



УДК 58(С18)+581.5

## Экология цветения полезных растений семейства Ranunculaceae в Ботаническом саду ИГУ

С. Е. Калинович<sup>1</sup>, О. А. Белых<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, Иркутск

<sup>2</sup>Байкальский государственный университет экономики и права, Иркутск

E-mail: [snej@mail.ru](mailto:snej@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты изучения биологических особенностей цветения 9 видов из семейства Ranunculaceae (лютиковые) в условиях культуры Южного Прибайкалья. Установлены средние многолетние даты фенофаз начала и окончания цветения интродуцентов. С использованием статистических методов выделены виды, перспективные для интродукции и аналитической селекции и представляющие значительный интерес для обогащения культурной флоры Сибири.

**Ключевые слова:** антэкология, Ranunculaceae, феноспектр, адаптация, экологическая пластичность.

### Введение

Экология цветения растений или антэкология, рассматривает связи и отношения, которые существуют в природе между цветком и внешней средой и которые в той или иной мере благоприятны или неблагоприятны для цветения [2]. Период цветения – одно из наиболее значимых событий в жизни растения. С этим явлением связано формирование семенных зачатков, являющихся основным источником самоподдержания популяции. В интродукционный эксперимент привлекаются хозяйственно ценные виды, оценить перспективность которых для введения в культуру возможно, используя надёжные критерии оценки акклиматизации особей. Биогеографические аспекты изучения растений убеждают, что виду как комплексу популяций глубоко присущи все признаки оптимума. Это позволяет, используя возможности хронологических измерений, создать количественную основу и прогнозировать явления физиологического оптимума интродуцентов.

### Материалы и методы

Для изучения экологии цветения были привлечены 9 видов из семейства Ranunculaceae (Лютиковые), имеющие разное эколого-географическое происхождение. Интродукционный эксперимент проводился в условиях культуры Ботанического сада ИГУ, климатические характеристики которого совпадают с таковыми г. Иркутска в общем.

Статистическая обработка пятилетних данных проведена при помощи программы Statistica 10 [3]. Исходные календарные даты в ходе статистической обработки фенологических наблюдений переведены в непрерывный ряд данных по таблицам Schnelle [5]. Рассматривая травянистые многолетники в целом как одну статистическую совокупность, обладающую некоторой общностью экологических свойств и филогенетических связей входящих в него видов, можно построить вариационные ряды распределения средних фенодат видов по их фенофазам и вычислить статистики их распределений. Средняя арифметическая в этом случае будет обозначать типичную для травянистых многолетников дату наступления определённой фенодаты, а наиболее близкие к общей средней будут находиться в оптимальных условиях для реализации соответствующей фенодаты, так как наименьшее отклонение от типичной даты является основным признаком оптимума. Срок наступления фенодаты можно рассматривать как альянс между генетическими требованиями вида и экологическими условиями места произрастания.

### Результаты и обсуждение

Особенности ритма роста и развития растений обусловлены генетически, однако реализация генетической программы по срокам наступления фенологических фаз, количеству цветков и полноценных семян определяется во многом экологическими условиями произра-

стания растений. Различия у растений разной эколого-географической природы, выращенных в одинаковых условиях культуры, проявляются в сроках наступления и продолжительности отдельных фенологических фаз. Как видно из феноспектров (рис. 1), время от весеннего отрастания до начала цветения у видов одной секции не одинаково. Самый короткий период цветения у ранне-летних видов василистников *Thalictrum baicalense* Turcz.ex Ledeb., *Th. aquelegifolium* L., *Th. minus* L. Инорайонные виды *Th. amurense* Maxim. и *Th. lucidum* L. в условиях культуры Южного Прибайкалья показали дезадаптацию в начале генеративного периода (g1–g2). Интродуценты относятся к группе поликарпических растений, в почках возобновления которых с осени сформирована лишь часть генеративной сферы побега. Формирование генеративного побега начинается весной с дифференциации оси соцветия, образования цветковых бугорков и заканчивается полным формированием цветков, что по признакам этапов органогенеза соответствует фенологическим фазам роста побега и бутонизации [1].

