

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ *ABIES* MILL. В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ (КАРЕЛИЯ)

Аннотация.

Актуальность и цели. Повышение биологического разнообразия естественных и искусственных фитоценозов возможно только через интродукцию древесных растений, которая должна быть оценена на перспективность. Целью данной работы является выяснение характера влияния климатических факторов на динамику развития видов *Abies* Mill., интродуцированных в таежной зоне, а также оценка их перспективности.

Материалы и методы. Изучение интродуцированных видов хвойных растений проводили в Ботаническом саду ПетрГУ. Фенологические наблюдения проводили в течение 18 лет с мая по сентябрь через каждые 2–3 сут. Оценка перспективности интродукции древесных растений проводили по данным визуальных наблюдений. Климатические данные регистрировались на Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеорологическая обсерватория). По результатам наблюдений за развитием растений, а также за климатическими факторами сформировали банк данных, обработанный с помощью методов элементарной статистики и факторного дисперсионного анализа.

Результаты. Сроки начала набухания и разворачивания вегетативных почек, а также линейного роста побегов у видов рода *Abies* зависят от текущего температурного режима воздуха. Установлена степень влияния изучаемых экологических факторов на сроки наступления фенофаз. Ее величина определяется биологическими особенностями вида, периодом воздействия факторов и спецификой самой фенофазы. Быстрее всего развитие вегетативной сферы начинается и заканчивается у *A. sibirica* и *A. balsamea*, а позже всего – у *A. holophylla* и *A. alba*.

Выводы. Динамика развития интродуцированных видов *Abies* в основном определяется температурным режимом воздуха. Наиболее перспективными для озеленения населенных пунктов (с низкой степенью загрязнения поллютантами) следует признать *A. sibirica* и *A. balsamea*.

Ключевые слова: интродукция, *Abies*, развитие, фенология.

I. T. Kishchenko

THE INTRODUCTION PERSPECTIVITY OF *ABIES* MILL. SPECIES IN THE TAIGA ZONE (KARELIA)

Abstract.

Background. An increase in the biological diversity of natural and artificial phytocenoses is possible only through the introduction of woody plants, which should be assessed for prospects. The aim of this work is to elucidate the extent and nature

of the impact of major climatic factors on dynamics of development and prospects of introduced species in the taiga species of *Abies* Mill.

Materials and methods. The study of introduced species of conifers was carried out in the Botanical garden of PetrSU. Phenological observations were conducted during the 18 years from May to September every 2–3 days. Assessment of feasibility of woody plants introduction was carried out according to the visual observations. Climatic data were registered at meteorological station Soligorskoe (Karelian hydrometeorological Observatory). According to the results of observations of the plant development and the climatic factors formed a Bank of data processed using the methods of basic statistics, and factorial analysis of variance.

Results. The timing of the onset of swelling and opening of vegetative buds, as well as linear growth of shoots in species of the genus *Abies* depend on the current temperature regime of the air. Between the dynamics of the studied environmental factors and the timing of the phenophases established perfect correlation. Its value is determined by the biological characteristics of the species, period of exposure factors and the particularity of the phenophases. The fastest development of vegetative sphere begins and ends at the *A. sibirica* and *A. balsamea*, and later – in *A. holophylla* and *A. alba*.

Conclusions. The dynamics of the development of introduced species *Abies* is mainly determined by the temperature of the air. The most promising for gardening of settlements (with a low degree of contamination with pollutants) should recognize the *A. sibirica* and *A. balsamea*.

Keywords: introduction, *Abies*, development, phenology.

Введение

Изучению сезонного развития растений, в том числе древесных видов, уделяется большое внимание как в России, так и за рубежом. И это понятно, так как познание этих важнейших биологических процессов имеет большое значение в теории и практике выращивания растений. При этом объектами исследований служат аборигенные и интродуцированные древесные растения, в частности хвойные.

Известно, что большинство аборигенных видов древесных растений таежной зоны России плохо переносят усиливающееся загрязнение окружающей среды. Между тем многие виды хвойных растений, в том числе и представители семейства *Abies* других географических районов, устойчивы к загазованности и задымленности, отличаются долговечностью и весьма декоративны в течение всего года [1–4]. Кроме того, многие из них отличаются значительно большей продуктивностью, чем местные виды, и нередко способны к натурализации [5–7]. Повышение биологического разнообразия естественных и искусственных фитоценозов, по мнению многих исследователей [6, 7], возможно только через интродукцию древесных растений. Все это свидетельствует о необходимости интродукции хвойных растений и оценки их перспективности. Последняя может быть установлена лишь на основе всестороннего изучения адаптаций, происходящих у испытуемых растений в новых условиях [8, 9]. Главнейшими процессами, характеризующими состояние интродуцированных растений, являются особенности их развития, которые определяются не только генотипом, но и динамикой экологических факторов [10–12].

