

УДК 581.522.4 (571.513)

Интродукция древесных растений сибирской флоры в аридных условиях степной зоны Хакасии

Introduction of woody plants of Siberian flora in the arid conditions of the steppe zone of Khakassia

Г. Н. Гордеева

G. N. Gordeeva

НИИАП Хакасии, 650019, Республика Хакасия, г. Абакан, а/я 709. E-mail: gordeeva.gal2011@yandex.ru

Реферат. В статье сообщается о закономерностях роста и развития древесных растений сибирской флоры (*Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Betula pubescens* Ehrh., *Caragana jubata* (Pall.) Poir., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. megalocarpus* M. Pop., *C. melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Hippophaë rhamnoides* L., *Juniperus sabina* L., *J. pseudosabina* Fisch. et Mey., *Lonicera tatarica* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Menispermum dauricum* DC., *Sorbus sibirica* Hedl., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Spiraea chamaedrifolia* L., *Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneid., *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark., *Tilia sibirica* Bayer, *Ulmus pumila* L., *Viburnum opulus* L.) в условиях засушливой степи Хакасии. Статистически доказана высокая вариабельность наступления весенних фаз роста и развития растений. Прослежено прохождение основных фаз роста в зависимости от влияния абиотических факторов среды.

Summary. The article discusses the patterns of growth and development of woody plants of the Siberian flora (*Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Betula pubescens* Ehrh., *Caragana jubata* (Pall.) Poir., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. megalocarpus* M. Pop., *C. melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Hippophaë rhamnoides* L., *Juniperus sabina* L., *J. pseudosabina* Fisch. et Mey., *Lonicera tatarica* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Menispermum dauricum* DC., *Sorbus sibirica* Hedl., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Spiraea chamaedrifolia* L., *Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneid., *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark., *Tilia sibirica* Bayer, *Ulmus pumila* L., *Viburnum opulus* L.) in the arid steppes of Khakassia. We proved statistically the high variability of the onset of the spring phases of growth and development of plants. We traced the passage of the main phases of growth depending on the influence of abiotic environmental factors

Привлечение растений сибирской флоры к испытаниям в условия степной зоны Хакасии связано с относительной доступностью материала и, в тоже время, с ограниченностью его использования в производстве. Экстремальные климатические условия степной зоны предъявляют к растениям особые требования, основными из которых являются высокие зимостойкость и засухоустойчивость. Многие аборигенные виды могут обладать такими качествами, но использование сибирских растений в озеленении еще не так давно было далеко неполным, что делало городской ландшафт унылым и однообразным. Сибирь имеет огромную протяженность, на ее территории растения далеко неоднородны по экологическим требованиям, и нельзя считать, что данные условия являются для них оптимальными в проявлении потенциальных биологических способностей к продуцированию вегетативной массы и размножению. В других изменяющихся условиях культуры они могут быть более продуктивными (Трулевич, 1993).

В Хакасии активно проводится строительство новых городских кварталов, поэтому требуется проведение их благоустройства разбивкой новых скверов и парков. Проводимые исследования позволяют расширить ассортимент применяемых для этой цели растений.

Интродукция древесных растений в Хакасии проводится с 1950 г. За более чем 60-летнюю историю прошло испытание 204 вида сибирских растений, что составляет 54,4 % дендрологической флоры этого региона (Лиховид, 2007). В настоящее время коллекция древесных растений Хакасского национального ботанического сада объединяет более 600 видов, форм и сортов из шести регионов Земли. На долю сибирских растений приходится 65 видов.

Цель работы – выявить закономерности развития сибирских видов в степных условиях Хакасии в зависимости от абиотических факторов, определить наиболее перспективные для озеленения.

Объекты и методы проведения исследований

Объектами исследований являются 22 вида, из которых один – эндемик (*Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneid.), четыре – редких (*Cotoneaster lucidus* Schlecht., *C. megalocarpus* M. Pop., *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark., *Menispermum dauricum* DC.), четыре – реликта (*Caragana jubata* (Pall.) Poir., *Juniperus sabina* L., *Menispermum dauricum*, *Tilia sibirica* Bayer) (Коропчинский, Ветовская, 2002).

