от соседних деревьев до 4...6 м (см. рисунок). В спелых ельниках оптимально расстояние до соседних деревьев 6...8 м, при котором создаются благоприятные условия для поступления ФАР и деятельности камбия.

В разновозрастном ельнике черничном камбий работает на 20...30 дн дольше, чем в одновозрастном древостое. Вследствие ступенчатости полога в разновозрастном древостое поступает дополнительный приток солнечной энергии. Это улучшает деятельность камбия, увеличивает прирост нижней части ствола, тем самым способствуя формированию сбежистых стволов [1].

Наиболее активная деятельность камбия большинства деревьев отмечена в первой половине июля, когда нарастает основная масса трахеид. В конце июля деятельность камбия заметно снижается, а в августе или начале сентября прекращается у всех деревьев. В 1968 г. наибольшая активность камбия наблюдалась в конце июля и начале августа, а отложение трахеид продолжалось до середины сентября. В 1973 г. наблюдалось значительное снижение периода деятельности камбия, что связано с засухой 1972 г. Вторая половина 1972 г. была неблагоприятной для роста и накопления запасных питательных веществ, необходимых для деятельности камбия в следующем сезоне. 1973 г. был также неблагоприятным для роста деревьев. Так, в июне выпало осадков только 28,1 мм, а в июле — 3,8 мм. В 1975, 1979 и 1983 гг. камбий

подопытных деревьев начал функционировать в конце мая — начале июня, достигнув апогея в июле.

На интенсивность работы камбия некоторое влияние оказывает плодоношение дерева. При хорошем плодоношении часть накопленных деревом питательных веществ расходуется на образование семян, в результате сокращаются сроки деятельности камбия и у дерева формируется узкое годичное кольцо. Поэтому камбий хорошо плодоносящих деревьев работал менее интенсивно и не более одного месяца.

Текущий прирост древесины тесно связан с температурой и влажностью. Хороший рост деревьев наблюдается при оптимальных значениях температуры и влажности. А. А. Молчанов [5] подметил, что небольшое отклонение температуры и осадков от нормы существенного влияния на увеличение числа рядов трахеид не оказывает. Резкое же изменение одного из климатических факторов оказывает прямое воздействие на ход формирования годичного слоя. При высоких температурах усиливается дыхание, а фотосинтез уменьшается, что вызывает сокращение притока питательных веществ, необходимых для образования новых тканей. Нарушение соотношения фотосинтеза и дыхания вызывает замедление роста деревьев. Влияние влажности и температуры на деятельность камбия сказывается не сразу, а через определенный промежуток времени. Отсутствие осадков в конце июня и июле 1973 г. привело к резкому уменьшению числа рядов трахеид у всех подопытных деревьев, хотя сумма температур в этот период изменилась незначительно. У большинства деревьев после этого засушливого периода отложение рядов трахеид прекратилось. Положительные температуры существенно влияют на начало деятельности камбия. По наблюдениям 1975 г., во всех исследуемых насаждениях установлена от значительной до высокой корреляция между суммой эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ и началом деятельности камбия ($r = 0,58 \dots 0,95$).

Число рядов трахеид в годичном слое зависит от продолжительности деятельности камбия. Дисперсионный анализ показал, что из всех факторов, влияющих на число рядов трахеид, продолжительность работы камбия составляет 33 % ($\eta^2 = 0,33 \pm 0,03$). Более длительная деятельность камбия способствует увеличению числа рядов трахеид (табл. 3).

Таблица 3

Число рядов трахеид в годичном слое ели на пробной площади № 10

Продолжительность работы камбия, дни	Число деревьев	Среднее число рядов трахеид	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивости, %
20	6	$10,1 \pm 1,4$	3,4	33
40	16	$15,0 \pm 1,8$	7,0	47
60	45	$29,9 \pm 1,9$	13,0	43
80	26	$35,9 \pm 0,9$	4,6	13
100	7	$30,9 \pm 3,6$	9,8	32

Однако сроки деятельности камбия и число рядов трахеид не характеризуют качества древесного прироста. Существенное значение для качества древесины имеет изменение диаметра трахеид в течение вегетационного периода и формирование ранней и поздней части годичного слоя. Измерения показали, что диаметры трахеид в пределах одного ряда несколько различаются. Поэтому из шести измерений вычислены средние значения диаметров трахеид годичного слоя 1973 г. (табл. 4).

Таблица 4

Диаметр трахеид, мкм, подопытных деревьев ели на пробной площади № 10

Но- мер дере- ва	Процент поздней древе- сины	Порядковый номер ряда трахеид						
		1	5	10	15	20	25	30
5	49	28,3	26,1	24,6	22,1	18,8	16,1	14,7
4	40	28,5	26,3	23,2	16,1	13,2	11,4	—
133	39	29,9	26,7	24,1	16,2	—	—	—
16	27	29,0	26,8	21,7	15,4	—	—	—
64	19	30,4	28,0	25,3	16,8	—	—	—
6	36	29,6	27,0	14,1	—	—	—	—
108	39	28,7	26,6	16,5	—	—	—	—
141	27	29,2	25,4	14,6	—	—	—	—
117	25	26,9	16,1	—	—	—	—	—
11	42	25,7	15,8	—	—	—	—	—

Данные табл. 4 показывают, что диаметры трахеид уменьшаются к концу вегетационного периода. Ранние трахеиды имеют больший диаметр, чем поздние. В ранней зоне годичного кольца он уменьшается постепенно. Граница между ранней и поздней древесиной не всегда четко выражена. Диаметр трахеид зависит от ширины годичного кольца. Деревья с годичными слоями более 400 мкм формируют позднюю трахеиду с 15-го ряда. У деревьев с более узкими годичными слоями к поздним толстостенным относятся трахеиды 5-го или 10-го ряда.

