

ХАРАКТЕРИСТИКА РОДА *SALIX* И ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ В НОРИЛЬСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

Н. Н. Чербакова^{1, 2}, Г. С. Вараксин³

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 28

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики –
филиал ФИЦ КНЦ СО РАН

Российская Федерация, 663305, г. Норильск, ул. Комсомольская, 1

E-mail: ^{1, 2}natalya.ochikolova@mail.ru, ¹varaksings@mail.ru

Дана общая характеристика видов ивы, произрастающих в условиях Норильского промышленного района (НПП). Выявлены особенности фенологического развития 3-х видов – *Salix lanata* L. s. str., *Salix hastata* L., *Salix viminalis* L. в данных условиях произрастания. Полученные результаты позволяют в дальнейшем выбрать наиболее перспективный вид для выращивания посадочного материала с использованием семенного и черенкового материала.

Ключевые слова: характеристика ивовых НПП, фенологическое развитие ивы, техногенно нарушенные территории.

Conifers of the boreal area. 2024, Vol. XLII, No. 1, P. 43–50

CHARACTERIZATION OF THE GENUS *SALIX* AND PECULIARITIES OF PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF SOME SPECIES IN THE NORILSK INDUSTRIAL REGION

N. N. Cherbakova^{1, 2}, G. S. Varaksin³

¹The V. N. Sukachev Forest Institute SB RAS – separate subdivision FIC KSC SB RAS
50, build. 28, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation

²Research Institute of Agriculture and Arctic Ecology – branch FIC SRC SB RAS
1, Komsomolskaya St., Norilsk, 663305, Russian Federation

E-mail: ^{1, 2}natalya.ochikolova@mail.ru, ¹varaksings@mail.ru

A general characterization of willow species growing in the Norilsk Industrial Region (NPR) is given. Peculiarities of phenological development of 3 species – *Salix lanata* L. s. str., *Salix hastata* L., *Salix viminalis* L. in these growing conditions are revealed. The obtained results will allow further selection of the most promising species for cultivation of planting material using seed and cuttings.

Keywords: characterization of willow NPR, phenological development of willow, technogenically disturbed areas.

ВВЕДЕНИЕ

Род Ива – *Salix* L. входит в большое семейство Ивовые (*Salicaceae*) и включает около 370 видов [1–3], которые произрастают почти во всех географических зонах России. Всего на Таймыре 26 видов ивы, произрастающих от арктической тундры до лесотундры [4]. Во флоре окрестностей Норильска по описанию Н. Г. Маскаленко [5] встречается 15 видов рода *Salix*: *Salix reticulata* L., *Salix polaris* Wahlenb., *Salix pulchra* Cham., *Salix saxatilis* Turcz. ex. Ledeb., *Salix glauca* L., *Salix reptans* Rupr., *Salix lanata* L. ssp., (incl. *S. glandulifera* Flod.), *Salix recurvigemma* A. Skv., *Salix lapponum* L., *Salix myrtilloides* L., *Salix pyrolifolia*

Ledeb., *Salix hastata* L., *Salix viminalis* L., *Salix dasyclados* Wimm., *Salix jenissensis* (Fr. Schmidt.) Flod.

Благодаря исследованиям Филатовой С. Н. [6] к вышеперечисленным видам были добавлены (*Salix alaxensis* Cov., *Salix bebbiana* Sarg., *Salix boganidensis* Trautv., *Salix fuscescens* Anderss., *Salix rhamnifolia* Pall., *Salix phylicifolia* L.). Учеными Научно-исследовательского института сельского хозяйства и экологии Арктики, проводившими геоботанические обследования в окрестностях Норильска, обнаружены вид *Salix arctica* Pall. s. str. и *Salix nummularia* Anderss. [7], что также подтверждено в сводке Н. А. Секретаревой [8]. В географическом отношении род *Salix*

представлен наполовину видами евроазиатского типа распространения, в меньшей степени – циркумполярными и в очень малой степени – восточносибирскими субэндемиками [4]. Данные виды имеют широкую экологическую амплитуду, но часто избегают сухие малоснежные места, предпочитая увлажненные уча-

стки. В таких условиях произрастания ивы входят в состав устойчивых длительносуществующих фитоценозов [4; 9].

