

Елагин И.Н. Методика определения фенологических фаз у хвойных//Ботанический журнал. 1961. № 7.

Петров А.П. Лесоводственно-биологические особенности ели в Кировской области: Автореф. дис....канд. с.-х. наук. Свердловск, 1977.

Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М., 1975.

Шишков И.И. К вопросу о формах ели//Труды ЛЛТА, 1956. Вып. 73.

Этвек И.Э. Разнообразие ели обыкновенной в Эстонской ССР: Автореф. дис...д-ра биол. наук. Таллин, 1974.

УДК 630.181.8:630.124.352

Н.Н. Чернов, В.В. Ожегов  
(Уральский лесотехнический институт)

## **ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ПИХТЫ НА УРАЛЕ**

На основании изучения фенологических форм пихты, произрастающих в южной подзоне тайги Урала, для лесокультурного производства рекомендуется ранораспускающаяся форма, отличающаяся от других форм величиной годичного прироста в высоту на 10...15 %.

В качестве объектов исследований использованы 5...6-летние культуры пихты. Нами приняты 4 фенологические фазы – зимнего покоя, набухания почек, распускания почек и развертывания листа.

Фаза зимнего покоя характеризуется отсутствием изменений во времени цвета, формы и размеров почек. Почка в этой стадии яйцевидные до шаровидных, смолистые, по цвету буро-желтые, места смыкания почечных чешуй визуально трудно различимы. Хвоя одиночная, на центральном побеге расположена спирально, на боковых ветках –

гребенчато. Выделение фазы зимнего покоя облегчает наблюдение момента наступления следующей фазы – набухания листовых почек.

фаза набухания почек начинается с момента трогания их в рост и увеличения в размерах под воздействием положительных температур и внутренних процессов развития. В связи с большой продолжительностью фазы во времени установлены три подфазы набухания вегетативных почек. Первая подфаза – начало набухания почек. Эта подфаза начинается одновременно с возобновлением физиологической активности вегетативных почек. Набухание в этой подфазе визуально мало заметно: почки начинают увеличиваться в размерах, приобретая постепенно светло-зеленую окраску, смолистая оболочка становится тоньше, сквозь нее начинают просматриваться почечные чешуйки – почка "оживает". Вторая подфаза (интенсивного роста почек) характеризуется заметным увеличением их размеров с сохранением формы. Почки приобретают светло-зелено-салатовый цвет, обнажаются внутренние полупрозрачные чешуйки. Третья подфаза – максимального увеличения размеров почек. Почки сильно увеличиваются в размерах, смолистой покров растрескивается, поверхность становится шероховатой. Пленчатые чешуйки, обнажившиеся из-под внешних чешуй во второй подфазе набухания, растянуты, и сквозь них просматриваются зеленые кончики молодых хвоинок.

фаза распускания вегетативных почек начинается, когда происходит разрыв растянувшихся пленчатых чешуй и появляется плотный пучок хвоинок. Колпачок из почечных чешуй либо поднимается кончиками хвоинок, тогда пучок хвоинок виден с боков, либо сбрасывается, обнажая верхнюю половину пучка. Наступает подфаза зеленения хвои. В отличие от ели почки пихты в этот период очень быстро освобождаются от пленочных колпачков. Причиной этого явления может быть различная форма пучка освобождающихся хвоинок. У пихты пучок хвои, освобождаясь от колпачка, принимает слабовыраженную воронкообразную форму, а хвоинки заметно вытянуты в длину. Вторая подфаза – дифференциация хвоинок по длине – начинается с момента, когда становится заметным различие длины хвоинок в пучке.

Боковые хвоинки расходятся в стороны, придавая пучку воронкообразную форму. По мере роста пучок увеличивается в размерах как по длине, так и по ширине. В этот период светло-зеленая молодая хвоя резко отличается по цвету от хвои более старшего возраста.

