

УДК 630*23

А.В. Грязькин, Н.В. Беляева

С.-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

Грязькин Анатолий Васильевич родился в 1951 г., окончил в 1981 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор биологических наук, профессор кафедры лесоводства С.-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова. Имеет около 200 печатных работ в области парковой фитоценологии, естественного лесовозобновления и использования недревесных ресурсов леса.

E-mail: lesovod@bk.ru



Беляева Наталия Валерьевна окончила в 1992 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства С.-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова. Имеет 130 печатных работ в области естественного лесовозобновления; применения рубок ухода и комплексного ухода в таежных лесах, видового разнообразия и устойчивости древесных пород в условиях городской среды, а также высшего образования в России.

E-mail: galbel06@mail.ru



СТРУКТУРА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты исследования структуры фенологических форм подроста ели под пологом древостоев в условиях Ленинградской области. Установлено, что под пологом древостоев преобладает ранораспускающаяся фенологическая форма подроста ели, доля которой уменьшается по мере увеличения относительной полноты древостоя. Преобладание ранней формы под пологом ельника кисличного типа леса является основанием для назначения здесь преимущественно равномерно-постепенных рубок, которые будут способствовать появлению и сохранению подроста ели ранораспускающейся фенологической формы. Проведение сплошных рубок приведет к гибели елового подроста, так как в условиях Ленинградской области именно ранняя форма подроста ели наиболее подвержена действию поздних весенних заморозков.

Ключевые слова: лесной фитоценоз, естественное лесовозобновление, подрост ели, фенологические формы подроста, структура подроста по состоянию и высоте.

Ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) на территории Ленинградской области является главным лесообразующим видом, формировавшим в прошлом до 80 % лесов региона. В настоящее время территории, ранее занятые естественными еловыми лесами, представлены сельскохозяйственными угодьями, сосновыми лесами, выросшими после верховых пожаров, а также лесами с преобладанием мелколиственных пород, сменивших ельники после сплошных рубок середины и конца XX в. При восстановлении еловых лесов через мелколиственные наблюдается существенная (на 50...80 лет) задержка в формировании промышленного запаса древесины ели. В связи с этим, разработка методов устойчивого ведения лесного хозяйства без смены лесообразующего вида в еловых лесах Ленинградской области является актуальной.

К настоящему времени описано множество форм ели по морфологическим, фенологическим и иным признакам [1, 2, 5, 9, 12]. По мнению одних исследователей фенологические формы ели обусловлены генетически [15], другие ученые считают, что на фенологическую структуру молодого поколения древесных пород влияют внешние условия. Исследования, проведенные в США, показали, что начало роста ели различных экологических форм определяется температурным режимом [13]. В условиях Республики Коми экспериментальным путем было установлено, что сроки распускания хвои у разных форм ели зависят от класса бонитета, продолжительности вегетационного периода, географической широты и иных факторов [12]. Таким образом, для подроста ели свойственно существование генетически обусловленных фенологических форм и экоморф [8]. Установлено, что разные фенологические формы в разной степени повреждаются заморозками: у ели ранней формы

все весенне-летние фенофазы проходят при суммах температуры воздуха, в 1,5–2 раза превышающих таковые для поздней формы. На открытых местообитаниях подрост ели ранней формы повреждается поздневесенними заморозками в среднем в 4 раза чаще, чем подрост поздней формы. Установлено, что в ельнике черничном побегов подрост ранней формы трогаются в рост на 3...7 сут позже, чем в ельнике кисличном [3].

Объекты и методы исследования

Структуру подроста по фенологическому признаку исследовали на примере ельников кисличного типа леса. Учет естественного возобновления ели проводили летом 2011 г. под пологом древостоев на экологическом стационаре, расположенном в Лисинском лесничестве Ленинградской области. Объекты были заложены в 1982 г. Общие сведения об опытных участках представлены в табл. 1.