Для рода *Salix* НПП характерны разнообразные жизненные формы, начиная от древовидных кустарников и заканчивая полукустарниками (табл. 1).

Таблица 1
Характеристика ивовых в пределах НПП

№ п/п	Вид	Жизненная форма	По требованию к характеру увлажнения	По требованию к плодородию почв	Местообитание
1	<i>Salix alaxensis</i> Cov.	древовидные кустарники	мезофиты	мезотрофные	на аллювиальных песчаных, галечных отложениях пойм
2	<i>Salix bebbiana</i> Sarg.		мезофиты	эвтрофные	в пойменных участках
3	<i>Salix boganidensis</i> Trautv.		мезофиты	мезотрофные	на сырых илах по берегам рек, иногда образует заросли
4	<i>Salix dasyclados</i> Wimm.		мезофиты	мезотрофные	в приречных кустарниковых зарослях
5	<i>Salix jenissensis</i> (Fr. Schmidt.) B. Floder.		мезофиты	эвтрофные	на луговых надпойменных террасах
6	<i>Salix pyrolifolia</i> Ledeb.		мезогигрофиты	эвтрофные	в пойменных участках, в редколесьях
7	<i>Salix viminalis</i> L.		мезофиты	мезотрофные	в приречных кустарниковых зарослях
8	<i>Salix fuscescens</i> Anderss.	кустарники	мезогигрофиты	мезотрофные	на тундровых болотах, в болотинах вокруг озер
9	<i>Salix glauca</i> L. s. str.		эвритопные растения	мезотрофные	на склонах к озерам, среди кустарников на возвышениях, в редколесьях
10	<i>Salix hastata</i> L.		мезофиты	мезотрофные	на песчаных участках надпойменных террас, в кустарниковых тундрах
11	<i>Salix lanata</i> L. s. str.		мезофиты	эвтрофные	в приречных кустарниковых зарослях, в редколесьях в тундрах
12	<i>Salix lapponum</i> L.		мезогигрофиты	эвтрофные	в тундрах, прирусловых зарослях кустарников
13	<i>Salix myrtilloides</i> L.		мезогигрофиты	эвтрофные	во влажных тундрах, ерниках
14	<i>Salix phylicifolia</i> L.		эвритопные растения	мезотрофные	в приречных кустарниковых зарослях, в лугово-кустарниковых комплексах
15	<i>Salix pulchra</i> Cham.		эвритопные растения	олиготрофные, мезотрофные	на болотистых окраинах озер, на песках
16	<i>Salix reptans</i> Rupr.		мезогигрофиты	мезотрофные	на открытых залужовельных песках, в густых, но низких кустарниках на скатах
17	<i>Salix reticulata</i> L.		эвритопные растения	эвтрофные	на голых пятнах в тундрах, под кустами на склонах к озерам, в низкокустарниковых тундрах
18	<i>Salix recurvigemma</i> A. Skv.		эвритопные растения	эвтрофные	в тундрах, на пойменных лужайках
19	<i>Salix rhamnifolia</i> Pall.		мезофиты	мезотрофные	в приозерных ивняках, местами на глыбовых развалах
20	<i>Salix saxatilis</i> Turcz. ex. Ledeb.		эвритопные растения	мезотрофные	на песчаных лужках, по приречным опушкам кустарников, на влажных склонах
21	<i>Salix arctica</i> Pall. s. str.	полукустарники	мезофиты	мезотрофные	в каменистых дриадовых и травяно-дриадовых тундрах
22	<i>Salix nummularia</i> Anderss.		ксеромезофиты	мезотрофные	на песчаных гривах в поймах, на которых доминирует
23	<i>Salix polaris</i> Wahlenb.		гигромезофиты	эвтрофные	на голых пятнах в тундрах

