

**ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЬЕВ *Picea abies* (L.) Karst. В ДРЕВОСТОЯХ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ**

И.Т. Кищенко\*, Е.С. Ольхина\*\*

\*Петрозаводский государственный университет  
(Республика Карелия, г. Петрозаводск)

\*\*Петрозаводский лесотехнический техникум  
(Республика Карелия, г. Петрозаводск)

Особенности ростовых процессов деревьев *Picea abies* изучались в 2001–2006 годах в городе (урбанизированная среда) и пригородных лесах (примыкающие к границам города, рекреационное воздействие). В качестве контроля выступали ненарушенные древостои, расположенные в 5 км южнее г. Петрозаводска (леса зеленой зоны). Объектами исследований в пригородных лесах и лесах зеленой зоны являлись чистые по составу, приспевающие (70–90 лет) сообщества ельника кисличного, черничного, приручейного и травяного. Фенологические наблюдения проводились через каждые 3 сут. Фенофаза считалась наступившей, если она отмечалась не менее чем у 30 % побегов всех особей учетных деревьев тех или иных условий произрастания. Исследования установили, что последовательность в прохождении фенофаз *P. abies* в условиях урбанизированной среды и в ненарушенных древостоях не различается. При этом обнаружено, что изменчивость фенодат по годам в условиях городской среды в 1,5–1,8 раза больше, чем в пригородных лесах. Наибольшая стабильность наступления фенофаз характерна для *P. abies* в лесах зеленой зоны. Сроки наступления почти всех фенофаз *P. abies* в разных условиях произрастания в значительной мере зависят от текущего температурного режима воздуха, а также температуры воздуха в течение нескольких суток, предшествующих началу той или иной фенофазы. В лесах зеленой зоны и пригородных лесах сроки начала и окончания формирования вегетативных органов у деревьев *P. abies* существенно не различаются.

**Ключевые слова:** фенология *Picea abies*, Южная Карелия, городские леса, пригородные леса, леса зеленой зоны.

---

**Контактное лицо:** Кищенко Иван Тарасович, адрес: 185640, Республика Карелия, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33; e-mail: ivanki@karelia.ru, botanika@psu.karelia.ru

**Для цитирования:** Кищенко И.Т., Ольхина Е.С. Особенности фенологического развития деревьев *Picea abies* (L.) Karst. в древостоях различной степени нарушенности в Южной Карелии // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 4. С. 336–345. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.4.336

Процесс урбанизации обусловил вовлечение в сферу рекреационного использования больших территорий природных ландшафтов, в т. ч. лесных. В настоящее время для отдыха интенсивно используются леса вокруг г. Петрозаводска, представленные преимущественно еловыми древостоями. Под влиянием высоких рекреационных нагрузок ухудшается общее состояние лесов, снижаются их защитные, санитарно-гигиенические и эстетические функции.

Эффективное использование еловых лесов в рекреационных целях возможно лишь на основе знания особенностей процессов, возникающих под влиянием антропогенных факторов. Одной из центральных и вместе с тем слабо разработанных проблем современной экологии является изучение эколого-биологических особенностей устойчивости городских лесов. Выявление закономерностей роста и развития *Picea abies* L. Karst. (ель европейская) в древостоях различной степени нарушенности имеет чрезвычайно большое теоретическое и прикладное значение [1–8].

Важный показатель адаптации растений к условиям нарушенной среды – степень соответствия ритмики роста и развития растений динамике экологических факторов [9]. Именно сезонный ритм развития является интегральным показателем, характеризующим адаптацию растений к условиям среды [5, 10, 11]. В отечественной литературе выяснению особенностей сезонного развития вегетативных органов хвойных растений под влиянием антропогенных факторов уделено сравнительно мало внимания [12].

Цель исследования – сравнительное изучение фенологии *Picea abies* в древостоях Южной Карелии различной степени нарушенности, а также изменения их состояния под влиянием рекреации. Подобные исследования на территории Карелии ранее не проводились.