Таблица 1

Местоположение опытных участков

Индекс пробной площади	Площадь, га	Номер		Площадь выдела, га
		квартала	выдела	
Секция А	0,57	123	31	1,2
« Б	0,69	206	80	2,1
« В	0,73	206	83	0,7

Таблица 2

Исходная таксационная характеристика насаждений (1982 г.)

Показатель	Секция А	Секция Б	Секция В
Состав древостоя	8,6Е0,5Р0,4Б0,2Ол0,2Ив0, 1Сед.Ос	9,1Е0,5Б0,3С+Р, Ол, Ив	9,6Е0,3Б0,1С+Ос, Ол, Ив
Возраст, лет	30...260	40...260	40...280
Класс бонитета	II	II	II
Тип леса	Ельник кислично- щитовниковый	Ельник кислично- черничный	Ельник кисличный
Высота, м	17,3	17,7	16,6
Диаметр, см	16,9	17,4	17,2
Полнота	0,7	0,7	0,8
Запас, м ³ /га	342	340	368

Исходная таксационная характеристика древостоев представлена в табл. 2, характеристика по данным последнего обследования – в табл. 3.

В 1982 г. на всех секциях экологического стационара древостои были представлены разновозрастными ельниками, преобладали деревья молодого и среднего возраста, т.е. деревья последних генераций. Стадия формирования данных фитоценозов – климаксовые (или субклимаксовые) ельники.

После проведенной рубки и последующего ветровала структура древостоев существенно изменилась, заметно снизились их относительная полнота и запас (табл. 3).

Учет подроста под пологом древостоев был проведен двумя методами: сплошным пересчетом и выборочно-статистическим методом.

Сплошной пересчет был выполнен на секции А и осуществлен на лентах шириной 5 м, разделенных на квадраты 5 × 5 м. Всего 244 квадрата.

Учет подроста по выборочно-статистическому методу проведен на секциях Б и В на круговых площадках по 10 м², закладываемых на одинаковом расстоянии друг от друга по свободному ходу. Учетные площадки закладывали при помощи шеста длиной 178,5 см. Центр очередной учетной площадки устанавливали при помощи этого же шеста, для чего его продвигали вперед по ходу на две длины. Этим достигалось непосредственное примыкание учет-

Таксационная характеристика насаждений на момент последнего обследования (2011 г.)

Показатель	Секция А	Секция Б	Секция В
Состав древостоя	9,1Е0,9Б ед. П, Ол	7,8Е1,6С0,6Б	6,6Е3,2С0,2 Б
Возраст, лет	90	90	90
Класс бонитета	II	II	II
Тип леса	Ельник кисличный	Ельник кисличный	Ельник кисличный
Высота, м	22,4	22,8	16,8
Диаметр, см	24,1	24,7	21,6
Полнота	0,4	0,6	0,3
Запас, м ³ /га	204	248	155

ных площадок друг к другу. При этом центры смежных учетных площадок всегда были удалены друг от друга на одинаковое расстояние – $2 \times 178,5$ см [4]. На секции Б было заложено 469 учетных площадок, на секции В – 453.

При описании моделей подроста на опытных объектах одновременно с основными показателями устанавливали и его фенологическую форму. Среди них большой биологический и лесоводственный интерес представляют рано- и позднезасевающие фенологические формы. Выделение этих форм производилось с использованием феноиндикаторов: к ранней форме относили биотипы ели, у которых терминальная почка начинала распускаться до зацветания черемухи обыкновенной, к поздней – после зацветания рябины обыкновенной или после начала пыления сосны обыкновенной в условиях Ленинградской области [3].

Результаты исследований и выводы

Анализ данных табл. 4 показывает, что по данным учета 2011 г. под пологом древостоев преобладает ранозасевающая фенологическая форма подроста ели. Ее доля составляет в среднем 51,6 %, на долю позднезасевающей фенологической формы приходится 48,4 %.