Выяснилось, что вопросы развития хвойных интродуцентов изучены далеко не полно и нуждаются в уточнении и дальнейшем изучении. Характер

и степень влияния экологических факторов на развитие многих интродуцированных растений до сих пор не установлены. В Карелии такие детальные исследования до сих пор не проводились. Поэтому целью данной работы являлось выяснение особенностей развития некоторых интродуцированных видов *Abies* Mill. под влиянием климатических факторов и оценка их перспективности.

Материалы и методика

Изучение интродуцированных видов хвойных растений проводили в Ботаническом саду Петрозаводского государственного университета. Наблюдения за развитием растений проводили в 1988–2016 гг. Объектами исследований служили четыре вида рода *Abies*. Посадки граничат с сосняком черничным. Характеристика объектов исследований приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика объектов исследований

Вид	Место происхождения саженцев (ботсад–город)	Возраст, лет	Средняя высота, м	Наличие семенования
<i>Abies alba</i> Mill. Trantv.	Санкт-Петербург	36	11,1	нет
<i>A. sibirica</i> Ledeb.	Санкт-Петербург	53	16,0	есть
<i>A. balsamea</i> Mill.	Копенгаген	43	16,7	есть
<i>A. concolor</i> Lindl. et Gord.	Санкт-Петербург	36	11,3	есть
<i>A. nephrolepis</i> (Trantv.) Maxim.	Санкт-Петербург	36	10,4	есть
<i>A. holophylla</i> Maxim.	Москва	31	9,0	нет

Каждый изучаемый вид представлен групповой посадкой из 10–25 деревьев. Условия водного, минерального и светового режимов у всех изучаемых, а также размещение и густота посадок в каждой группе идентичны.

Фенологические наблюдения проводили через каждые 2–3 сут, используя методические указания Н. Е. Булыгина [13]. Фенофаза считалась наступившей, если она отмечалась не менее чем у 30 % побегов всех особей исследуемого вида. Календарные даты прохождения фенофаз за 28 лет переведены в числа и математически обработаны [15]. В результате получены средние арифметические наступления фенофаз, которые опять переведены в календарные даты. Отсутствие данных по развитию репродуктивной сферы у изучаемых видов объясняется большими временными интервалами между семенными годами, не позволяющими использовать статистическую обработку данных.

Оценку перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений проводили по методике П. И. Лапина и С. В. Сидневой [14].

Климатические данные регистрировались на Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеорологическая обсерватория), расположенной в 3 км к юго-западу от Ботанического сада.

По результатам наблюдений за развитием растений, а также за климатическими факторами сформировали банк данных, обработанный с помощью методов элементарной статистики и факторного дисперсионного анализа [15].

Результаты и обсуждение

Анализ данных статистической обработки показал, что ошибка средней многолетней величины фенодат весьма незначительна и, как правило, не превышает 1–2 сут (табл. 2). Лишь для фенофазы окончания линейного роста побегов у *A. alba*, *A. balsamea* и *A. concolor* ее величина возрастает до 4–6 сут. У этих же видов для данной фенофазы среднее квадратическое отклонение достигает 17–23 сут. Для остальных фенофаз его величина значительно меньше (5–10 сут). Изучая развитие различных видов хвойных растений, Н. В. Шкутко [12] также обнаружил, что погодичная изменчивость сроков начала тех или иных фенофаз может варьировать от 12 до 27 сут.

Проведенные исследования показали, что динамика сезонного развития изучаемых видов рода *Abies* имеет свои специфические особенности. По среднеемноголетним данным, первыми (8 V) начинают набухать почки у *A. sibirica* и *A. balsamea* (см. табл. 2). У *A. nephrolepis* и *A. concolor* эта фаза отмечается на 6–7 сут позже.