**Материалы и методы.** В 2001–2006 годах изучали особенности ростовых процессов деревьев *Picea abies* в Южной Карелии (62°13' с. ш. и 34°10' в. д.; см. рисунок): в г. Петрозаводске (урбанизированная среда, 2 пробные площади)



Местоположение пробных площадей в Южной Карелии: 1 – леса зеленой зоны; 2 – пригородные леса; 3 – леса в микрорайоне «Кукковка»; 4 – парк ОТЗ (Онежского тракторного завода)

и пригородных лесах (примыкающие к границам города, рекреационное воздействие, 4 пробные площади). В качестве контроля служили ненарушенные древостои, расположенные в 5 км южнее г. Петрозаводска (леса зеленой зоны, 4 пробные площади). Размер каждой пробной площади – 50×50 м. Преобладающее направление ветра в районе исследований – с юго-запада на северо-восток, поэтому древостои не испытывают отрицательного влияния поллютантов, выбрасываемых городскими предприятиями и автотранспортом. Объектами исследований в пригородных лесах и лесах зеленой зоны являлись сообщества ельника кисличного, ельника черничного, ельника приручейного и ельника травяного (табл. 1).

Фенологические наблюдения проводили через каждые 3 сут. Фиксировали время прохождения таких фенофаз, как набухание и разрывание вегетативных почек, начало и окончание роста побегов, обособление, распускание,

завершение роста, расцветивание и опадение хвои, опробковение побегов, заложение зимующих вегетативных почек. Фенофаза считалась наступившей, если она отмечалась не менее чем у 30 % побегов всех особей учетных деревьев тех или иных условий произрастания.

Метеорологические данные были получены от Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеообсерватория), расположенной на западной окраине г. Петрозаводска.

Все выборки проверены на закон нормального распределения. Коэффициенты корреляции и различия между средними величинами оценены на достоверность. Из полученных элементарных статистик, в частности, следует, что показатель точности опыта довольно высок (5–7 %), а коэффициент вариации невелик (19–23 %).

**Результаты и обсуждение.** Анализ данных статистической обработки наблюдений показал, что ошибка средней арифметической фенодаты

Таблица 1

ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВОСТОЕВ *Picea abies* В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ (2001–2006 годы)

Тип условий произрастания (тип леса)	Возраст, лет	Состав	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота (абсолютная/относительная)	Класс бонитета	Запас, м <sup>3</sup>	Число стволов на 1 га
<i>Леса зеленой зоны (зона контроля)</i>								
Ельник кисличный	87	10Е	20	21,2	33,4 / 0,9	III.6	285	947
Ельник черничный	92	10Е+Б	17	21,1	29,0 / 0,8	IV.0	200	834
Ельник приручейный	85	10Е	17	19,8	19,7 / 0,6	III.5	150	631
Ельник травяной	95	8Е1Б1Ос	18	21,1	18,5 / 0,6	III.5	163	530
<i>Пригородные леса (воздействие рекреации)</i>								
Ельник кисличный	90	10Е	19	22,0	28,5 / 0,8	III.4	235	765
Ельник черничный	88	9Е1Б	20	21,6	24,3 / 0,7	III.4	221	669
Ельник приручейный	76	8Е2Б	16	17,5	19,6 / 0,6	IV.1	137	835
Ельник травяной	73	8Е2С	18	18,4	26,3 / 0,8	III.1	218	995
<i>Городские леса (урбанизированная среда)</i>								
Парк ОТЗ	70	–	12	22,0	–	–	–	–
Микрорайон «Кукковка»	90	–	18	26,0	–	–	–	–

различных фенофаз *P. abies* в разных условиях произрастания весьма незначительна и, как правило, не превышает 1–2 сут (табл. 2). Лишь для фаз окончания линейного роста побегов и