Для изучения привлекались растения с использованием методов родовых комплексов Н. Ф. Русанова и эколого-исторического М. В. Культиасова (Соболевская, 1991). Фенологические наблюдения проводились по методике З. И. Лучник (1964), зимостойкость и перспективность видов оценивалась по П. И. Лапину (1974). Латинские названия растений даны по сводке С. К. Черепанова (1995). Статистическая обработка фенологических данных за пять лет (2010–2014 гг.) по Г. Н. Зайцеву (1981).

Дендрарий расположен на второй надпойменной террасе р. Абакан в 13 км от г. Абакана, в сухостепном районе республики. Климат пункта интродукции резко континентальный, годовое количество осадков достигает 300 мм. Основное их количество (около 60 %) выпадает в виде ливневых дождей в III декаде июля и в августе. Весна короткая (три недели), холодная с возвратными заморозками до -5°C в I декаде июня и сильными ветрами, достигающими 25–30 м/сек. Наиболее жаркие дни приходятся на июль, когда температура воздуха может достигать $+38^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности воздуха в послеполуденное время 5–7 %. Осень длинная, прохладная, сухая с первыми небольшими заморозками (до -5°C) во II декаде сентября. Почвы темно-каштановые, карбонатные, с неблагоприятными физико-химическими свойствами для роста растений и щелочной реакцией почвенного раствора (Агроклиматический справочник..., 1961). Все изучаемые растения выращивались при обязательном поливе водопроводной и речной водой.

Для выявления закономерностей роста и развития изучаемых видов брали показатели суммы эффективных температур воздуха и количество осадков в течение пяти лет (2010–2014 гг.).

Результаты исследований

Наблюдаемые растения охарактеризованы по нескольким показателям (табл. 1). Широким ареалом произрастания характеризуются *Armeniaca sibirica* (L.) Lam., *Viburnum opulus* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Hippophaë rhamnoides* L., *Sorbus sibirica* Hedl., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Spiraea chamaedrifolia* L.

Таблица 1

Биоморфологические показатели наблюдаемых растений сибирской флоры в дендрарии института

| Название вида | Занимаемый ареал | Экологическая группа | Высота в дендрарии | Цветение Плодоношение | Зимостойкость, балл | Перспективность, балл |
|---|---|----------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | в природе, м | | | |
| <i>Armeniaca sibirica</i> | Южное Забайкалье, ДВ, Монголия, Китай | Пс | $\frac{3,3}{3,0}$ | $\frac{\pm}{+}$ | II | II |
| <i>Betula pubescens</i> Ehrh. | Сибирь, Сред. Азия | М | $\frac{15,0}{\text{до } 18,0}$ | $\frac{\pm}{+}$ | I | I |
| <i>Caragana jubata</i> (Pall.) Poir. | Сред. Азия, Тыва | К | $\frac{1,3}{0,8}$ | $\frac{\pm}{+}$ | II | II |
| <i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht. | Восточная Сибирь | К | $\frac{2,5}{2,0-3,0}$ | $\frac{\pm}{+}$ | I | I |
| <i>Cotoneaster megalocarpus</i> M. Pop. | Алтай, Хакасия | Кпт. | $\frac{2,5}{\text{до } 2,5}$ | $\frac{\pm}{+}$ | I | I |
| <i>Cotoneaster melanocarpus</i> | Сибирь, Европа, Средняя Азия, Монголия, Сев. Китай | К | $\frac{2,3}{\text{до } 2}$ | $\frac{\pm}{+}$ | I | I |
| <i>Hippophaë rhamnoides</i> | Зап. и Вост. Сибирь, Япония Монголия, Китай, Корея, | М | $\frac{3,0}{5,0}$ | $\frac{\pm}{+}$ | I | I |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | |
|---|--|----|----------------------|--------|----|-----|
| <i>Juniperus sabina</i> L. | Горы Южной Сибири | Пс | до 1,0 до 1,0 | = – | I | III |
| <i>Juniperus pseudosabina</i> Fisch. et Mey. | Горы юга Зап. и Сред. Сибири | К | 0,3 стелющиеся | = – | I | III |
| <i>Larix sibirica</i> Ledeb. | Сред. и Вост. Сибирь | МК | 17,0 40,0 | ± + | I | I |
| <i>Lonicera tatarica</i> L. | Юж. р-ны Сред. и Зап. Сибири | МК | 5,0 до 2,5 | ± + | I | I |
| <i>Menispermum dauricum</i> DC. | Юж. р-ны Сибири, Монголия | МК | – | = – | VI | IV |
| <i>Rhamnus parvifolia</i> Bunge | Южное Забайкалье | К | 2,4 1,5 | ± + | I | I |
| <i>Sibiraea altaiensis</i> (Laxm.) Schneid. | Алтай | М | 1,7 1,5 | ± – | I | II |
| <i>Sorbaria sorbifolia</i> | Зап. и Вост Сибирь, Монголия, Китай, Корея, Япония | МГ | 1,5 1,5–3,0 | ± + | I | I |
| <i>Sorbocotoneaster</i> <i>pozdnyakovii</i> | Вост. Сибирь, Якутия | МК | 2,8 3,0–3,5 | ± + | I | I |
| <i>Sorbus sibirica</i> | Сибирь, Европа, Китай, Корея, Япония | М | 7,0 12,0–17,0 | ± + | I | I |
| <i>Spiraea betulifolia</i> Pall. | Восточная Сибирь, ДВ | МК | 0,8 0,6 | ± + | I | I |
| <i>Spiraea chamaedrifolia</i> | Европа, юг Сибири, Забайкалье, Сев. Казахстан | МК | 1,5 1,5 | ± + | I | I |
| <i>Tilia sibirica</i> Bayer | Сред. и Вост. Сибирь | МК | 4 30 | ± + | I | I |
| <i>Ulmus pumila</i> L. | Забайкалье, ДВ, Китай | К | 12,0–15,0 до 16,0 | ± + | II | II |
| <i>Viburnum opulus</i> | Европа, Африка, Ср. и Зап. Сибирь, Азия, ДВ | М | 4,3 4,0 | ± + | I | I |