Первыми трогаются в рост побеги у *A. alba*, *A. sibirica*, *A. balsamea* и *A. concolor* (23–25 V), а у *A. nephrolepis* и *A. holophylla* – спустя 3–7 сут. Позже всего (18–20 VIII) этот процесс завершается у четырех вышеупомянутых видов рода *Abies*, у двух других видов – на 2–6 сут раньше. Фаза обособления вегетативных почек на побегах скорее всего наступает у *A. holophylla* (9 VIII), а позже всего (18 VIII) – у *A. concolor*. У других видов эта фенофаза отмечается 13–14 VIII.

Наиболее ранние сроки (4 VII) опробкования оснований побегов отмечены у *A. alba*, а наиболее поздние (22–27 VII) – у *A. concolor*, *A. holophylla*, *A. nephrolepis* и *A. balsamea*. Быстрее всего процесс опробкования побегов по всей длине завершается у *A. holophylla* (13 VIII), а позже всего (28 VIII – 4 IX) – у *A. alba*, *A. balsamea* и *A. concolor*.

В фазу разverzания почек изучаемые виды рода *Abies* вступают почти одновременно (27–31 V). Ранее всего обособление хвои на побегах начинается у *A. sibirica* (1 VI), а позже всего – у *A. alba* (9 VI). У других видов эта фенофаза наступает почти одновременно (4–6 VI). Самые поздние сроки завершения роста хвои наблюдаются у *A. nephrolepis* (18 V), а у других видов – на 3–6 сут раньше. Первыми (15–19 X) в фазу расцветивания хвои вступают *A. alba*, *A. balsamea*, *A. holophylla* и *A. sibirica*, а последними (27–30 X) – *A. concolor* и *A. nephrolepis*. Дольше всего (до 21 XI) отмирающая хвоя держится у *A. concolor*. У *A. alba* и *A. holophylla* она начинает опадать уже 4–8 XI.

Таким образом, приведенные выше данные показывают, что фазы набухания вегетативных почек, роста побегов и хвои у *A. sibirica* и *A. balsamea* начинаются примерно на неделю раньше, чем у других видов. Позже всего эти фазы наступают у *A. nephrolepis* и *A. concolor*. При этом очередность прохождения фенофаз у изучаемых видов рода *Abies* из года в год не изменяется.

Таблица 2

Среднемноголетние данные сезонного развития видов *Abies* (1978–1993)

Фенофазы и статистические показатели	1	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies</i>
		<i>alba</i>	<i>sibirica</i>	<i>balsamea</i>	<i>concolor</i>	<i>nephrolepis</i>	<i>holophylla</i>		
Набухание вегетативных почек (май, V)	M	2	3	4	5	6	7		
	mm	11	8	8	17	16	12		
	G	2,4	1,6	1,8	1,4	3,0	2,1		
Разверзание вегетативных почек (май, V)	M	9,0	6,3	6,9	5,7	11,4	8,0		
	mm	27	29	27	29	31	29		
	G	2,4	1,2	1,7	4,1	2,3	1,6		
Начало линейного роста побегов (май, V)	M	9,0	4,7	6,7	16,0	8,4	6,0		
	mm	25	23	25	25	30	28		
	G	2,1	1,2	1,9	1,5	2,3	1,6		
Окончание линейного роста побегов (август, VIII)	M	7,9	4,7	7,4	5,8	8,4	6,0		
	mm	181	20	18	19	16	16		
	G	4,6	1,3	5,1	5,9	1,1	1,2		
Отробкование оснований побегов (июль, VII)	M	7,3	4,9	19,8	22,9	4,4	4,4		
	mm	4	17	27	22	26	24		
	G	0,8	1,0	3,9	2,4	0,9	0,9		
Отробкование побегов по всей длине (август, VIII)	M	2,5	3,7	15,3	9,4	3,5	3,3		
	mm	28	22	31	4	20	13		
	G	0,9	1,0	2,9	3,4	1,7	3,5		
		3,4	4,0	11,4	13,2	6,5	13,2		