Главным фактором, определяющим формы роста и размещения растений данного рода, является тепло. По мере перемещения к южной части территории НПП, увеличиваются размеры кустарников. В условиях благоприятного сочетания тепла и влаги ивовые растения способны достигать огромных размеров [9]. Древовидные кустарники наиболее распространены в районе Талнах, где присутствует 7 видов. В Центральном районе встречаются 4 вида, отмечается отсутствие *Salix alaxensis* Cov., *Salix bebbiana* Sarg., *Salix boganidensis* Trautv. Особенно часто в городских районах встречается вид *Salix alaxensis* Cov. Кустарники в районе Талнах представлены 10 видами, в Центральном районе – 12 видами, при этом *Salix fuscescens* Anderss. не встречается в окрестностях Норильска [10]. Полукустарники выражены небольшими скоплениями, местами единичными экземплярами [7]. Характеристика ивовых представлена в табл. 1.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках проведенных фенологических наблюдений в окрестностях г. Норильска, недалеко от реки Норильской (координаты: широта 69.388407 долгота 88.360347) были исследованы три вида ивы: *Salix lanata* L. s. str., *Salix hastata* L., *Salix viminalis* L., как наиболее устойчивые растения к техногенному воздействию [11], способные к высокой продуктивности в сочетании со способностью к аутовегетативному размножению [12], а также применяемые при фиторемедиации [13].

Наблюдения проводили в течение вегетационного периода 2022–2023 гг. и результаты сопоставляли с данными наблюдений 2003 г [14]. Для проведения наблюдений было выбрано 15 модельных деревьев, которые исследовались каждые 3–5 дней. Для изучения фенологических фаз развития применялась методика фенологических наблюдений в ботанических садах и общая фенология и методы фенологических исследований [15–17]. Фенофазы отмечались в том случае, если не менее 50 % всех образцов проходили данную фазу одновременно.

Климат НПП является субарктическим и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха, которая составляет $-9,6^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха в июле колеблется от 8°C до 15°C , а в январе от -29°C до -34°C с минимальным значе-

нием -53°C . Количество осадков, выпадающих за год, варьирует в диапазоне 220–550 мм. Снежный покров на территории района появляется в конце сентября и сохраняется в течение 250 дней. Высота снежного покрова зависит от рельефа и может достигать 10 и более метров. Снег сходит в конце мая – начале июня, вскрытие рек происходит в то же время. Преобладающее направление ветров в зимний период – юго-восточное и восточное, в летний период – северо-западное и юго-восточное. Среднее значение скорости ветра составляет 5,0 м/с, абсолютный максимум может достигать ~ 40 м/с [18].

В табл. 2 представлены значения среднемесячных температур воздуха и количество осадков в вегетационные периоды наблюдений, сравниваемые с двадцатилетним периодом, на основании данных Таймырского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ТЦГМС), доступных на сайте www.rp5.ru.

Анализ погодных условий 2003 и 2022–2023 гг. и средние данные за 20-летний период времени показали, что наибольшие отклонения среднемесячной температуры воздуха зафиксированы в вегетационном периоде 2022 г. Следует отметить, что этот год отличался более ранним приходом весны и холодной осени, остальные месяцы имели небольшое различие показателей с многолетними данными. Погодные условия вегетационного периода 2023 года складывались благоприятно для роста и развития ивы. Однако в начальный период вегетации растений наблюдалась прохладная и влажная погода. В дальнейшем температурные условия соответствовали среднему значению, характерному за последний двадцатилетний период наблюдений. В ходе анализа погодных данных 2003 года не было обнаружено существенных изменений в показателях температуры воздуха по сравнению со среднемноголетними. Важно отметить, что вегетационный период 2022 года имел значительные различия по количеству выпавших осадков и их неравномерному распределению. В начале периода наблюдался дефицит осадков, а в конце вегетации – избыток. Количество выпавших осадков в 2023 г. превышало среднюю норму последнего 20-летнего периода более чем в 1,5 раза. Несмотря на обилие осадков, но низкую температуру воздуха в июне, растения поздно начали вегетацию.