Дифференциация на раннюю и позднюю древесину становится заметной уже в начале июля. Она усиливается по мере приближения осени. Более раннее образование трахеид поздней древесины ели в 1973 г. связано с засухой. В июне — июле этого года выпало 32 мм осадков — в 5 раз меньше нормы. С деятельностью камбия связано не только количество нарастаемой древесины, но и ее качество. У деревьев с более продолжительной работой камбия увеличивается содержание толстостенных поздних трахеид и формируется древесина более высокого качества. Там, где годичные слои не успевают полностью сформироваться из-за слабой работы камбия в летний период, поздняя часть в них выражена слабо и представлена тонкостенными трахеидами. Такая древесина менее качественна. Зависимость между продолжительностью работы камбия и процентом поздней древесины у деревьев значительная, $r = 0,52$.

Таким образом, в пределах одного насаждения сроки деятельности камбия и динамика формирования радиального прироста за вегетационный период характеризуется значительной изменчивостью и зависит от климатических условий, индивидуальных особенностей роста деревьев и факторов внешней среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера.—Л.: ЛГУ, 1978.— 232 с.
 [2]. Гусев И. И. Дисперсионный анализ: Метод. указ. к выполнению практических работ по вариационной статистике.— Архангельск: АЛТИ, 1986.— 32 с. [3]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1948.— 126 с.
 [4]. Мелехова Т. А. О формировании годичного слоя ели // Тр. / АЛТИ.— 1949.— Т. 13.— С. 179—192. [5]. Молчанов А. А. Изменение ширины годичного кольца в связи с изменением солнечной активности // Формирование годичного кольца и накопление органической массы у деревьев.— М.: Наука, 1970.— С. 7—49.

Поступила 29 декабря 1986 г.

УДК 630*243.8:631.811.98

**РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ —
ГАЛОИДНЫЕ СОЛИ ГИДРАЗИННА***В. А. АЛЕКСЕЕВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Химические регуляторы роста и другие пестициды широко используются в сельском хозяйстве [5]. Возможность регулирования роста древесных растений без летального нарушения их жизнедеятельности с помощью специальных химических веществ в недалеком будущем найдет непосредственное практическое применение и в лесном хозяйстве. Поиски новых эффективных соединений значительно расширяют эту возможность.

В качестве новых регуляторов роста сельскохозяйственных и древесных растений предложены галоидные соли гидразиния: хлорид N, N-диметил-N-(2-хлорэтил) гидразиния, или квартазин, и хлорид N, N-диметил-N-(аллилацетамид) гидразиния. Это малотоксичные соединения, имеющие ЛД₅₀ около 3 140 мг/кг [1—3]. Оба регулятора испытаны на сельскохозяйственных растениях и оказали стимулирующее влияние на урожай томатов и картофеля [1, 2]. Их действие на древесные растения изучено мало. Наши исследования начаты с лабораторных опытов по проращиванию семян сосны и ели, намоченных в водных растворах указанных веществ. Цель исследований — выявить возможное отрицательное влияние высоких доз регуляторов роста на прорастание свежесобранных семян, что может иметь место при опрыскивании крон деревьев весной и попадании растворов на почву.

В опытах 1980 г. исследован квартазин. Опыты поставлены в пяти вариантах с тремя повторностями по 100 семян в каждой (всего взято 1 500 семян). Семена намачивали в водном растворе при температуре +18...20 °С в течение 0,5 ч. В опытах 1981 г. исследован аллилацетамид гидразиния. Опыты проводили в двух вариантах с двумя повторностями. Семена намачивали в течение 1 сут. В обоих случаях семена проращивали в аппаратах В. Д. Огневского в отдельных сосудах при естественном освещении и температуре +20...24 °С. В табл. 1 и 2 представлены результаты исследований.

Как следует из данных опытов (табл. 1), 2-хлорэтил гидразиния стимулировал энергию прорастания семян сосны за 7 сут на 3...19 %, а ели — на 7...15 %. Исключение составляют семена ели, обработанные раствором препарата концентрацией 1 %, при которой энергия прорастания уменьшилась на 6 %. Всхожесть семян на 15- и 21-е сут по сравнению с контролем не увеличилась. С повышением концентрации раствора заметно понизилось количество проростков ели с полностью раскрытыми семядолями (с 33,7 % при концентрации 0,1 % до 13,0 % при концентрации 2 %). У сосны такой определенности нет.

Отмечено пожелтение проростков ели из семян, обработанных 2 %-м раствором препарата.

При обработке семян аллилацетамидом гидразиния (табл. 2) заметно увеличилась (на 3...13 %) всхожесть семян ели, сократилось количество загнивших, особенно при концентрации 2 % (в 6 раз). На семена сосны этот препарат действовал менее благоприятно: хотя всхожесть их по сравнению с контролем мало изменилась, а загнивших стало меньше (на 4...10 %), но возросло количество непроросших семян (на 6...9 %). В 1983 г. проверено действие этого препарата