обособления почек ее значение возрастает до 3–5 сут. Наибольшая вариабельность фенодат характерна также для этих двух фенофаз: среднеквадратическое отклонение составляет от

Таблица 2

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЬЕВ *Picea abies* В ЛЕСАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ (2001–2006 годы)**

Фенофаза	Показатель	Леса зеленой зоны	Пригородные леса	Городские леса	
				Парк ОТЗ	Микрорайон «Кукковка»
Набухание вегетативных почек	<i>M</i>	6.V	4.V	22.IV	21.IV
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,6	1,5	1,7	1,6
	<i>G</i>	6,3	5,6	7,1	9,8
Развержение вегетативных почек	<i>M</i>	17.V	15.V	7.V	6.V
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,5	1,2	1,9	1,4
	<i>G</i>	5,4	5,2	6,8	7,1
Начало линейного роста побегов	<i>M</i>	17.V	15.V	7.V	6.V
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,9	1,5	1,4	2,0
	<i>G</i>	4,5	5,6	6,4	9,7
Окончание линейного роста побегов	<i>M</i>	20.VII	21.VII	9.VII	14.VII
	<i>m<sub>M</sub></i>	2,9	2,4	1,8	1,5
	<i>G</i>	12,4	14,2	13,8	12,4
Опробковение оснований побегов	<i>M</i>	12.VII	11.VII	1.VII	7.VII
	<i>m<sub>M</sub></i>	0,9	1,4	1,1	1,6
	<i>G</i>	3,5	4,2	5,3	6,2
Опробковение ростовых побегов по всей длине	<i>M</i>	11.VIII	9.VIII	4.VIII	6.VIII
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,4	2,0	1,8	1,6
	<i>G</i>	3,2	4,8	3,9	4,2
Обособление хвои на побегах	<i>M</i>	29.V	25.V	22.V	21.V
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,3	1,4	1,6	1,5
	<i>G</i>	5,3	4,6	7,5	6,4
Завершение роста и вызревание хвои	<i>M</i>	1.VII	7.VII	9.VII	14.VII
	<i>m<sub>M</sub></i>	1,6	1,9	1,8	2,4
	<i>G</i>	4,5	6,1	5,8	5,9
Расцветивание отмирающей хвои	<i>M</i>	19.X	14.X	25.IX	23.IX
	<i>m<sub>M</sub></i>	2,9	3,1	2,4	1,9
	<i>G</i>	7,4	12,3	11,6	10,2
Опадение хвои	<i>M</i>	30.X	28.X	20.X	18.X
	<i>m<sub>M</sub></i>	2,4	2,6	1,9	2,7
	<i>G</i>	7,8	6,5	10,8	9,6
Обособление на побегах почек	<i>M</i>	22.VII	20.VII	17.VII	18.VII
	<i>m<sub>M</sub></i>	3,5	4,2	5,2	4,8
	<i>G</i>	10,2	15,3	12,3	17,4

Примечание: *M* – средняя фенодата; *m<sub>M</sub>* – ошибка средней фенодаты, сут; *G* – среднеквадратическое отклонение фенодаты, сут.

12 до 17 сут. Для остальных фенофаз показатель значительно меньше (4–9 сут). Изучая рост *P. abies*, многие авторы также обнаружили, что годичная изменчивость сроков начала тех или иных фенофаз может варьировать от нескольких суток [13] до 1–2 недель [4, 13].

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что ритмика сезонного развития *P. abies* в условиях урбанизированной среды имеет свои специфические особенности (см. табл. 2). По среднесуточным данным, вегетативные почки у *P. abies* раньше всех (21–22.IV) начинают набухать в условиях города, в пригородных лесах и лесах зеленой зоны эта фенофаза отмечается на 14–16 сут позже.

Дольше всего (до 20–21.VII) растут побеги в пригородных лесах и лесах зеленой зоны. Завершение этого процесса в условиях урбанизированной среды происходит на 1–2 недели раньше.