Окончание табл. 2

1		2	3	4	5	6	7
Обособление хвои на побегах (июнь, VI)	M	9	1	4	5	6	6
	m _M	2,3	2,8	1,7	1,6	2,2	1,6
	G	8,7	10,8	6,6	6,0	8,4	5,8
Завершение роста и вызревание хвои (июнь, VI)	M	13	12	13	15	18	15
	m _M	2,1	1,6	1,8	2,0	2,0	1,9
	G	7,8	6,0	7,1	7,8	7,6	7,2
Расцветивание отмирающей хвои (октябрь, X)	M	15	19	17	27	30	18
	m _M	2,2	1,4	1,2	4,1	2,9	2,3
	G	8,1	5,4	4,7	16,0	11,0	8,6
Опадение хвои (ноябрь, XI)	M	4	15	14	21	17	8
	m _M	1,9	0,6	1,1	1,4	1,3	1,1
	G	7,1	2,4	4,2	5,4	5,0	4,1
Обособление на побегах почек (август, VIII)	M	13	14	13	18	13	9
	m _M	3,1	1,2	3,7	1,4	1,9	1,2
	G	11,5	4,8	14,4	5,4	7,2	4,6

Примечание: M – средняя величина; m_M – ошибка средней величины, сут.; G – среднеквадратическое отклонение, сут.

При анализе состояния среды во время начала фенофаз обнаружена очень сильная годовая вариабельность значений относительной влажности воздуха, атмосферных осадков и суммарной солнечной радиации. Между тем температурный режим воздуха в момент наступления очередной фенофазы за исследуемые годы остается довольно стабильным, заметно отличаясь у разных видов растений. Так, набухание почек при самой высокой среднесуточной температуре воздуха (+9,9 °C) начинается у *A. alba*. Наименьшая требовательность к данным факторам в эту фенофазу отмечена для *A. sibirica* и *A. balsamea* – соответственно +7,5–+7,6 °C и 133–137 °C.

Линейный рост побегов у изучаемых видов рода *Abies* начинается при температуре +10,0–+12,0 °C и сумме положительных температур – 270–348 °C. При этом наименьшая теплообеспеченность характерна также для *A. sibirica*, а наибольшая – для *A. nephrolepis*. Прекращение линейного роста побегов у *A. sibirica* происходит при снижении температуры до +12,7 °C и накоплении 1555 °C. У других изучаемых видов эта фенофаза имеет место уже при температуре около +14 °C и 1500 °C.

Опробковение побегов у всех видов начинается при температуре около +16 °C, а заканчивается при ее снижении до +10–+13 °C. Начало данной фенофазы при наименьшей сумме положительных температур (1030 °C) отмечено у *A. sibirica*, а при наибольшей (1338 °C) – у *A. alba*. Аналогичная закономерность выявлена и для начала фазы обособления хвои на побегах – соответственно 373 и 469 °C. Обособление на побегах вегетативных почек у изучаемых видов происходит при температуре воздуха +13,8–+16,3 °C и увеличении суммы положительных температур до 1500 °C.

Развержение вегетативных почек у всех изучаемых видов рода *Abies* отмечается при схожем температурном режиме – +10,3–+12,0 °C и 269–361 °C, причем у *A. sibirica* и *A. balsamea* – при самых низких его значениях, а у *A. nephrolepis* – при самых высоких. Завершение роста, расцветивание и опадение хвои у изучаемых видов наблюдается при очень близких значениях температурного режима воздуха.

Как показали исследования ряда авторов [16, 12], наиболее адаптированными в умеренной зоне России являются растения, которые рано начинают и рано заканчивают сезонное развитие. Согласно этому утверждению и исходя из наших данных, по возрастанию степени устойчивости к условиям таежной зоны изученные виды можно расположить в следующем порядке: *A. nephrolepis*, *A. concolor*, *A. holophylla*, *A. balsamea*, *A. sibirica*.

Приведенные выше данные показывают, что наименее требовательной к температурному фактору является *A. sibirica*, а наиболее требовательной – *A. nephrolepis*.

Как показал факторный дисперсионный анализ, степень влияния условий среды на развитие изучаемых видов в значительной мере обусловлена периодом воздействия конкретного фактора, а также биологическими особенностями вида. Достоверность влияния факторов оценена по критерию Фишера. Выяснилось, что текущая температура воздуха оказывает существенное воздействие (20–50 %) на сроки наступления таких фенофаз, как набухание почек, опробковение побегов по всей длине, обособление и расцветивание хвои (табл. 3). Для трех изучаемых видов подобная зависимость отмечена и в отношении фазы обособления почек на побегах.