Однако по данным А.В. Грязькина [4], полученным на этих же объектах ранее, доля ранозасевающей фенологической формы подроста ели составляла 44,0 %, а позднезасевающей – 56,0 %. Данное явление объясняется изменением относительной полноты и погодными условиями. По данным ФГБУ «С.-Петербургский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями» [10] в 2011 г. среднемесячная температура апреля была на 1,1...2,8 °С выше средних многолетних значений; мая – на 0,9; июня – на 1,0...2,0; июля – на 4,8; августа – на 1,6; сентября – на 1,1...2,2 °С.

Таким образом, среднемесячная температура вегетационного периода 2011 г. на 2,4 °С превысила средние многолетние (климатические) значения, что и послужило причиной преобладания ранозасевающей фенологической формы подроста ели. В целом на долю рано- и позднезасевающих фенологических форм подроста ели приходится приблизительно одинаковое количество подроста (в среднем по (50 ± 5) %).

Таблица 4

Численность и встречаемость подроста ели по фенологическим формам

Индекс пробной площади	Фенологическая форма подроста ели						Итого	
	Ранозасевающая			Позднезасевающая				
	Численность		Встречаемость, %	Численность		Встречаемость, %	Численность, экз./га	Встречаемость, %
	экз./га	%		экз./га	%			
Секция А	1051	51,0	71,3	1008	49,0	72,1	2059	86,5
« Б	1631	45,6	57,4	1945	54,4	68,2	3576	86,8
« В	1395	58,1	62,7	1007	41,9	47,5	2402	79,5

Из анализа данных табл. 2 и 4 видно, что доля ранозасевающей фенологической формы подроста ели уменьшается по мере увеличения относительной полноты древостоя. Минимальная доля была зафиксирована на секции Б при относительной полноте 0,6.

Как видно из данных табл. 4, встречаемость рано- и позднезасевающих фенологических форм подроста ели почти одинаковая и составляет в среднем соответственно 63,8 и 62,6 %. Согласно более ранним исследованиям, при численности подроста 2 тыс. экз./га и встречаемости не менее 60 % в дальнейшем здесь можно ожидать формирования высокопродуктивного елового древостоя [7]. Высокая встречаемость обеих фенологических форм подроста ели позволяет предположить, что на данных объектах сформируется древостой с относительной полнотой 0,8...0,9 [6, 14].

Данные табл. 5 указывают на то, что жизнеспособный подрост ели имеет в своем составе больше экземпляров ранораспускающейся фенологической формы. Наши данные подтверждаются и ранее полученными материалами для этих объектов исследований [3, 4]. Однако это преимущество незначительно: разница составляет всего около 4,0 %. Таким образом, на долю жизнеспособного подрост ели рано- и позднеораспускающихся фенологических форм приходится приблизительно одинаковое количество растений (в среднем по $(45 \pm 3) \%$).

Кроме того, установлено, что структура фенологических форм жизнеспособного подрост ели зависит от относительной полноты древостоя. На секции Б при относительной полноте древостоя 0,6 зафиксирована наибольшая доля жизнеспособного подрост поздней формы, в то время как на секции В при относительной полноте 0,3 отмечена максимальная доля жизнеспособного подрост ели ранней формы (табл. 5). Следовательно, при увеличении относительной полноты древостоя доля жизнеспособного подрост ели ранораспускающейся фенологической формы уменьшается.

Нежизнеспособный подрост ели имеет в своем составе больше экземпляров позднеораспускающейся фенологической формы. При этом доля нежизнеспособного подрост поздней формы в 3 раза больше, чем ранней формы (табл. 5). В целом, под пологом древостоев жизнеспособный подрост относится, как правило, к ранней фенологической форме, нежизнеспособный – к поздней.