Обпробкование оснований побегов у *P. abies* в городе начинается на 5–11 сут раньше, чем за его пределами. Завершается эта фенофаза ранее всего в городе (4.VIII), а позднее всего – в лесах зеленой зоны (11.VIII).

Обособление зимующих вегетативных почек *P. abies* в изучаемых условиях местопроизрастания происходит в близкие сроки (17–22.VII).

В фазу разворачивания вегетативных почек *P. abies* раньше всего (6–7.V) вступает в городе, а позже всего (17.V) – в лесах зеленой зоны. Обособление хвои на побегах раньше всего также происходит в городе (21.V) и только через 8 сут – в зеленой зоне. Таким образом, в условиях урбанизированной среды фазы разворачивания почек и обособления роста хвои у *P. abies* начинаются на 4–8 сут раньше, а фаза завершения роста хвои и ее вызревания – на 7–13 сут позже, чем в лесах зеленой зоны.

Наиболее ранние сроки (1–7.VII) завершения роста хвои наблюдаются в лесах зеленой зоны и пригородных лесах, а наиболее поздние – в условиях урбанизированной среды (9–14.VII).

Первыми (23–25.IX) в фазу расцветивания хвои вступают деревья в условиях города, а по-

следними (19.X) – в зеленой зоне. Дольше всего (до 28–30.X) отмирающая хвоя держится на деревьях в лесах зеленой зоны и пригородных лесах. В условиях города она начинает опадать уже 18–20.X. Следовательно, фазы расцветивания и опадения хвои у *P. abies* в городе также наступают на 12–27 сут раньше, чем в зеленой зоне.

Исследования показали, что очередность наступления фенофаз у *P. abies* в лесах разной степени нарушенности из года в год не меняется (см. табл. 2). Однако изменчивость фенодат по годам заметно различается: в условиях урбанизированной среды она в среднем на 7 сут больше, чем в пригородных лесах. Наибольшая стабильность наступления фенофаз характерна для *P. abies* в лесах зеленой зоны. По мнению Н.В. Шкутко [14], значительная погодичная изменчивость фенодат указывает на снижение степени адаптации растений к условиям среды.

При анализе состояния среды во время начала тех или иных фенофаз обнаружена очень высокая погодичная вариабельность значений относительной влажности воздуха, суммы атмосферных осадков и суммарной солнечной радиации (табл. 3), поэтому установить характер и степень влияния данных факторов на время начала и окончания исследуемых фенофаз не представляется возможным.

Между тем температурный режим в момент вступления *P. abies* в очередную фенофазу из года в год довольно стабилен, что позволяет судить о характере влияния данного фактора на процессы развития. Исследованиями установлено, что степень влияния температуры воздуха на развитие *P. abies* в древостоях разной степени нарушенности существенно различается. Так, набухание почек при самой высокой среднесуточной температуре воздуха (+9,5 °C) и наибольшей сумме положительных температур (172 °C) начинается в лесах зеленой зоны (см. табл. 2). В условиях урбанизированной среды данная фенофаза начинается при более прохладной погоде – соответственно +7,1...+8,0 °C и 114–156 °C.

Таблица 3

**СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВО ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ  
ФЕНОФАЗ ДЕРЕВЬЕВ *Picea abies* В ЛЕСАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ  
(2001–2006 годы)**