Таблица 3
Показатель степени влияния экологических факторов на сроки наступления фенофаз у различных видов рода *Abies*, %

Фенофаза и фактор	<i>Abies holorhynlla</i>			<i>A. concolor</i>			<i>A. sibirica</i>			<i>A. balsamea</i>			<i>A. alba</i>			<i>A. nephrolepis</i>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Т	19	26	15	23	21	34	19	11	33	32	8	19	36	23	64	9	23	39
В	5	26	19	4	22	5	0	18	28	8	16	32	13	7	6	1	18	7
Р	0	21	31	8	34	0	12	12	9	5	4	7	3	10	10	4	42	24
О	0	24	15	8	32	41	7	51	29	2	46	47	2	55	15	1	15	15
Т	6	21	46	12	26	2	1	3	31	0	16	23	5	37	70	7	19	51
В	0	20	10	6	8	9	2	13	37	10	24	18	18	19	8	14	21	10
Р	3	2	13	2	52	21	3	9	0	1	20	0	4	14	0	14	38	7
О	5	43	3	2	11	65	17	22	8	3	25	42	3	22	10	18	14	22
Т	6	21	48	19	24	51	21	13	31	2	27	0	5	37	70	7	19	46
В	0	20	17	5	11	10	2	13	37	8	25	18	18	19	8	14	20	10
Р	3	2	1	5	14	7	3	9	0	0	15	0	4	13	0	14	38	13
О	5	43	9	5	39	22	17	22	8	0	24	68	5	23	10	18	16	3
Т	2	0	3	17	3	6	2	2	1	7	5	16	22	20	21	0	8	16
В	3	54	10	0	21	15	2	45	40	25	18	18	2	13	28	4	71	26
Р	10	15	9	5	33	21	1	0	10	12	32	31	0	23	34	16	9	3
О	1	17	18	19	41	56	0	10	0	6	43	33	2	41	13	0	10	5
Т	1	0	16	3	5	20	2	3	32	22	54	2	0	0	37	8	2	12
В	32	43	19	4	53	36	4	6	38	2	16	14	6	0	21	1	56	9
Р	17	0	5	15	8	5	7	0	2	1	25	27	17	8	1	3	3	6
О	4	20	2	6	14	9	3	27	4	18	2	53	2	0	3	1	0	6
И	54	63	42	28	80	70	16	36	76	42	97	96	24	8	50	13	61	28

Окончание табл. 3

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Опробковение побегов по всей длине	Т	29	24	6	25	9	2	28	8	0	24	27	9	22	0	11	45	3	12
	В	13	16	37	1	61	79	0	43	46	14	52	77	1	38	26	4	75	20
	Р	11	30	2	1	8	7	1	0	2	2	1	2	4	22	11	4	3	9
	О	13	28	48	17	6	10	2	0	8	19	11	4	2	4	13	8	7	7
Обособление хвоя на побегах	Т	9	6	9	53	21	18	33	13	73	13	26	44	35	58	30	54	18	18
	В	28	21	28	6	34	8	15	15	14	10	22	21	10	8	59	8	25	16
	Р	0	48	0	12	18	0	10	54	0	15	17	2	16	18	14	19	22	36
	О	7	20	47	10	13	53	14	12	7	14	19	9	9	4	29	1	28	15
Завершение роста хвоя	Т	42	8	30	53	41	13	51	23	13	54	30	4	51	38	53	62	43	17
	В	15	31	25	6	32	19	17	42	19	15	27	26	18	33	15	8	11	13
	Р	4	5	2	12	2	7	13	6	0	11	20	10	7	3	5	21	0	24
	О	23	42	42	10	17	50	14	17	50	13	14	46	14	17	13	1	35	22
Опадение хвоя	Т	49	19	22	53	13	15	49	31	25	43	29	20	64	33	21	62	24	20
	В	13	15	9	6	18	10	21	13	11	18	11	12	13	15	11	8	0	13
	Р	11	10	8	12	5	4	4	14	12	15	13	14	6	16	9	21	6	7
	О	10	9	4	10	1	2	9	14	12	8	3	3	2	12	8	1	14	3
Обособление почек возобновления	И	83	53	43	81	37	31	83	72	60	84	56	49	85	86	42	92	44	43
	Т	4	21	7	29	5	10	7	1	9	36	61	7	20	15	7	11	26	1
	В	1	39	22	5	70	70	1	68	43	19	30	51	0	29	62	3	50	65
	Р	1	12	11	5	10	1	3	8	1	7	2	28	5	1	8	0	6	2
О	1	14	10	0	5	8	1	0	6	21	1	4	22	19	8	16	4	0	

Примечание: Т – температура воздуха, °С; В – относительная влажность воздуха, %; О – атмосферные осадки, мм; Р – солнечная радиация, кал/см², I – за текущий период, II – за предшествующий период, III – за июль предшествующего года. Показатель степени влияния достоверен при его величине более 5 %.