Но не все, имеющие широкий ареал растения, могут благополучно произрастать в условиях степной зоны. Важна и экологическая приуроченность: 18 видов распространены в лесных и лесостепных фитоценозах, два вида – в степных, два – в горных районах. Из растений сибирской флоры цветут и плодоносят 18 видов (80,1 %), цветут и не плодоносят – один вид (*Sibiraea altaiensis*), не цветут – три вида (*Menispermum dauricum*, *Juniperus sabina* и *J. pseudosabina*).

Деревья в условиях сухой степи имеют меньшую высоту, чем в природе, подавляющее большинство кустарников в условиях культуры при поливе вырастают в высоту больше и становятся раскидистее в диаметре.

Из произрастающих в дендрарии представителей сибирской флоры семь видов (31 %) ксеромезофитов, шесть (27,2 %) – ксерофитов, пять (22,7 %) – мезофитов, два (9 %) – психрофитов и один (4,5 %) – ксеропетрофит.

Для растений в условиях пункта интродукции одним из важнейших показателей благополучия вида является зимостойкость. 18 видов имеют I балл зимостойкости, три вида – II балл, один вид – IV балл (*Menispermum dauricum* обмерзает до корневой шейки).

Характеризуемые растения в естественных местах произрастания могут занимать значительные ареалы или иметь узкую эндемичную привязанность, но в дендрарии они находятся в однородных эдафических и климатических условиях. Для характеристики их адаптивных реакций проведена статистическая обработка фенодат за пять лет. Выбрано семь основных фенологических фаз, рассчитаны средние даты и сигмы, показывающие размах сроков прохождения их видами (табл. 2).

Таблица 2

Средние показатели наступления фенологических дат древесных растений сибирской флоры в дендрарии