Таблица 5

Распределение (%) подрост ели по фенологическим формам и состоянию

Индекс пробной площади	Фенологическая форма подрост ели и состояние					
	Ранораспускающаяся			Позднеораспускающаяся		
	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Сухой	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Сухой
Секция А	45,2	3,0	0,0	42,3	9,1	0,4
« Б	39,0	3,1	0,0	47,1	9,8	1,0
« В	52,3	3,0	0,1	36,1	8,2	0,3

Таблица 6

Распределение (%) подрост ели по фенологическим формам и группам высот

Индекс пробной площади	Фенологическая форма подрост ели и состояние					
	Ранораспускающаяся			Позднеораспускающаяся		
	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный
Секция А	13,5	14,7	20,3	19,4	23,1	9,0
« Б	10,1	16,8	15,7	23,0	24,3	10,1
« В	19,9	16,5	19,2	20,4	19,1	4,9

Фенологическая структура подрост ели различается не только по категориям состояния, но и по группам высот. Как видно из табл. 6, крупный подрост представлен, главным образом, ранней формой. В составе мелкого и среднего подрост преобладает поздняя форма. Наши данные подтверждаются и ранее полученными на этих объектах материалами [3, 4].

Анализ данных табл. 6 показывает, что на секции Б при относительной полноте древостоя 0,6 (максимальная полнота на исследуемых участках) зафиксировано минимальное количество мелкого подрост ели ранней формы и наибольшее – поздней. При наименьшей относительной полноте на секции В (0,3) отмечается наибольшая доля мелкого подрост ели ранораспускающейся фенологической формы. Таким образом, при увеличении относительной полноты древостоя доля мелкого подрост ели ранораспускающейся фенологической формы уменьшается. Большая доля поздней формы приводит в целом к снижению скорости роста молодого поколения ели под пологом.

Как видно из данных табл. 7, и мелкий, и средний, и крупный нежизнеспособный подрост ели в большей степени представлен поздней формой. Единично можно встретить мелкий подрост ранораспускающейся фенологической формы, приуроченный к переувлажненным условиям местопрорастания. Доля мелкого и среднего жизнеспособного подрост рано- и позднеораспускающихся фенологических форм практически одинаковая: разница составляет не более 4,0 %. Крупный жизнеспособный подрост ранней формы встречается в 2,5–3 раза чаще, чем поздней.

Таблица 7

**Распределение (%) жизнеспособного и нежизнеспособного подроста ели
рано- (числитель) и позднораспускающихся (знаменатель)
фенологических форм по группам высот**

Индекс пробной площади	Жизнеспособный подрост			Нежизнеспособный подрост		
	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный
Секция А	12,9/15,7	13,1/19,4	19,1/7,2	0,5/3,7	1,5/3,7	1,0/1,8
« Б	9,4/19,4	15,3/19,4	14,3/8,3	0,5/3,3	1,3/4,7	1,2/1,7
« В	19,2/16,4	15,2/15,2	17,9/4,1	0,6/3,6	1,2/3,8	1,2/0,8

Таблица 8

Возрастная структура (лет) подроста ели по фенологическим формам и состоянию

Индекс пробной площади	Фенологическая форма подроста ели и состояние			
	Ранораспускающаяся		Позднораспускающаяся	
	Жизнеспособный	Нежизнеспособный	Жизнеспособный	Нежизнеспособный
Секция А	9,4±0,2	9,5±0,5	8,2±0,2	7,5±0,3
« Б	12,5±0,2	13,4±0,9	9,9±0,1	11,1±0,4
« В	10,2±0,3	12,5±1,5	9,0±0,2	9,6±0,3

Доля нежизнеспособного мелкого и среднего подроста ранней формы в 3–4 раза ниже, чем поздней, количество крупного нежизнеспособного подроста рано- и позднораспускающихся фенологических форм одинаковое. Таким образом, ранораспускающаяся фенологическая форма подроста ели достаточно устойчива к воздействию экологических факторов.