Таблица 2
Погодные условия вегетационного периода 2003 и 2022–2023 гг.

Месяцы	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$				Количество осадков, мм			
	средняя фактическая			сред. мног. 2001–2021	фактическое			сред. мног. 2001–2021
	2003	2022	2023		2003	2022	2023	
Май	–2,3	1,8	–2,0	–2,6	38	11,4	74,4	36,1
Июнь	10,8	13,5	8,5	9,7	32	16	78,6	42,3
Июль	11,4	15,6	15,6	14,9	81	7,7	99,4	51,2
Август	14,0	11,6	15,5	11,5	67	103,1	25,8	62,8
Сентябрь	6,1	2,7	5,4	5,03	42	116,6	102,5	45,3
Сумма					260	254,8	380,7	237,7
Количество дней вегетационного периода					95	119	115	–
Преобладающие ветры в вегетационный период					СЗ, ЮВ	З, СЗ	СЗ; ЮВ	СЗ, ЮВ

Таблица 3
Даты наступления фенофаз у 3-х видов ивы НПР в период наблюдений 2003 г. и 2022–2023 гг.

Фен-ие фазы развития ив	Вид								
	<i>Salix hastata</i> L. (ива копьевидная)			<i>Salix viminalis</i> L. (ива прутовидная)			<i>Salix lanata</i> L. s. str. (ива шерстистая)		
	2003	2022	2023	2003	2022	2023	2003	2022	2023
Пч	02.VI–20.VI	20.V–07.VI	08.VI–25.VI	07.VI–23.VI	25.V–10.VI	01.VI–18.VI	26.V–12.VI	15.V – 31.V	02.VI–20.VI
Прод-ть	18 дн.	18 дн.	17 дн.	16 дн.	15 дн.	17 дн.	16 дн.	16 дн.	18 дн.
Л¹	20.VI–27.VI	30.V–05.VI	20.VI–30.VI	23.VI–30.VI	10.VI–18.VI	16.VI–25.VI	12.VI–20.VI	28.V–03. VI	20.VI–29.VI
Прод-ть	7 дн.	5 дн.	10 дн.	7 дн.	8 дн.	9 дн.	8 дн.	6 дн.	9 дн.
Ц^{1,2}	01.V–20.V	05.V–22.V	20.V–10.VI	04.V–29.V	01.V–25.V	15.V–10.VI-	25.IV–05.VI	20.IV–30.V	30.IV–10.VI
Прод-ть	20 дн.	17 дн.	21 дн.	25 дн.	25 дн.	26 дн.	40 дн.	40 дн.	41дн.
Ц³	10.VI	05.VI-	15.VI	01.VI	25.V	12.VI	22.V	15.V	25 V
Ц⁴	22.VI	18.VI	30.VI	13.VI	10.VI	23.VI	13.VI	04.VI	16 VI
Прод-ть	12 дн.	13 дн.	15 дн.	13 дн.	15 дн.	11 дн.	22 дн.	19 дн.	22 дн.
Пл¹	22.VI–02.VIII	18.VI–25.VII	25.VI–31.VII	18.VI–31.VII	22.VI–03.VIII	20.VI–01.VIII	07.VI–22.VII	12.VI–28.VII	16.VI–04.VIII
Прод-ть	40 дн.	37 дн.	36 дн.	42 дн.	41 дн.	41 дн.	49 дн.	46 дн.	48 дн.
Пл²	25.VII–06.VIII	18.VII–29.VII	20.VII–31.VII	04.VII–20.VII	01.VII–20.VII	02.VII–22.VII	28.VI–20.VII	04.VII–24.VII	09.VII–02.VIII
Прод-ть	12 дн.	11 дн.	11 дн.	16 дн.	20 дн.	20 дн.	22 дн.	20 дн.	24 дн.
Л²	23.VIII	22.VIII	25.VIII	18.VIII	18.VIII	22.VIII	25.VIII	20.VIII	23.VIII
Период вегетации растений	115	109	97	105	110	99	122	122	115