| Название вида | *Начало развития вегетативных почек | Начало цветения | Конец цветения | Окончание роста побегов | Созревание семян | Появление осенней окраски листьев | Начало листопада | Продолжительность вегетации, дни | Продолжительность цветения, дни |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Armeniaca sibirica</i> | 23.04 5 | 6.05 7 | 13.05 4 | 21.06 10 | 25.07 5 | 28.08 4 | 21.09 6 | 144 | 8 |
| <i>Betula pubescens</i> | 25.04 8 | 6.05 8 | 21.05 8 | 14.06 25 | 21.07 17 | 20.08 5 | 6.09 8 | 134 | 15 |
| <i>Caragana jubata</i> | 30.04 8 | 16.05 4 | 30.05 4 | 30.08 9 | 13.07 6 | 23.08 9 | 1.9 14 | 124 | 14 |
| <i>Cotoneaster lucidus</i> | 22.4 9 | 12.6 7 | 18.6 7 | – | 1.9 4 | 17.8 7 | 20.9 8 | 151 | 7 |
| <i>Cotoneaster megalocarpus</i> | 17.04 6 | 25.05 5 | 3.06 4 | 25.06 8 | 2.08 21 | 20.08 4 | 5.09 1,5 | 141 | 10 |
| <i>Cotoneaster melanocarpus</i> | 1.05 9 | 30.05 12 | 14.06 9 | 15.07 20 | 1.09 17 | 2.09 21 | 25.09 4 | 147 | 15 |
| <i>Hippophaë rhamnoides</i> | 12.05 6 | 20.05 8 | 27.05 11 | 6.07 21 | 19.08 5 | 10.09 12 | 22.09 5 | 133 | 8 |
| <i>Juniperus sabina</i> | 28.04 10 | – | – | 17.07 15 | – | – | – | – | – |
| <i>Juniperus pseudosabina</i> | 20.04 5 | – | – | 21.05 14 | – | – | – | – | – |
| <i>Larix sibirica</i> | 21.04 12 | 6.05 6 | 14.05 6 | 20.07 6 | – | 24.09 7 | 6.10 4 | 168 | 8 |
| <i>Lonicera tatarica</i> | 27.04 7 | 8.06 6 | 19.06 4 | 2.07 14 | 15.07 8 | 30.08 10 | 13.09 14 | 140 | 12 |
| <i>Menispermum dauricum</i> | 3.05 9 | – | – | – | – | 30.08 11 | 20.09 9 | 140 | – |
| <i>Rhamnus parvifolia</i> | 30.04 11 | 4.06 8 | 16.06 8 | 16.06 7 | 7.09 6 | 9.09 10 | 27.09 2 | 150 | 12 |
| <i>Sibiraea altaiensis</i> | 23.04 8 | 1.06 8 | 13.06 9 | 10.06 9 | 10.08 30 | 5.08 23 | 21.09 6 | 151 | 13 |

| Название вида | *Начало развития вегетативных почек | Начало цветения | Конец цветения | Окончание роста побегов | Созревание семян | Появление осенней окраски листьев | Начало листопада | Продолжительность вегетации, дни | Продолжительность цветения, дни |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Sorbaria sorbifolia</i> | 11.04 8 | 13.07 3 | 19.07 10 | – | 19.09 5 | 29.08 15 | 25.09 5 | 167 | 7 |
| <i>Sorbocotoneaster pozdnjakovii</i> | 13.04 9 | 20.05 3 | 10.06 4 | – | 29.08 6 | 14.08 12 | 30.08 8 | 139 | 16 |
| <i>Sorbus sibirica</i> | 25.04 8 | 1.06 10 | 13.06 0,5 | 22.06 9 | 29.08 13 | 15.08 11 | 16.09 9 | 144 | 12 |
| <i>Spiraea betulifolia</i> | 5.05 8 | 19.06 4 | 11.07 7 | 19.07 5 | 26.09 9 | 31.08 14 | 26.09 1,5 | 144 | 22 |
| <i>Spiraea chamaedrifolia</i> | 6.05 10 | 6.06 6 | 21.06 5 | 4.08 7 | 4.08 16 | 28.08 6 | 8.09 7 | 125 | 15 |
| <i>Tilia sibirica</i> | 1.05 7 | 23.06 9 | 16.07 5 | 16.06 3 | – | 17.08 10 | 6.09 6 | 131 | 23 |
| <i>Ulmus pumila</i> | 8.04 11 | 26.04 14 | 8.05 9 | 23.06 14 | 10.06 5 | 8.09 9 | 24.09 5 | 169 | 13 |
| <i>Viburnum opulus</i> | 28.04 2 | 7.06 8 | 18.06 5 | 7.07 14 | 7.09 9 | 30.08 16 | 20.09 5 | 145 | 11 |

Примечание: *– в числители средние даты за пять лет, в знаменателе – дисперсия.