фаза развертывания листа разделяется на три подфазы – начала роста побегов, распускания листа и роста побегов в длину. Первая начинается, когда воронкообразный пучок хвои дифференцируется по длине в связи с началом роста побега, верхние кончики части хвоинок приподнимаются над пучком, симметричность пучка нарушается, хвоя продолжает расти в длину. Подфаза распускания листа начинается с обособления первой хвоинки, выделения ее из пучка. Обособившиеся хвоинки равномерно размещаются на молодом побеге. Наблюдается быстрый рост побегов в длину, угол крепления хвоинок к стеблю увеличивается, хвоя слегка тускнеет и становится более упругой. Характерным для этой подфазы является также сближенное положение хвоинок на неокрепшем светло-зеленом стебле. Подфаза роста побегов в длину начинается с момента окончания дифференциации и обособления хвоинок из пучка, последний "исчезает" полностью. Побеги растут в длину, хвоя на всем протяжении побегов размещается равномерно. Побеги заметно окрепли, хвоя постепенно темнеет, становится более жесткой, сформировавшейся. Оканчивается подфаза прекращением роста побегов в длину и вызреванием хвои. У пихты эта подфаза очень растянута, хвоя вызревает в определенной последовательности – от основания побега к его верхушке.

В целях получения сопоставимого материала наблюдения проводились у всех растений за центральной верхушечной почкой.

Исходя из необходимого числа классов в вариационных рядах, наблюдения проводили через 3 дня. Наблюдения и обработка материалов выполнялись двумя способами. В первом случае в вариационных рядах в качестве частот было взято количество растений, поступивших в данную фазу с момента последнего наблюдения, т.е. в течение последних трех дней, а во втором случае – число растений, находившихся в данной фазе на момент наблюдения.

Второй способ также может быть применен для целей селекционной оценки фенологической изменчивости. При этом способе не усматривается начало наступления фенологической фазы каждого конкретного растения, а фиксируется лишь факт нахождения его в фазе на дату наблюдения, поэтому значимость селекционной оценки будет ниже.

Для анализа особенностей индивидуальной изменчивости феноявлений использованы вариационные ряды, у которых вычислены основные статистические характеристики распределения (табл. 1).

Фенологические явления довольно строго соответствуют закону нормального распределения. Критерий соответствия Романовского не превышает 1,08 при критическом значении 3,0. В нескольких случаях, однако, отсутствуют левые части кривой распределения: подфаза интенсивного роста почек на пробных площадях 1, 2, 3 и подфаза максимального увеличения размеров почек на пробной площади 3 (наблюдения 1977 г.). Причинами появления односторонних кривых могут быть, во-первых, опоздание с началом наблюдений, что имеет место в упоминавшемся выше случае с подфазой интенсивного роста почек, во-вторых, определенная доля субъективности в регистрации начала подфаз, в-третьих, резкий рост температур воздуха в этот период.

На изменчивость феноявлений оказывают влияние такие факторы, как однородность почвенно-гидрологических условий и гидротермического режима почв, выровненность агрофона.

Коэффициент вариации сроков наступления фенологических фаз на популяционном уровне подвержен значительным колебаниям. В подфазе максимального увеличения размеров почек коэффициент вариации имел значения 19,7... 25,6, в подфазе зеленения хвои - 22,2...44,6 % дифференциации хвои по длине - 28,4...40,2, начала роста побегов - 32,2...40,9, распускания листа - 32,9...37,9 и роста побегов в длину - 38,2...48,4 %.

Показатели вариабельности индивидуальной изменчивости свидетельствуют о достаточно высокой дифферен-

Таблица 1  
 Статистические характеристики индивидуальной изменчивости саженцев пихты по  
 срокам наступления фенологических фаз