Достоверного влияния атмосферных осадков, влажности воздуха и солнечной радиации текущего периода на развитие изучаемых видов не обнаружено.

Проведенные исследования позволили установить, что развитие видов рода *Abies* зависит не столько от текущего состояния среды, сколько от ее состояния за предшествующий какой-либо фазе период времени. Установлено, что температура воздуха за предшествующие 5 сут оказывает довольно существенное (20–40 %) воздействие на начало линейного роста побегов и фазы развития хвои у изучаемых видов. Кроме того, у *A. alba*, *A. concolor*, *A. nephrolepis* и *A. holophylla* подобная зависимость отмечена и для фаз набухания и разворачивания почек; а у *A. balsamea* и *A. holophylla* – для фаз опробкования побегов и обособления почек (см. табл. 3). Относительная влажность воздуха за рассматриваемый период начинает оказывать некоторое (10–20 %) влияние на развитие пихты, особенно заметное (30–70 %) в фазе окончания роста и опробкования побегов, завершения роста хвои и обособления почек. Зависимость начала первых четырех фаз от атмосферных осадков (20–40 %) отмечена лишь для *A. concolor*, *A. nephrolepis* и *A. holophylla*. Весьма заметно усиливается и влияние солнечной радиации (20–50 %) на сроки набухания и разворачивания почек, начало и окончание роста побегов у всех изучаемых видов, а у *A. nephrolepis* и *A. holophylla*, кроме того, – и на фазы развития хвои.

В результате проведенных исследований удалось установить весьма существенное влияние на развитие растений состояния среды в предшествующий год, а именно: в течение месяца до заложения почек возобновления (30–60 %) (см. табл. 3). При этом зависимость от температурного фактора у всех видов рода *Abies* начинает проследиваться уже в первые три фазы и в фазы развития хвои (50–60 %). Достоверное влияние влажности воздуха за этот период у всех изучаемых видов наблюдается лишь в фазы окончания линейного роста побегов, их опробкования, развития хвои и обособления почек (30–40 %). Зависимость первых восьми фаз от солнечной радиации обнаружена лишь у *A. concolor*, у остальных видов она имеет место лишь в фазу завершения роста хвои (20–50 %). Существенную связь сроков прохождения основных этапов развития многих видов древесных растений от условий среды предшествующей вегетации ранее обнаружили ряд исследователей [16, 12].

Анализируя влияние изучаемых экологических факторов на развитие видов рода *Abies* за разные периоды, можно обнаружить, что текущее состояние среды у большинства из них определяет изменчивость фаз лишь на 30–50 %. Вклад факторов среды за предшествующие периоды при этом возрастает, как правило, до 70–90 %.

Исследованиями установлено, что по пяти показателям оценки интродукции различия между видами незначительны (табл. 4). Так, наименьшая степень вызревания побегов (17 баллов) характерна для *A. alba*, *A. nephrolepis*. У других видов она достигает максимальной оценки – 20 баллов. В условиях Севера наиболее важным показателем успешности интродукции является зимостойкость [1, 3, 4, 9, 17], которая у всех изученных видов достигает максимальных 25 баллов. Максимальная оценка побегообразовательной способности (2 балла) также установлена у всех изученных видов. Максимальной оценки регулярности прироста осевых побегов (5 баллов) не достигают лишь *A. alba* и *A. holophylla* (4 балла).

Таблица 4

Оценка перспективности интродукции видов *Abies*, баллы

Вид	Степень ежегодного вырезания побегов	Зимостойкость	Сохранение габитуса	Побегообразовательная способность	Регулярность прироста осевых побегов	Способность к генеративному развитию	Возможность размножения в культуре	Общая оценка перспективности
<i>Abies alba</i>	17	25	10	5	4	5	0	66
<i>A. sibirica</i>	20	25	10	5	5	10	1	76
<i>A. balsamea</i>	20	25	10	5	5	10	1	76
<i>A. concolor</i>	20	25	10	5	5	3	0	68
<i>A. nephrolepis</i>	17	25	10	5	4	0	0	61
<i>A. holophylla</i>	20	25	10	5	5	4	0	69

Самые большие различия в оценочных баллах между видами имеют место по показателям, связанным с развитием репродуктивной сферы. Так, максимальная способность к генеративному развитию (20 баллов) не отмечена ни у одного вида. У *A. sibirica* и *A. balsamea* она достигает 10 баллов, а у других видов – всего 3–5 баллов и даже 0 баллов (*A. nephrolepis*). Возможность размножения интродуцентов в культуре оценивается максимум 5 баллами, что не заслуживает ни один из изучаемых видов. Эта способность у *A. balsamea* и *A. sibirica* составляет 1,5 балла, у остальных видов – 0 баллов.