Период цветения для рассматриваемых видов за пятилетний период равен $12,7 \pm 2,3$ дням. Его пик приходится на 3 декаду мая – 1 декаду июня. В эти сроки в дендрарии происходит массовое цветение основного количества представителей сибирской флоры. Средние показатели продолжительности периода облиствения – 16,9 дней, периода от начала цветения до созревания плодов – 76,2 дня. Средний показатель длины вегетационного периода изучаемых растений за 5 лет составляет 144,3 дня. Самым коротким вегетационным периодом характеризуется *Spiraea chamaedrifolia* (125 дней), а наиболее продолжительным – 169 дней (*Ulmus pumila*).

Для всех 22 наблюдаемых видов сибирской флоры в течение пятилетнего периода большее варьирование фенодат, имеющие средние показатели, отмечено для фенофазы распускания вегетативных почек (15,2 %). Небольшой подъем кривой коэффициента вариации наблюдается на фазе окончания роста побегов – 10,2 %, остальные фенодаты имеют малый размах варьирования (3,0–9,6 %), что указывает на достаточную стабильность прохождения фенофаз у основного количества наблюдаемых растений сибирской флоры в условиях дендрария.

Для выявления причин наибольшего варьирования наступления фенофаз в весенний период к средним датам их наступления были подсчитаны сумма эффективных температур и количество осадков. Выявлена прямая корреляционная зависимость высокой степени в фазе развития вегетативных почек от суммы эффективных температур. Количество осадков на начало развития вегетативных почек влияет в средней степени (табл. 3).

Таблица 3

Средние показатели коэффициентов корреляции дат наступления фаз роста и развития сибирских растений и абиотическими факторами

| Фенофаза | r_1 | r_2 | Продолжительность периода, дней даты |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---|
| Начало распускания вегетативных почек | 0,72 | 0,36 | <u>19</u> 17.04–5.05 |
| Начало цветения | 0,52 | 0,43 | <u>37</u> 12.05–18.06 |
| Конец цветения | 0,53 | 0,44 | <u>41</u> 22.05–1.07 |
| Окончание роста побегов | <u>0,62</u> 0,71 | <u>0,52</u> 0,83 | <u>23</u> 11.06–25.07 |
| Созревание семян | 0,65 | 0,54 | <u>56</u> 17.07–11.09 |
| Появление осенней окраски листьев | 0,70 | 0,42 | <u>22</u> 16.08–7.09 |
| Начало листопада | 0,41 | 0,35 | <u>14</u> 7.09–20.09 |

Примечание: r_1 – коэффициент корреляции между средней датой наступления фенофаз и суммой эффективных температур; r_2 – коэффициент корреляции между средней датой наступления фенофаз и количеством осадков.

Начиная с фазы «начало цветения», влияние абиотических факторов снижается до средней степени, возможно, в связи с усилением действия наследственных признаков, т. к. для начала цветения большое значение имеют сроки закладки цветочных почек, их емкость.

Изучаемые виды по наступлению фенофазы «окончание роста побегов» можно разделить условно на две группы, одна включает виды, у которых сумма эффективных температур и количество осадков влияют на наступление данной фенофазы в средней степени (63,0 %), а вторая – в сильной степени от них зависящие (37 %). Усиление действия температурного фактора сказывается на наступление смены летней окраски листьев на осеннюю, количество осадков влияет в средней степени. Начало листопада в средней степени зависит от рассматриваемых факторов.

Таблица 4

Диапазон сумм эффективных температур роста и развития растений сибирской флоры за 2010–2014 гг.