Фенофаза	Параметр среды	Леса зеленой зоны	Пригородные леса	Городские леса	
				Парк ОТЗ	Микрорайон «Кукковка»
Набухание вегетативных почек	T, °C	9,5	8,0	7,1	7,9
	СПТ, °C	172	156	118	114
	B, %	66	68	62	65
	O, мм	0,6	0,3	0,1	0,1
	P, кал/см <sup>2</sup>	413	388	417	385
Разверзание вегетативных почек	T, °C	12,5	11,5	10,0	9,5
	СПТ, °C	346	327	291	272
	B, %	60	62	60	66
	O, мм	1,1	1,1	0,8	0,6
	P, кал/см <sup>2</sup>	370	380	412	423
Начало линейного роста побегов	T, °C	11,5	10,5	10,1	9,7
	СПТ, °C	331	298	250	234
	B, %	55	55	60	66
	O, мм	1,1	1,1	0,8	0,6
	P, кал/см <sup>2</sup>	390	360	427	438
Окончание линейного роста побегов	T, °C	18,3	16,0	12,8	13,4
	СПТ, °C	1156	1165	938	1035
	B, %	70	70	69	70
	O, мм	1,8	1,8	1,8	2,0
	P, кал/см <sup>2</sup>	401	391	346	344
Опробковение оснований побегов	T, °C	16,0	15,8	14,3	14,1
	СПТ, °C	1005	986	904	918
	B, %	69	69	69	69
	O, мм	1,8	1,7	1,6	1,9
	P, кал/см <sup>2</sup>	444	445	392	394
Опробковение ростовых побегов по всей длине	T, °C	12,7	13,0	12,6	12,5
	СПТ, °C	1456	1427	1337	1373
	B, %	70	70	69	70
	O, мм	2,1	2,2	1,9	2,1
	P, кал/см <sup>2</sup>	358	359	361	361
Обособление хвои на побегах	T, °C	10,6	11,2	10,4	10,3
	СПТ, °C	340	357	317	304
	B, %	65	65	66	66
	O, мм	1,4	1,5	1,5	1,7
	P, кал/см <sup>2</sup>	403	399	380	396

Фенофаза	Параметр среды	Леса зеленой зоны	Пригородные леса	Городские леса	
				Парк ОТЗ	Микрорайон «Кукковка»
Завершение роста и вызревание хвои	T, °C	17,5	15,7	14,8	15,4
	СПТ, °C	804	806	838	935
	B, %	69	69	69	70
	O, мм	1,6	1,9	1,8	1,8
	P, кал/см <sup>2</sup>	352	344	346	344
Расцветивание отмирающей хвои	T, °C	3,6	4,4	6,1	6,3
	СПТ, °C	1944	1936	1844	1832
	B, %	83	82	85	84
	O, мм	7,6	6,3	9,0	8,2
	P, кал/см <sup>2</sup>	363	343	324	350
Опадение хвои	T, °C	1,3	1,5	2,4	3,0
	СПТ, °C	1984	1976	1946	1939
	B, %	85	84	83	83
	O, мм	8,0	7,6	7,3	7,3
	P, кал/см <sup>2</sup>	360	383	349	364
Обособление на побегах почек	T, °C	15,7	16,2	15,9	15,4
	СПТ, °C	1152	1148	1006	1020
	B, %	77	76	78	77
	O, мм	2,5	1,8	1,9	2,0
	P, кал/см <sup>2</sup>	322	390	381	393

Примечание: T – температура воздуха; СПТ – сумма положительных температур; B – относительная влажность воздуха; O – сумма атмосферных осадков; P – солнечная радиация.

Развержение вегетативных почек у *P. abies* в лесах зеленой зоны и пригородных лесах происходит при повышении температуры воздуха до +11,5...+12,5 °C, а суммы положительных температур – до 327–346 °C; в городе эта фенофаза начинается при меньших значениях данных параметров среды – соответственно +9,5...+10,0 °C и 272–291 °C.

Линейный рост побегов во всех условиях произрастания начинается при весьма близких значениях среднесуточной температуры воздуха (+9,7...+11,5 °C). Между тем сумма положительных температур в момент начала данной фенофазы у *P. abies* в городе значительно ниже (234–250 °C), чем в лесах зеленой зоны (331 °C).

Окончание линейного роста побегов в условиях урбанизированной среды происходит при значениях температуры воздуха (+13,4...+12,8 °C) на 5 °C ниже, чем в лесах зеленой зоны (+18,3 °C). Однако сумма положительных температур при этом существенно не различается (938–1035 и 1156 °C соответственно).