Как видно из табл. 8, средний возраст подроста ели ранораспускающейся фенологической формы на 2,5 года больше, чем поздней. При этом данная закономерность характерна как для жизнеспособного, так и для нежизнеспособного подроста. Различия фенологических форм по возрасту практически во всех случаях достоверны (для жизнеспособного подроста). Все это свидетельствует о том, что под пологом леса в первую очередь появляется подрост ели ранней фенологической формы, обладающий лучшими экологическими свойствами, который в большинстве своем относится к категории жизнеспособного.

Как видно из данных табл. 9, возраст мелкого по высоте подроста ели ранней формы на 0,5 года меньше, чем поздней. Возраст среднего подроста и рано- и позднораспускающихся фенологических форм почти одинаков. Крупный подрост ели ранней формы в среднем на 1,5 года старше крупного подроста поздней формы. Данные закономерности можно объяснить тем, что мелкий подрост ели ранней формы сильнее повреждается поздневесенними заморозками по сравнению со средним и крупным по высоте подростом. Об этом свидетельствуют и наши более ранние исследования [3].

Таблица 9

Возрастная структура (лет) подроста ели по фенологическим формам и высоте

Индекс пробной площади	Фенологическая форма подроста ели по группам высот					
	Ранораспускающаяся			Позднораспускающаяся		
	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный
Секция А	4,7±0,1	8,2±0,2	13,5±0,4	5,2±0,1	8,2±0,1	14,0±0,5
« Б	7,9±0,3	11,8±0,2	16,5±0,4	7,6±0,1	10,6±0,1	14,6±0,5
« В	5,3±0,2	9,4±0,2	16,3±0,6	6,5±0,2	10,6±0,2	13,8±0,8

**Возраст (лет) жизнеспособного и нежизнеспособного подроста ели
рано- (числитель) и позднораспускающихся (знаменатель)
фенологических форм по группам высот**

Индекс пробной площади	Жизнеспособный подрост			Нежизнеспособный подрост		
	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный
Секция А	$4,6 \pm 0,1$	$8,0 \pm 0,2$	$13,6 \pm 0,4$	$6,6 \pm 0,8$	$9,8 \pm 0,6$	$10,5 \pm 1,0$
	$5,2 \pm 0,1$	$8,3 \pm 0,2$	$14,4 \pm 0,6$	$5,1 \pm 0,3$	$7,8 \pm 0,4$	$12,0 \pm 1,1$
« Б	$7,9 \pm 0,3$	$11,7 \pm 0,2$	$16,5 \pm 0,4$	$5,8 \pm 0,8$	$12,0 \pm 0,9$	$17,0 \pm 1,3$
	$7,5 \pm 0,1$	$10,6 \pm 0,1$	$14,0 \pm 0,4$	$8,4 \pm 0,5$	$10,5 \pm 0,1$	$17,4 \pm 1,6$
« В	$5,3 \pm 0,2$	$9,4 \pm 0,2$	$16,2 \pm 0,6$	$6,3 \pm 0,8$	$9,5 \pm 0,7$	$13,4 \pm 1,0$
	$6,2 \pm 0,3$	$10,6 \pm 0,2$	$14,3 \pm 0,9$	$7,8 \pm 0,3$	$10,7 \pm 0,4$	$11,8 \pm 1,3$

Данные, приведенные в табл. 10, показывают, что вышеприведенная закономерность относится не только для выделенных фенологических форм, но и для всего подроста ели.

Молодое поколение ели ранораспускающейся фенологической формы, как правило, в среднем на 2,5 года старше, чем поздней формы. Возраст крупного и среднего подростов ели ранней формы больше, а мелкого – меньше, чем возраст позднораспускающейся фенологической формы.

Нашими исследованиями установлено, что под пологом леса в первую очередь появляется подрост ели ранней фенологической формы, обладающий лучшими экологическими свойствами. В большинстве своем подрост ранней формы относится к категории жизнеспособного, тогда как у позднораспускающейся формы ели нежизнеспособного подроста больше. Крупный подрост представлен, главным образом, ранней формой. В составе мелкого и среднего подроста преобладает поздняя форма. По мере снижения относительной полноты древостоя доля ранней формы увеличивается.