| № п. | Название растения | Начало развития вегетативных почек | Начало цветения | Конец цветения | Окончание роста побегов | Созревание семян | Появление осенней окраски истьев | Начало листопада |
|------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | <i>Armeniaca sibirica</i> | 87,9–217,9 | 112,0–247,9 | 255,1–300,0 | 609,1–821,5 | 1616,1–1729,6 | 2185,3–2204,0 | 2315,1–2450,7 |
| 2 | <i>Betula pubescens</i> | 81,7–253,0 | 156,4–289,1 | 270,2–540,7 | 468,2–950,3 | 1179,7–1332,9 | 1861,3–2134,5 | 1619,2–2527,8 |
| 3 | <i>Caragana jubata</i> | 87,9–338,5 | 148,4–400,4 | 361,3–661,3 | 1170,5–2251,3 | 1211,6–2246,0 | 1592,7–2071,2 | 2065,1–2394,7 |
| 4 | <i>Cotoneaster lucidus</i> | 64,4–163,2 | 450,3–742,4 | 546,7–863,9 | 630,6–779,1 | 2092,5–2364,7 | 1873,8–2282,3 | 2246,0–2559,0 |
| 5 | <i>Cotoneaster megalocarpus</i> | 10,8–115,9 | 287,6–509,8 | 345,2–571,3 | – | 1252,3–2325,3 | 1852,7–2211,2 | 2092,5–2375,7 |
| 6 | <i>Cotoneaster melanocarpus</i> | 93,5–343,7 | 381,7–684,4 | 589,8–900,9 | 927,7–1673,0 | 1443,6–2179,3 | 1458,1–2464,5 | 2296,9–2559,6 |
| 7 | <i>Hippophaë rhamnoides</i> | 82,8–253,0 | 162,7–581,3 | 197,1–541,9 | 1281,4–2251,3 | 1749,8–2149,5 | 2188,8–2505,2 | 2329,0–2559,6 |
| 8 | <i>Juniperus sabina</i> | 144,4–191,6 | – | – | 1234,1–1779,9 | – | – | 2407,9–2708,8 |
| 9 | <i>Juniperus pseudosabina</i> | 69,4–174,5 | – | – | – | – | – | 2375,4–2677,9 |
| 10 | <i>Larix sibirica</i> | 136,7–314,4 | 137,4–338,5 | 183,6–400,4 | 1294,9–1545,2 | 2235,4–2660,3 | 2224,1–2588,8 | 2375,4–2645,5 |
| 11 | <i>Lonicera tatarica</i> | 71,7–217,9 | 520,3–863,9 | 696,4–1020,0 | 738,9–1408,1 | 780,5–1385,0 | 1873,8–2394,7 | 1976,5–2495,4 |
| 12 | <i>Menispermum dauricum</i> | 122,6–247,9 | – | – | – | – | 1873,8–2360,4 | 2092,5–2527,8 |
| 13 | <i>Rhamnus parvifolia</i> | 115,9–210,6 | 377,6–742,4 | 697,0–932,4 | 549,1–1037,4 | 2080,7–2395,0 | 2353,7–2588,8 | 2186,2–2450,7 |
| 14 | <i>Sibiraea altaiensis</i> | 10,8–160,9 | 242,8–609,1 | 377,6–802,4 | 831,9–1435,2 | 1358,2–2419,5 | 1331,3–2233,0 | 2167,2–2536,8 |
| 15 | <i>Sorbaria sorbifolia</i> | 18,5–57,7 | 1170,5–1411,3 | 1336,7–1567,0 | – | 2176,0–2527,8 | 1724,2–2395 | 2246,0–2567,1 |
| 16 | <i>Sorbocotoneaster pozdnjakovii</i> | 31,5–57,7 | 87,9–474,1 | 568,6–738,9 | – | 1749,8–2039,0 | 1668,2–2198,5 | 2047,2–2309,6 |
| 17 | <i>Sorbus sibirica</i> | 71,7–183,9 | 183,6–886,4 | 582,9–1090,7 | 620,3–1332,7 | 1733,6–2395,0 | 1663,8–2219,9 | 2233,0–2495,4 |
| 18 | <i>Spiraea betulifolia</i> | 93,4–331,0 | 834,7–950,3 | 1234,1–1389,2 | – | 2463,5–2527,8 | 1994,9–2505,2 | 2474,1–2567,1 |
| 19 | <i>Spiraea chamaedrifolia</i> | 119,3–368,1 | 468,2–821,5 | 749,1–877,1 | 1316,3–1945,2 | 1549,8–2518,3 | 1673,0–2338,9 | 2016,9–2463,5 |
| 20 | <i>Tilia sibirica</i> | 119,3–271,5 | 1121,7–1227,6 | 1275,0–1396,2 | 725,2–1450,7 | – | – | 2105,6–2450,7 |
| 21 | <i>Ulmus pumila</i> | 119,3–231,8 | 112,7–208,6 | 214,8–277,0 | 680,0–1078,9 | 507,2–906,6 | 2273,8–2330,9 | 2318,0–2567,1 |
| 22 | <i>Viburnum opulus</i> | 56,8–241,9 | 468,6–842,4 | 590,8–1074,6 | 762,9–1294,9 | 1951,3–2402,2 | 1458,1–2410,7 | 2183,8–2543,7 |