Salix lanata L. s. str.
(ива шерстистая)



Salix viminalis L.
(ива прутовидная)



Salix hastata L.
(ива копьевидная)

Рис. 1. Набухание цветочных почек



Salix lanata L. s. str.
(ива шерстистая)



Salix viminalis L.
(ива прутовидная)



Salix hastata L.
(ива копьевидная)

Рис. 2. Цветение



Salix lanata L. s. str.
(ива шерстистая)



Salix viminalis L.
(ива прутовидная)



Salix hastata L.
(ива копьевидная)

Рис. 3. Созревание семян

В исследованиях 2003 г не было выявлено отличий данных в количестве выпавших осадков за последний двадцатилетний период. Анализируя собранные метеорологические данные вегетационных периодов 2003 г. и 2022–2023 гг., можно сделать вывод, что эти наблюдения отражают особенность климата НПП с его неравномерным распределением осадков и резкими колебаниями температуры воздуха.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Сезонный ритм развития растений является ключевым показателем их взаимодействия с окружающей средой. Изучение этого ритма позволяет определить временные рамки различных фаз развития растений, оценить устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям местообитания и продуктивность наблюдаемых растений.

В рамках годичного цикла развития ив И. Н. Елагин и А. И. Лобанов выделяют несколько фенологических фаз [19]. Для изучения фенологических особенностей и различий в развитии ив НПП нами были выбраны следующие важнейшие фазы: Набухание листовых почек (Пч), Развертывание листьев (Л1), Набухание цветочных почек и бутонизация (Ц1,2), Начало цветения (Ц3), Конец цветения (Ц4), Созревание семян (Пл1), Рассеивание семян (Пл2), Массовое расцветивание листьев (Л2). Исследуя наступление фенологических фаз развития местных видов ив, проводили аналогию между ранними и поздними сроками наступления фенофаз данных растений в других регионах [20–25]. Данные наблюдений представлены выше в табл. 3.

Анализируя данные фенологических наблюдений, выявили особенности развития трех видов ивы, произрастающих в НПП:

1. Раньше всех отходила от «зимнего покоя» *Salix lanata* L. s. str. (ива шерстистая). Её цветочные почки начинали набухать в апреле, затем в начале мая *Salix hastata* L. (ива копьевидная), через 5–10 дней присоединялась к этой фазе *Salix viminalis* L. (ива прутьевидная).

2. Замечено, что *Salix lanata* L. s. str. имела самый продолжительный период набухания цветочных почек и бутонизации, который составлял 40 дней. Затем следовала *Salix viminalis* L. – 26 дней, и с 20-дневным периодом *Salix hastata* L. (рис. 1).

3. Вторая декада мая являлась началом набухания листовых почек у *Salix lanata* L. s. str., в то время как у других видов ив данное явление происходило в основном в первую неделю июня. Продолжительность этой фазы развития практически одинакова для всех видов ив и составляет примерно 15–17 дней.

4. Развертывание листовой пластинки у всех видов происходило достаточно быстро, как правило, за 5–7 дней. Раньше начинали распускаться листья у *Salix lanata* L. s. str. и *Salix hastata* L. str.

5. Фаза цветения ив в значительной степени определялась температурными условиями. Средняя продолжительность этой фазы составляла примерно 16 дней. Однако можно отметить, что самым продолжительным периодом цветения из трех видов ив является у *Salix lanata* L. s. str. – до 22 дней (рис. 2).