Ростовая и фенологическая структура подроста позволяет планировать систему хозяйства. Преобладание ранней формы под пологом ельника кисличного типа леса является основанием для назначения здесь преимущественно равномерно-постепенных рубок, которые будут способствовать появлению и сохранению подроста ели ранораспускающейся фенологической формы. Проведение сплошных рубок приведет к гибели елового подроста, так как именно ранняя форма подроста ели наиболее подвержена действию поздних весенних заморозков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волович П.И. Соотношение ели по составу фенологических форм и использование лучших климатипов в лесокультурной практике Белорусской ССР // Интенсификация лесного хозяйства в БССР. М., 1978. С. 79–88.
2. Гавриль В.П. Многоформенность хвойных пород и практическое использование ценных форм сосны и ели // Лесн. хоз-во. 1938. № 1. С. 16–19.
3. Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России): моногр. СПб.: СПбГЛТА, 2001. 188 с.
4. Грязькин А.В. О соотношении количества подроста ели по фенологическим формам под пологом и на вырубке // Лесоводство и экология: современные проблемы и пути их решения. Брянск: БГИТА, 1996. С. 104–108.
5. Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л.: Наука, 1969. 331 с.
6. Мартынов А.Н. Встречаемость подроста ели как фактор продуктивности будущего древостоя // Лесн. журн. 2001. № 4. С. 13–14. (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Мартынов А.Н., Сеннов С.Н., Грязькин А.В. Естественное возобновление леса: текст лекций. СПб.: СПбЛТА, 1994. 42 с.
8. Морозов Г.П. Фенотипическая структура ели // Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват Кологривский лес). М.: Наука, 1988. С. 162–175.
9. Наквасина Е.Н., Прожерина Н.А., Юдина О.А. Морфологическая изменчивость ели при ее адаптации в географических культурах Архангельской области // Лесоведение. 2009. С. 28–36.
10. Официальный портал С.-Петербургского ЦГМС-Р. Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=622>
11. Пат. № 2084129 РФ, МКИ С 6 А 01 G 23/00. Способ учета подроста / А.В. Грязькин. № 94022328/13; заяв. 10.06.94; опуб. 20.07.97, Бюл. № 20.

12. *Тарханов С.Н.* Фенологические формы в географических культурах ели в Коми АССР // Вопросы искусственного лесовосстановления на Европейском Севере. Архангельск: АИЛХ, 1986. С. 73–80.
13. *Barton B.M.* Variation in the phenology of bud flushing in white and red spruce // Can. J. Forest Res. 1988. 18, N 3. P. 315–319.
14. *Braathe P.* Underskelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran // Medd. Fra det Norske Skogf. 1953. Vol. 12, N 42. P. 209–301.
15. *Holzer K., Schultze U.* Die Abhangigkeit des Fiechtaenaustriebes vom Fruhjahrsklima // Osterr. Forstztg. 1988. 99. 5. S. 59–60.

Поступила 21.12.12

A.V. Gryazkin, N.V. Belyaeva

St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov

The Structure of Phenological Forms of the Young Generation Spruce in the Leningrad Region

The paper presents the results of the structure study of spruce undergrowth phenological forms under the canopy of stands in the Leningrad Region. Under the canopy there dominates an early-shooting phenological form of spruce undergrowth. Its share is decreasing as the relative density of the stand is increasing. Due to the prevalence of the early-shooting form under the canopy of the *Oxalis piceetum* forest type, mainly even, gradual cuttings can be chosen here. This type of cutting will hasten the emergence and preservation of the early-shooting phenological form of spruce. Clear-cutting will kill the spruce undergrowth, as in the Leningrad Region the early-shooting form of spruce undergrowth is very likely to suffer from the late spring frost.

Key words: forest phytocenosis, natural forest regeneration, spruce undergrowth, phenological forms of undergrowth, undergrowth structure by condition and height.