Установлены диапазоны сумм эффективных температур наступления основных фаз роста и развития сибирских растений в коллекции (табл. 4). Для развития вегетативных почек у *Sibiraea altaiensis* достаточно всего 10,8 °С, а для *Juniperus sabina* необходимо 144,4 °С. Остальные наблюдаемые виды входят в установленный диапазон. У *Ulmus pumila* и *Armeniaca sibirica* первыми распускаются цветковые почки при этом достаточно накопленной суммы эффективных температур 24,7 °С ... 69,4 °С, соответственно.

У *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* начало цветения наступает при накоплении 87,9 °С, наибольшее значение суммы эффективных температур для данной фазы отмечено у *Tilia sibirica* (1121,7 °С). Для фазы конца цветения минимальная сумма (183,6 °С) характерна для *Larix sibirica*, а максимальная – для *Sorbaria sorbifolia* (1336,7 °С). Фаза окончания роста побегов наступает у *Betula pubescens* при сумме эффективных температур 468,2 °С, у *Spiraea chamaedrifolia* – при 1316,3 °С. Для созревания семян *Ulmus pumila* необходимо 507,2 °С, а для *Spiraea betulifolia* – 2463,5 °С. Появление осенней окраски листьев имеет диапазон от 1331,3 °С (*Sibiraea altaiensis*) до 2353,7 °С (*Rhamnus parvifolia*). Начало листопада наступает при 1619,2 °С у *Betula pubescens*, а верхняя граница 2474,1 °С отмечена у *Spiraea betulifolia*, остальные виды входят в установленный диапазон.

Три вида в условиях дендрария не цветут – *Menispermum dauricum*, *Juniperus sabina* и *Juniperus pseudosabina*. Отсутствие цветения первого из них объясняется возрастом и сильным многоярусным затенением в дендрарии. За его пределами *Menispermum dauricum* при небольшом затенении цветет и плодоносит. В природных условиях два вида можжевельника произрастают в горах на уровне 1250–1300 м над ур. м. (*J. sabina*) и в гольцовом и подгольцовом поясах на уровне 1700 м над ур. м. (*J. pseudosabina*). Условия интродукции в степной зоне сильно разнятся с природными местообитаниями этих растений, отсутствие цветения и плодоношения указывает на испытываемый ими дискомфорт.

Таким образом, определена высокая изменчивость наступления фазы начала развития вегетативных почек для 15,2 % видов. Установлены диапазоны сумм эффективных температур средних дат наступления основных фаз роста и развития изучаемых растений, позволяющих большинству изучаемых видов проходить полный жизненный цикл и продуцировать полноценные семена. Выявлены корреляционные зависимости сильной и средней степени между суммой эффективных температур и датами фаз роста и развития растений в весенний период для 42 % рассматриваемых видов. Несмотря на разные феноритмотипы характеризуемых растений сибирской флоры и их биологические особенности, в условиях засушливой степи при поливе 68,2 % являются вполне перспективными, 18,2 % – перспективными, 9,1 % являются менее перспективными, 4,5 % – малоперспективными.

Выявленные закономерности роста и развития древесных растений сибирской флоры в зависимости от абиотических факторов среды позволяет успешно их использовать в условиях резко континентального климата степной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

- Трулевич Н. В. Значение трудов М. В. Кульгасова для теории и практики интродукции растений // Бюллетень Главного ботанического сада, 1993. – Вып. 167. – С. 162–164.
- Лиховид Н. И. Интродукция древесных растений в аридных условиях юга Средней Сибири. – Абакан: тип. ООО «Фирма» Март», 2007. – 288 с.
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 707 с.
- Соболевская К. А. Интродукция растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. – С. 26–37.
- Лучник З. И. Методика изучения интродуцированных деревьев и кустарников // Вопросы декоративного садоводства, 1964. – С. 6–22.
- Латин П. И. Интродукция древесных растений в средней полосе Европейской части СССР // Научные основы, методы и результаты. – Л., 1974. – 135 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: «Мир и семья – 95», 1995. – 990 с.
- Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. – М: Наука, 1981. – 120 с.
- Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области. – Л.: Гидрометеоздат, 1961. – 288 с.