6. Созревание семян у всех видов ив начиналось в конце июня. Первыми начали созревать семена *Salix lanata* L. s. str., затем – остальные виды. Самыми продолжительными сроками созревания обладали семена *Salix lanata* L. s. str., которым требовалось 46–49 дней. За ними следовали семена *Salix viminalis* L., которые достигали зрелости за 41–42 дня, и семена *Salix hastata* L. str., для которых этот процесс занимал 36–40 дней (рис. 3).

7. Ранняя фаза рассеивания семян проявлялась у *Salix hastata* L. (28 июня), позднее у *Salix lanata* L. s. str. (25 июля). Рассеивание семян *Salix viminalis* L. начиналось в начале июля. Продолжительность этой фазы различна у трех видов ив. Быстрее всего этот процесс происходил у *Salix hastata* L. – всего за 11 дней, затем *Salix viminalis* L. – 16 дней. У *Salix lanata* L. s. str., самая длительная фаза рассеивания семян – 24 дня.

8. Первое пожелтение листьев у ив наблюдалось в конце июля. Вероятно, это происходило из-за воздействия аэротехногенных выбросов промышленных предприятий на растительный покров НПП. Массовое расцветивание листьев происходило с середины августа. В первой декаде сентября у всех растений листья опадали, завершая годовой цикл их развития. *Salix lanata* L. s. str. имела самый продолжительный цикл развития – 122 дня, за ним следовала *Salix hastata* L. str. – 115 дней и *Salix viminalis* L. – 110 дней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с помощью фенологических наблюдений было выявлено, что продолжительность цикла развития у трех видов ив незначительно различается по годам и зависит от генетически выработанных фенологических особенностей вида. Календарные сроки наступления основных фаз развития для каждого вида растений примерно одинаковые и в основном зависят от температурных условий в исследуемом районе. Резкие колебания температуры весной и внезапное похолодание в мае могут вызвать задержку начала цветения на несколько дней. Однако ход развития растений в остальные фазы происходит в ритмичном порядке.

Анализ полученных результатов наблюдений позволил получить более полное представление о фенологических особенностях развития данных видов ив, которые могут представлять интерес для специалистов лесного хозяйства и природоохранных организаций, занимающихся вопросами изучения, сбора и выращивания посадочного материала ивы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Недосеко О. И., Виктор В. П. Жизненные формы видов рода *Salix* L. России // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (2). DOI: 10.21685/2500-0578-2018-2-5. URL: <http://rjee.ru/rjee-3-2-2018-5/>.
2. Валягина-Малютин Е. Т. Ивы европейской части России // Иллюстрированное пособие для работников лесного хозяйства. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 217 с.
3. Васина А. Л. Ива – *Salix* L. // Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа / Новосибирск, Екатеринбург : Баско, 2006. С. 95–101.