На основании вышеприведенных данных получена общая оценка перспективности изучаемых интродуцентов. Выяснилось, что к очень перспективным относятся *A. balsamea* и *A. sibirica* (73–76 баллов), а остальные виды могут быть также перспективными (61–69 балла).

Заключение

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Сроки начала набухания и разворачивания вегетативных почек, а также линейного роста побегов у видов рода *Abies* зависят от текущего температурного режима воздуха.

2. Между динамикой изучаемых экологических факторов и сроками наступления фенофаз установлена определенная зависимость. Ее сила определяется биологическими особенностями вида, периодом воздействия факторов и спецификой самой фенофазы. Быстрее всего развитие вегетативной сферы начинается и заканчивается у *A. sibirica* и *A. balsamea*, а позже всего – у *A. holophylla* и *A. alba*.

3. Наиболее перспективными для озеленения населенных пунктов следует признать *A. sibirica* и *A. balsamea*.

Библиографический список

1. Мерзленко, М. Д. Результаты интродукции пихты сибирской (*Abies sibirica* L.) в лесные культуры Смоленско-Московской возвышенности / М. Д. Мерзленко, А. А. Захарова // Хвойные бореальной зоны. – 2013. – Т. XXXI, № 5–6. – С. 45–48.
2. Мухина, Л. Н. Комплексная оценка состояния растений рода *Abies* Mill. в Главном ботаническом саду РАН / Л. Н. Мухина, М. С. Александрова, О. А. Каштанова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2013. – № 2. – С. 43–51.
3. Гуков, Г. В. Пихта цельнолистная в Приморском крае (современное состояние, проблемы искусственного лесоразведения) / Г. В. Гуков, А. Н. Гриднев, Н. В. Гриднева // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 10. – С. 29–34.
4. Фирсов, Г. А. Род Пихта (*Abies* Mill., *Pinaceae*) в ботаническом саду Петра Великого / Г. А. Фирсов, А. Г. Хмарик // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 11, Естественные науки. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 7–18.
5. Калуцкий, К. К. Биоэкологические особенности лесной интродукции / К. К. Калуцкий, Н. А. Болотов // Лесная интродукция. – Воронеж, 1983. – С. 4–14.
6. Мамаев, С. А. Проблемы биологического разнообразия и его поддержания в лесных экосистемах / С. А. Мамаев, А. К. Махиев // Лесоведение. – 1996. – № 5. – С. 3–10.
7. Ботенков, В. Н. Интродукция высокопродуктивных пород в Сибири / В. Н. Ботенков, В. Е. Попова // Лесное хозяйство. – 1997. – № 5. – С. 44.

8. **Базилевская, Н. А.** Теория и методы интродукции растений / Н. А. Базилевская. – Москва : Наука, 1964. – 130 с.
9. **Попова, В. Т.** Оценка перспективности некоторых видов хвойных растений для интродукции в условиях Центрального Черноземья / В. Т. Попова, В. Д. Дорофеева, А. А. Попова // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2016. – № 4. – С. 89–97.
10. **Встовская, Т. Н.** Интродукция древесных растений Дальнего Востока и Западной Сибири / Т. Н. Встовская. – Новосибирск, 1983. – 196 с.
11. **Плотникова, Л. С.** Ареалы интродуцированных древесных растений флоры СССР / Л. С. Плотникова. – Москва, 1983. – 256 с.
12. **Шкутко, Н. В.** Хвойные Белоруссии / Н. В. Шкутко. – Москва : Наука, 1991. – 263 с.
13. **Булыгин, Н. Е.** Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н. Е. Булыгин. – Ленинград : Наука, 1979. – 97 с.
14. **Лапин, П. И.** Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – Москва, 1973. – С. 7–68.
15. **Зайцев, Г. Н.** Фенология древесных растений / Г. Н. Зайцев. – Москва, 1981. – 119 с.
16. **Елагин, И. Н.** Характерные особенности развития древесных пород Нечерноземья / И. Н. Елагин // Сезонная ритмика феноиндикаторов природы Нечерноземья. – Москва, 1980. – 309 с.
17. **Паутова, Н. В.** Интродукция представителей семейства Pinaceae Lindl. в условиях Европейского Северо-Востока / Н. В. Паутова // Вестник ИрГСХА. – 2011. – Т. 6, № 44. – С. 102–110.