Подфазы	Номер пробной площадки	$M \pm m$ , дн	$V \pm Mv$ , %	$A \pm \Delta A$	$B \pm \Delta B$	K
Максимального уведления раз- меров почек	2	8,8 ± 0,15	20 ± 1,2	0 ± 0,21	1,6 ± 0,42	0,20
	3	7,8 ± 0,17	25,6 ± 1,6	0,8 ± 0,21	1,9 ± 0,42	0,28
	1	5,1 ± 0,19	45 ± 3,1	1,4 ± 0,21	3,6 ± 0,41	0,44
Зеленения хвои	2	8,7 ± 0,16	22 ± 1,3	0,4 ± 0,20	1,6 ± 0,40	0,32
	3	7,6 ± 0,17	26 ± 1,6	1,0 ± 0,20	2,1 ± 0,41	0,50
	1	6,3 ± 0,18	35 ± 2,3	0,9 ± 0,21	2,5 ± 0,42	0,45
Дифференциация хвои по длине	2	6,2 ± 0,20	40 ± 2,7	0,8 ± 0,20	1,0 ± 0,40	0,22
	3	7,9 ± 0,18	28 ± 1,8	1,6 ± 0,20	4,8 ± 0,40	0,38
	1	8,7 ± 0,26	36 ± 2,4	0,4 ± 0,21	-0,1 ± 0,41	0,32
Начала роста почков	2	8,5 ± 0,22	32 ± 2,0	0,4 ± 0,20	-0,2 ± 0,40	0,28
	3	7,2 ± 0,24	41 ± 2,7	0,8 ± 0,20	1,1 ± 0,40	0,27
	1	8,0 ± 0,24	36 ± 2,4	0,3 ± 0,21	-0,6 ± 0,42	0,27
Распускания листа	2	8,2 ± 0,25	38 ± 2,5	0,7 ± 0,20	0 ± 0,20	0,68
	3	9,6 ± 0,26	33 ± 2,1	0,8 ± 0,20	0,3 ± 0,40	0,49
	1	8,1 ± 0,33	48 ± 3,5	0,9 ± 0,21	0,2 ± 0,41	0,42
Роста побегов в длину	2	11,5 ± 0,39	42 ± 2,8	0,4 ± 0,20	-1,1 ± 0,40	0,69
	3	10,1 ± 0,31	38 ± 2,5	0,6 ± 0,20	-0,3 ± 0,40	0,77

циации сроков наступления фенологических фаз у отдельных особей, что упрощает задачу выделения фенологических форм. Кроме того, значительная индивидуальная изменчивость может являться следствием слабой генетической обусловленности сроков наступления фенологических фаз, что существенно обесценивает селекционную значимость этого коррелятивного признака.

Нетрудно заметить последовательное увеличение размаха индивидуального варьирования сроков распускания в каждой последующей фазе, что, вероятно, присуще не только пихте сибирской. Для сезона 1977 г. периоды прохождения фенофаз, равные 66, можно оценить следующим образом: подфазы максимального увеличения размеров почек – 10...12, зеленения хвои – 12...14, дифференциации хвои по длине – 13...15, начала роста побегов – 16...19, распускания листа – 17...19, роста побегов в длину – 23...29 дней.

Ряды распределения имеют разной степени положительную асимметричность, достигающую значения 1,6, при этом не просматривается определенной зависимости асимметричности. Закономерности в изменениях асимметричности распределения зафиксировать, на наш взгляд, достаточно сложно, так как она в сильной степени зависит от влияния среды, главным образом от хода среднесуточных температур воздуха.

Колебания коэффициента эксцесса наблюдаются в большинстве случаев в пределах от 0 до 3 или имеют близкие значения, что свидетельствует о высокой степени соответствия хода распускания по показателю эксцесса закону нормального распределения.

Как отмечалось, в нашем опыте исключено влияние возрастной изменчивости, что облегчает решение поставленной задачи выделения фенологических форм. В качестве коррелятивного признака приняты сроки наступления фенологических фаз, в качестве продуктивных признаков – высота растений и прирост по высоте в год наблюдения. Рано- и позднераспускающиеся формы выделялись по ме-

Таблица 2

Лесоводственно-таксационная характеристика рано- и  
позднораспускающихся форм пихты