4. Пospelova E. B., Pospelov I. N. Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2007. Ч. 1. 457 с.
5. Москаленко Н. Г. К флоре окрестностей Норильска (северо-запад Средне-Сибирского плато) // Ботанический журнал. 1970. Т. 55, № 2. С. 263–272.
6. Филатова С. Н. Семейство *Salicaceae* во флоре Норильска // TerraArctica-2017: Биологические ресурсы и рациональное природопользование : материалы Международной научно-практической конференции: г. Норильск, 7–9 апреля 2017 г. С. 119–120.
7. Янченко З. А., Филатова С. Н. Растительность водоохранной зоны рек в окрестностях города Норильска // Биологические ресурсы Крайнего Севера: современное состояние и рациональное использование : сб. науч. тр. СПб.: ГУАП, 2014. С. 287–307.
8. Секретарева Н. А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 131 с.
9. Анциферов Г. И. Ива. М. : Лесная промышленность, 1984. 101 с.
10. Филатова С. Н., Сергеева О. К. Древесно-кустарниковые виды сосудистых растений в урбановлоре Норильска // Культура. Наука. Производство. 2021. № 7. С. 28–32.
11. Вараксин Г. С., Кузнецова Г. В. Особенности биологической рекультивации в Норильском промышленном районе // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 92–101.
12. Karp A. Willows as a source of renewable fuels and diverse products // Forestry Sciences. 2014. № 81. P. 617–641.
13. Zioch M. et al. Modeling of phytoextraction efficiency of microbially stimulated *Salix dasyclados* L. in the soils with different speciation of heavy metals // International Journal of Phytoremediation. 2017. № 19 (12). P. 1150–1164.
14. Вараксин Г. С., Антоненко С. Н. Фенологические особенности кустарниковых видов ив в окрестностях г. Норильска // Материалы Всероссийской конференции, посвященной 60-летию института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН и 70-летию образования Красноярского края. Красноярск : Институт леса СО РАН, 2004. 491 с.
15. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Сб. статей / под ред. П. И. Лапина. М. : Изд-во Гл. бот. сада АН СССР, 1972. 135 с.
16. Шульц Г. Э. Общая фенология. Л. : Наука, 1981. 188 с.
17. Общая фенология и методы фенологических исследований: учебное пособие для студентов геогр.-биол. фак. // Сост.: О. В. Янцер, Е. Ю. Терентьева / Екатеринбург : Изд-во УрГПУ, 2013. 218 с.
18. Савченко В. А., Новицкий М. А. Современный климат Норильска. М. : ИПФ «ГАРТ», 2003. 168 с.
19. Елагин И. Н., Лобанов А. И. Атлас-определитель фенологических фаз у растений. М. : Наука, 1979. 96 с.
20. Гашева Н. А. Викарирующие виды ивы *Salix* L. Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. № 10. С. 82–94.
21. Епанчинцева О. В. Особенности цветения и плодоношения аркто-монтанных ив в коллекции Ботанического сада УрО РАН // Материалы Международ. науч.-практич. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения выдающегося советского фенолога В. А. Батманова: Современное состояние фенологии и перспективы развития / Екатеринбург : УГПУ. 2015. С. 14–17.
22. Епанчинцева О. В. Опыт интродукции некоторых видов аркто-монтанных ив Южной Сибири в ботаническом саду УРО РАН // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2018. № 17. С. 473–477.
23. Марченко А. М. Семязачатки и идентификация ив (*Salix*) / М. : Нон-стоп, 2019. 116 с.
24. Пахов А. С. Фенология аллювиальных видов ив в условиях дельты реки Северной Двины // Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития : тезисы докладов Всероссийской научной конференции. М. : ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН, 2017. С. 408–409.
25. Макаренко В. П., Мартыненко О. Н. Фенологические наблюдения за древесными растениями заповедника «БАСТАК» // Вестник Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии. 2010. № 2 (6). С. 83–96.

REFERENCES

1. Nedoseko O. I., Viktorov V. P. Life forms of species of the genus *Salix* L. Russia // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (2). DOI: 10.21685/2500-0578-2018-2-5. URL: <http://rjee.ru/rjee-3-2-2018-5/>.
2. Valyagina-Malyutina E. T. Willows of the European part of Russia // Illustrated manual for forestry workers. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2004. 217 s.
3. Vasina A. L. Willow – *Salix* L. // Definitel of plants of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug / Novosibirsk, Yekaterinburg : Basco, 2006. S. 95–101.
4. Pospelova E. B., Pospelov I. N. Flora of vascular plants of Taymyr and adjacent territories. Moscow : Partnership of scientific publications KMK, 2007. Ch. 1. 457 s.
5. Moskalenko N. G. To the flora of the vicinity of Norilsk (northwest of the Middle Siberian Plateau) // Botanical Journal. 1970. T. 55, № 2. S. 263–272.
6. Filatova S. N. Family *Salicaceae* in the flora of Norilsk // TeggArctic-2017: Biological resources and rational nature management. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : Norilsk, April 7–9, 2017. S. 119–120.
7. Yanchenko Z. A., Filatova S. N. Vegetation of the water protection zone of rivers in the vicinity of Norilsk // Biological resources of the Far North: current state and rational use: Collection of scientific papers. SPb. : GUAP, 2014. S. 287–307.
8. Secretareva N. A. Vascular plants of the Russian Arctic and adjacent territories. Moscow : Partnership of scientific publications KMK, 2004. 131 s.
9. Antsiferov G. I. Willow. Moscow : Lesnaya Promyshlennaya Promyshlennost', 1984. 101 s.
10. Filatova S. N., Sergeeva O. K. Tree and shrub species of vascular plants in the urban flora of Norilsk // Culture. Science. Production. 2021. № 7. S. 28–32.