References

1. Merzlenko M. D., Zakharova A. A. *Khvoynye boreal'noy zony* [Boreal conifers]. 2013, vol. XXXI, no. 5–6, pp. 45–48. [In Russian]
2. Mukhina L. N., Aleksandrova M. S., Kashtanova O. A. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the Main Botanical Garden]. 2013, no. 2, pp. 43–51. [In Russian]
3. Gukov G. V., Gridnev A. N., Gridneva N. V. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science]. 2017, no. 10, pp. 29–34. [In Russian]
4. Firsov G. A., Khmarik A. G. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 11, Estestvennye nauki* [Bulletin of Volgograd State University. Series 11, Natural sciences]. 2017, vol. 7, no. 1, pp. 7–18. [In Russian]
5. Kalutskiy K. K., Bolotov N. A. *Lesnaya introduktsiya* [Forest introduction]. Voronezh, 1983, pp. 4–14. [In Russian]
6. Mamaev S. A., Makhiev A. K. *Lesovedenie* [Forest science]. 1996, no. 5, pp. 3–10. [In Russian]
7. Botenkov V. N., Popova V. E. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 1997, no. 5, p. 44. [In Russian]
8. Bazilevskaya N. A. *Teoriya i metody introduktsii rasteniy* [Theory and methods of plant introduction]. Moscow: Nauka, 1964, 130 p. [In Russian]
9. Popova V. T., Dorofeeva V. D., Popova A. A. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystv* [Proceedings of the Saint Petersburg Scientific Research Institute of Forestry]. 2016, no. 4, pp. 89–97. [In Russian]
10. Vstovskaya T. N. *Introduktsiya drevesnykh rasteniy Dal'nego Vostoka i Zapadnoy Sibiri* [Introduction of woody plants of the Far East and Western Siberia]. Novosibirsk, 1983, 196 p. [In Russian]

11. Plotnikova L. S. *Arealy introdutsirovannykh drevesnykh rasteniy flory SSSR* [Areas of introduced woody plants of the flora of the USSR]. Moscow, 1983, 256 p. [In Russian]
12. Shkutko N. V. *Khvoynye Belorussii* [Conifers of Belarus]. Moscow: Nauka, 1991, 263 p. [In Russian]
13. Bulygin N. E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological observations on woody plants]. Leningrad: Nauka, 1979, 97 p. [In Russian]
14. Lapin P. I., Sidneva S. V. *Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy* [Experience in the introduction of woody plants]. Moscow, 1973, pp. 7–68. [In Russian]
15. Zaytsev G. N. *Fenologiya drevesnykh rasteniy* [Phenology of woody plants]. Moscow, 1981, 119 p. [In Russian]
16. Elagin I. N. *Sezonnaya ritmika fenoindikatorov prirody Nechernozem'ya* [Seasonal rhythm of phenoindicators of the Non-Chernozem region]. Moscow, 1980, 309 p. [In Russian]
17. Pautova N. V. *Vestnik IrGSKhA* [Bulletin of Irkutsk State Agrarian University]. 2011, vol. 6, no. 44, pp. 102–110. [In Russian]

Кищенко Иван Тарасович

доктор биологических наук, профессор,
кафедра ботаники и физиологии
растений, Петрозаводский
государственный университет (Россия,
г. Петрозаводск, проспект Ленина, 33);
академик Российской академии
естествознания

E-mail: ivanki@karelia.ru

Kishchenko Ivan Tarasovich

Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of botany and plant
physiology, Petrozavodsky State University
(33 Lenina avenue, Petrozavodsk, Russia);
Academician of the Russian Academy
of Natural History

Образец цитирования:

Кищенко, И. Т. Оценка перспективности интродукции видов *Abies* Mill. в таежной зоне (Карелия) / И. Т. Кищенко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 3 (31). – С. 42–55. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-3-4.