фаза	Номер пробной площади	Ранораспус- кающаяся форма	Позднораспус- кающаяся фор- ма	разли- чий
Высота саженцев, см				
Дифференциации хвои по длине	1	17,3±1,34	14,3±0,82	1,91
Начала роста побе- гов	1	18,0±3,10	16,2±1,11	0,55
Распускания листа	1	18,1±2,59	15,6±0,96	0,91
Роста побегов в дли- ну	1	18,4±1,51	17,9±1,03	0,27
Максимального увели- чения размеров почек	2	11,5±0,62	8,8±0,52	3,33
Зеленения хвои	2	10,5±0,54	8,9±0,55	2,08
Дифференциации хвои по длине	2	10,8±0,53	9,8±0,41	1,49
Распускания листа	2	10,9±0,58	9,2±0,51	2,21
Роста побегов в дли- ну	2	11,8±0,44	9,1±0,38	4,66
Начала роста побегов	3	18,3±1,56	14,5±1,18	1,94
Распускания листа	3	18,3±1,05	13,4±0,85	3,63
Роста побегов в дли- ну	3	19,1±0,90	16,2±1,02	2,13
Текущий годичный прирост в высоту, см				
Дифференциации хвои по длине	1	6,8±0,49	4,1±0,43	4,15
Распускания листа	1	6,5±0,94	3,9±0,35	2,59
Роста побегов в дли- ну	1	7,0±0,52	5,6±0,56	1,84
Максимального уве- личения размеров почек	2	4,9±0,45	1,9±0,17	6,25
Зеленения хвои	2	4,5±0,37	1,9±0,23	5,91

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
Дифференциации хвои по длине	2	4,5±0,34	2,9±0,27	3,72
Распускания листа	2	5,2±0,60	2,5±0,23	4,22
Роста побегов в длину	2	5,7±0,22	2,0±0,18	1,32
Начала роста побегов	3	7,6±0,70	4,0±0,43	4,39
Распускания листа	3	7,4±0,35	3,5±0,28	8,67
Роста побегов в длину	3	2,8±0,35	4,5±0,34	6,73

тодике А.Л. Вевериса<sup>х</sup> (1969), разработанной им для ели. При изучении динамики распускания ели в насаждениях Латвийской ССР А.Л. Веверис выяснил, что ход распускания отличается непрерывностью и распределение деревьев по времени распускания в отдельных популяциях близко к нормальному. Учитывая неустойчивость сроков распускания отдельных деревьев, он предложил кривую распределения разбить на 3 части. Ранораспускающиеся ели выделяются в интервале от  $-2\sigma$  до  $-\sigma$ , среднераспускающиеся — от  $-\sigma$  до  $+\sigma$ , поздне-распускающиеся — от  $+\sigma$  до  $+2\sigma$ .

В наших исследованиях оказалось, что во всех случаях более высокой энергией роста обладает ранораспускающаяся форма пихты (табл. 2), хотя достоверность различий не везде доказана.

Более выражено преимущество в росте ранораспускающейся формы пихты при изучении годовичного текущего прироста по высоте, что в значительной мере является следствием влияния погодных условий года наблюдения. Однако для селекционного отбора важнее быстрорастущая фенологическая форма, выделенная по высоте растения. Преимущество в росте ранораспускающейся формы проявляется в популяциях в разной степени. Превышение высоты саженцев ранораспускающейся формы над высотой поздне-распускающейся формы саженцев пихты в различных фенологи-

<sup>х</sup> Веверис А.Л. О методике выделения рано- и поздне-распускающихся елей // Лесоведение. 1969, № 2.

ческих фазах составляет от 3 до 30 %. Можно сказать, что преимущество в росте ранораспускающейся формы пихты составляет в среднем 10...15 %, что имеет большое значение для селекции пихты по энергии ее роста.

УДК 632.15

И.А. Юсупов, С.А. Шавнин  
(Уральский лесотехнический институт)

### **СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ ПОБЕГОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Исследование динамики содержания зеленых пигментов в фотосинтезирующих органах растений, произрастающих на участках, подверженных влиянию атмосферных промышленных выбросов, показало достоверное различие содержания Хл "а" и "в" и каротиноидов в хвое на мужских и женских побегах. Делается вывод о необходимости учета половой дифференциации побегов при проведении исследований динамики содержания зеленых пигментов.

Существует ряд подходов к разработке общих и методических аспектов мониторинга лесных экосистем (Антанайтис, 1986). Вместе с тем остаются недостаточно изученными вопросы физиологической оценки состояния насаждений, подверженных влиянию атмосферных промышленных выбросов. В этом отношении анализ динамики содержания зеленых пигментов в фотосинтезирующих органах растений является одним из важных (Мамаев, 1965). Угнетение биосинтеза и распад хлорофиллов (Хл) сопровождается общим снижением фотосинтетической активности, следствием чего является ухудшение состояния растительного организма, депрессия аттрагирующих центров и т.д. (Полевой, 1989).