Температура воздуха во время прохождения фаз опробкования побегов у деревьев в разных по степени нарушенности лесах различается в пределах 1–2 °C, а сумма положительных температур – в пределах 100 °C.

Все отмеченные выше различия в температурном режиме во время прохождения рассмотренных фенофаз в лесах разной степени на-

рушенности значимы, о чем свидетельствуют высокие значения *t*-критерия Стьюдента.

Отсутствие значимых различий в температурном режиме воздуха в исследуемых лесах отмечено для фенофазы обособления хвои на побегах – соответственно +10,3...+11,2 °С и 304–357 °С.

В фазу завершения роста и вызревания хвои у *P. abies* в городе температура воздуха (+14,8...+15,4 °С) на 2–3 °С выше, чем в лесах зеленой зоны (+17,5 °С).

Расцветивание отмирающей хвои в городских условиях происходит при температуре воздуха +6,1...+6,3 °С, а за городом – при +3,6...+4,4 °С. Соответственно, и сумма положительных температур в этот момент в городе примерно на 100 °С выше, чем в пригородных лесах и лесах зеленой зоны.

Опадение хвои в городе начинается при температуре +2,4...+3,0 °С, а за городом – при +1,3...+1,5 °С, однако сумма положительных температур при этом существенно не различается (1939–1984 °С).

Самые ранние сроки начала фенофаз отмечены у *P. abies* в городе.

#### Выводы

1. Последовательность прохождения фенофаз *P. abies* в условиях урбанизированной среды и в ненарушенных древостоях не различается.

2. Изменчивость фенодат по годам в условиях городской среды в 1,5–1,8 раза больше, чем в пригородных лесах. Наибольшая стабильность во времени наступления и окончания фенофаз характерна для *P. abies* в лесах зеленой зоны.

3. Сроки наступления почти всех фенофаз *P. abies* в разных условиях произрастания в значительной мере зависят от текущего температурного режима воздуха, а также от температуры воздуха в течение нескольких суток, предшествующих началу той или иной фенофазы. Влажность воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация оказывают на этот процесс гораздо менее выраженное влияние.

#### Список литературы

1. Барайщук Г.В., Гайвас А.А. Состояние хвойных насаждений Омска // Лесн. хоз-во. 2005. № 1. С. 33–34.
2. Бухарина И.Л., Поварнищина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: моногр. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.
3. Шестопалова В.В. Итоги интродукции сосновых (*Pinaceae* Lindl.) на Среднерусской возвышенности и перспективы их использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1982. 22 с.
4. Кищенко И.Т. Рост и развитие аборигенных и интродуцированных видов семейства *Pinaceae* Lindl. в условиях Карелии: моногр. Петрозаводск: ПетрГУ, 2000. 211 с.
5. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 335 с.
6. Рысин Л.П. Рекреационное лесопользование: научные и практические аспекты // Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы: материалы науч. конф., посвящ. 50-летию Ин-та леса Карел. науч. центра РАН (3–5 октября 2007 года). Петрозаводск: Изд-во Карел. науч. центра РАН, 2007. С. 83–94.
7. Таран И.В., Спиридонов В.Н., Беликова Н.Д. Леса города. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 196 с.
8. Черненькова Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 191 с.
9. Латин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 13–18.
10. Иваненко Б.И. Фенология древесных и кустарниковых пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 183 с.
11. Логинов В.Б. К методике построения частных теорий интродукции // Теории и методы интродукции растений и зеленого строительства: материалы респ. конф. Киев: Наук. думка, 1980. С. 58–60.
12. Колесниченко А.Н. Сезонные ритмы развития древесных интродуцентов // Охрана, изучение и обогащение растительного мира. Киев, 1985. Вып. 12. С. 53–59.