11. Varaksin G. S., Kuznetsova G. V. Features of biological reclamation in the Norilsk industrial region // Siberian Forestry Journal. 2016. № 2. S. 92–101.
12. Karp A. Willows as a source of renewable fuels and diverse products // Forestry Sciences. 2014. № 81. P. 617–641.
13. Zioch M. et al. Modeling of phytoextraction efficiency of microbially stimulated *Salix dasyclados* L. in the soils with different speciation of heavy metals // International Journal of Phytoremediation. 2017. № 19 (12). S. 1150–1164.
14. Varaksin G. S., Antonenko S. N. Phenological features of shrubby willow species in the vicinity of Norilsk // Proceedings of the All-Russian Conference dedicated to the 60th anniversary of the V. N. Sukachev Institute of Forestry SB RAS and the 70th anniversary of the Krasnoyarsk region. Krasnoyarsk : Institute of Forestry SB RAS, 2004. 491 s.
15. Methods of phenological observations in the Botanical Gardens of the USSR // Collection of articles / edited by P. I. Lapin. Moscow : Izd. of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences, 1972. 135 s.
16. Shultz G. E. General phenology. L. : Nauka, 1981. 188 c.
17. General phenology and methods of phenological research: textbook for students of geogr.-biological faculty // Compiled by: O. V. Yantser, E. Y. Terentyeva / Yekaterinburg : Izd-voor UrGPU, 2013. 218 s.
18. Savchenko V. A., Novitsky M. A. Modern Climate of Norilsk. M. : IPF “GART”, 2003. 168 s.
19. Elagin I. N., Lobanov A. I. Atlas-determiner of phenological phases in plants. Moscow : Nauka, 1979. 96 s.
20. Gasheva N. A. Vicarious species of willow *Salix* L. Tyumen region // Bulletin of ecology, forestry and landscape science. 2010. № 10. S. 82–94.
21. Epanchintseva O. V. Peculiarities of flowering and fruiting of arcto-montane willows in the collection of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 115th anniversary of the outstanding Soviet phenologist V. A. Batmanov : Current state of phenology and prospects of development / Ekaterinburg : USPU. 2015. S. 14–17.
22. Epanchintseva O. V. Experience of introduction of some species of arcto-montane willows of South Siberia in the botanical garden of URO RAS // Problems of botany of South Siberia and Mongolia. 2018. № 17. S. 473–477.
23. Marchenko A. M. Seedpods and identification of willows (*Salix*) / M. : Non-stop, 2019. 116 s.
24. Pakhov A. S. Phenology of alluvial species of willows in the conditions of the Northern Dvina River delta // Abstracts of the All-Russian scientific conference “Monitoring of the state and pollution of the environment. Main results and ways of development”. Moscow : FGBU IGCE Roshydromet and RAS, 2017. S. 408–409.
25. Makarenko V. P., Martynenko O. N. Phenological observations of woody plants of the reserve “BASTAK” // Bulletin of the Far Eastern State Socio-Humanitarian Academy. 2010. № 2 (6). S. 83–96.

© Чербаков Н. Н., Вараксин Г. С., 2024

Поступила в редакцию 10.10.2023
Принята к печати 22.01.2024