13. Фролова Л.А. Термический фактор и фазы сезонного развития представителей рода Ель различных географических зон в Ботаническом саду МГУ на Ленинских горах // Термический фактор в развитии растений разных географических зон: материалы всесоюз. конф. М., 1979. С. 32–34.

14. Шкутко Н.В. Хвойные Белоруссии: эколого-биологические исследования. Минск: Наука и техника, 1991. 263 с.

## References

1. Barayshchuk G.V., Gayvas A.A. Sostoyanie khvoynykh nasazhdeniy Omska [The State of Coniferous Plantations of Omsk]. *Lesnoe khozyaystvo*, 2005, no. 1, pp. 33–34.

2. Bukharina I.L., Povarnitsina T.M., Vedernikov K.E. *Ekologo-biologicheskie osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede: monogr.* [Ecological and Biological Features of Woody Plants in an Urbanized Environment]. Izhevsk, Izhevsk State Agric. Academy Publ., 2007. 216 p. (In Russ.)

3. Shestopalova V.V. *Itogi introduktsii sosnovykh (Pinaceae Lindl.) na Srednerusskoy vozvysheynosti i perspektivy ikh ispol'zovaniya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Results of the Pine (*Pinaceae* Lindl.) Introduction in the Central Russian Upland and the Prospects for Their Use: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Kiev, 1982. 22 p.

4. Kishchenko I.T. *Rost i razvitie aborigennykh i introdutsirovannykh vidov semeystva Pinaceae Lindl. v usloviyakh Karelii: monogr.* [Growth and Development of Aboriginal and Introduced Species of the *Pinaceae* Lindl. Family in Karelia]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State Univ. Publ., 2000. 211 p. (In Russ.)

5. Rysin L.P., Savel'eva L.I. *Elovye lesa Rossii* [Spruce forests of Russia]. Moscow, Nauka Publ., 2002. 335 p. (In Russ.)

6. Rysin L.P. *Rekreatsionnoe lesopol'zovanie: nauchnye i prakticheskie aspekty* [Recreational Forest Management: Scientific and Practical Aspects]. *Lesobiologicheskie issledovaniya na Severo-Zapade taezhnoy zony Rossii: itogi i perspektivy: materialy nauch. konf., posvyashch. 50-letiyu In-ta lesa Karel. nauch. tsentra RAN (3–5 oktyabrya 2007 goda)* [Forestry Biological Studies in the North-West of the Taiga Zone of Russia: the Results and Perspectives: Proc. Sci. Conf. Dedicated to the 50th Anniversary of the Forestry Research Institute of Karelian Research Centre RAS (3–5 October 2007)]. Petrozavodsk, Karelian Research Centre RAS Publ., 2007, pp. 83–94. (In Russ.)

7. Taran I.V., Spiridonov V.N., Belikova N.D. *Les goroda* [Forests of the City]. Novosibirsk, Siberian Branch RAN Publ., 2004. 196 p. (In Russ.)

8. Chernen'kova T.V. *Reaktsiya lesnoy rastitel'nosti na promyshlennoe zagryaznenie* [The Reaction of Forest Vegetation to Industrial Pollution]. Moscow, Nauka Publ., 2002. 191 p. (In Russ.)

9. Lapin P.I. *Sezonnyy ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii* [Seasonal Rhythm of Development of Woody Plants and Its Significance for the Introduction]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada Akademii nauk SSSR* [Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences], 1967, iss. 65, pp. 13–18.

10. Ivanenko B.I. *Fenologiya drevesnykh i kustarnikovykh porod* [Phenology of Wood and Shrubby Species]. Moscow, Sel'khozizdat Publ., 1962. 183 p. (In Russ.)

11. Loginov V.B. *K metodike postroeniya chastnykh teoriy introduktsii* [To the Technique of Constructing the Introduction Subtheories]. *Teorii i metody introduktsii rasteniy i zelenogo stroitel'stva: materialy resp. konf.* [Theories and Methods of Introduction of Plants and Green Building: Proc. Resp. Conf.]. Kiev: Nauk. dumka Publ., 1980, pp. 58–60. (In Russ.)

12. Kolesnichenko A.N. *Sezonnye ritmy razvitiya drevesnykh introdutsentov* [Seasonal Rhythms of Development of Wood Invasive Plants]. *Okhrana, izuchenie i obogashchenie rastitel'nogo mira* [Protection, Study and Enrichment of Flora]. Kiev, 1985, iss. 12, pp. 53–59. (In Russ.)

13. Frolova L.A. *Termicheskiy faktor i fazy sezonnogo razvitiya predstaviteley roda El' razlichnykh geograficheskikh zon v Botanicheskom sadu MGU na Leninskikh gorakh* [Thermal Factor and Phases of Seasonal Development of the Spruce Genus Representatives of Different Geographical Zones in the Botanical Garden of the Moscow State University on the Leninsk Gory]. *Termicheskiy faktor v razvitiy rasteniy raznykh geograficheskikh zon: materialy vsesoyuz. konf.* [Thermal Factor in the Development of Plants of Different Geographical Zones: Proc. All-Union. Conf.]. Moscow, 1979, pp. 32–34. (In Russ.)

14. Shkutko N.V. *Khvoynye Belorussii: ekologo-biologicheskie issledovaniya* [Coniferous of Belarus: Ecological and Biological Research]. Минск, Наука и техника Publ., 1991. 263 p. (In Russ.)

DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.4.336

Received on July 20, 2017

*Ivan T. Kishchenko\**, *Elena S. Ol'khina\*\**

\*Petrozavodsk State University  
(Petrozavodsk, Russian Federation)

\*\*Petrozavodsk Forestry Technical School  
(Petrozavodsk, Russian Federation)

**PECULIARITIES OF PHENOLOGICAL DEVELOPMENT  
OF *Picea abies* (L.) Karst. TREES IN FOREST STANDS  
OF DIFFERENT DISTURBANCE DEGREE IN SOUTH KARELIA**

The paper presents the studies of peculiarities of growth processes of *P. abies* trees in 2001–2006 in the city (urban environment) and suburban forests (adjacent to the city boundaries, recreational impact). The undisturbed stands located 5 km to the south of Petrozavodsk (forest green zones) served as control. The objects of research in the suburban forests and forests of the green zone were the maturing (70–90 years old) communities of a sorrel spruce forest, a bilberry scrub forest, a spruce grove near the brook, and a grass spruce forest, pure in composition. Phenological observations were carried out every 3 days. The phenophase was considered to have occurred if it was observed in no less than 30 % of shoots of all species of record trees in certain growing conditions. The studies established that the sequence in the passage of *P. abies* phenological stages in the urbanized environment and in undisturbed forest stands did not differ. The phenodate variability by years in urban environment was 1.5–1.8 times higher than in suburban forests. The greatest stability of the phenophase occurrence was characteristic for *P. abies* in the forests of the green zone. The phenophases occurrence time of *P. abies* under various growth conditions depended largely on the current air temperature regime, as well as the air temperature for the several preceding days. The timing of the beginning and end of the vegetative organs formation in *P. abies* trees did not differ significantly in the forest green zones and suburban forests.

**Keywords:** phenology of *Picea abies*, South Karelia, urban forest, suburban forest, forest green zones.

---

**Corresponding author:** Ivan Kishchenko, address: prosp. Lenina, 33, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185640, Russian Federation; e-mail: ivanki@karelia.ru, botanika@psu.karelia.ru

**For citation:** Kishchenko I.T., Ol'khina E.S. Peculiarities of Phenological Development of *Picea abies* (L.) Karst. Trees in Forest Stands of Different Disturbance Degree in South Karelia. *Arctic Environmental Research*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 336–345. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.4.336