Фенологические спектры аконитов выявили особенности их мезофильной организации в условиях культуры, которые проявились в растянутом цветении и сдвиге фенофазы в молодом генеративном состоянии (g1). В соцветии аконитов сначала раскрывается нижний цветок, затем через 1–3 дня раскрываются два выше расположенных цветка и т. д. Цветение побега продолжается 10–25 дней, период цветения растения при этом составляет 1–2 месяца.

У *Aconitum fisheri* Rchb. число цветков на побеге 32–80, цветение побега продолжается 15–20 дней. У *A. baicalense* Turcz. ex Rapaics число цветков на побеге 23–60, цветение побега продолжается 18–25 дней. Число цветков на побеге у *A. kirinense* Nakai 35–74.

У василистников соцветие занимает большую часть побега и характеризуется моноподиальным типом нарастания и акропетальным раскрытием цветков. *Th. minus* имеет на побеге 210–370 цветков. Цветение побега составляет 8–15 дней, период цветения всего растения 20–28 дней. У *Th. baicalense* на побеге насчитываются 55–120 цветков. Цветение побега составляет 12–22 дня, период цветения растения продолжается около месяца. У *Th. aquelegifolium* побег несет до 80 цветков. Цветёт побег 15–20 дней, период цветения растения составляет 30–45 дней. Нам не удалось достоверно выявить полную длительность цветения как побега, так и всего растения в целом для *Th. amurense* и *A. kirinense*. Период цветения у

этих видов начинается в третьей декаде августа и заканчивается в условиях регионального климата с наступлением ночных заморозков во второй декаде сентября.

Совпадение времени вегетационного периода до и после интродукции является важнейшим условием нормальной жизнедеятельности интродуцента в новых условиях, так как, несмотря на различную степень возможных отклонений наступления сроков фенофаз, они довольно постоянны и не могут существенно смещаться во времени без вреда для растения. У травянистых многолетников при несоответствии внешних условий ритму развития растений происходят патологические изменения в жизненном состоянии. При этом у них наблюдаются беспорядочные смещения сроков фенофаз, что указывает на низкую экологическую пластичность растения. В условиях интродукции особи в пределах зоны оптимума обычно сохраняют те же сроки наступления фенофаз, которые им свойственны в природном ареале. У близких видов одного рода, интродуцируемых одновременно, наступление фенодат должно зависеть от географического распространения этих видов в естественном ареале. Отклонения фенодат у отдельных видов от общей для данного таксона нормы могут вызываться различными причинами: географическим положением естественного ареала вида, биологическими особенностями цикла роста и развития, существованием фенологических форм внутри вида и пр. Основной ведущей фенодатой у травянистых многолетников является начало цветения, даты которого сильно коррелятивно связаны с датами других фенофаз. Начало цветения служит центром корреляционной плеяды фенологических признаков, эта дата принята за среднее для определения фенологических групп многолетников [4].

Статистическая обработка пятилетних данных фенологических наблюдений выявила в качестве средней даты начала цветения растений коллекции 10 июля, средняя фенодата окончания цветения – 12 августа, средняя многолетняя продолжительность цветения составляет 32 дня. Наибольшая плотность цветения приходится на период 14 июля – 10 августа. Средняя максимальная дата цветения 10 августа. Составленный по каждой фенодате вариационный ряд эмпирического распределения позволил представить массивы наблюдений в графическом виде. Как видно на рис. 2, фенодаты распределяются по двускатным достаточным симметричным кривым.

Вид	Год	июнь			июль			август			сентябрь		Возрастное состояние
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
<i>Aconitum fischeri</i> Rchb.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Aconitum baicalense</i> Turcz.ex Rapais	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Aconitum kirinense</i> Nakai	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Aconitum nappelus</i> L.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Thalictrum amurense</i> Maxim	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Thalictrum aquelegifolium</i> L.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Thalictrum baicalense</i> Turcz.ex Ledeb.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Thalictrum lucidum</i> L.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3
<i>Thalictrum minus</i> L.	2007												g1
	2008												g2
	2009												g2
	2010												g2
	2011												g3

Рис. 1. Феноспектры цветения некоторых представителей Ranunculaceae при интродукции

Более других отклоняются от нормального типа кривые распределения по началу наступления фенодаты цветения (см. рис. 2, а). Эти данные говорят о том, что важным в этот период является формирование генеративного побега, которое идёт разными темпами у ранне-летних и поздне-летних видов. Влияние метеорологических факторов, особенно быстро меняющихся весной и в начале лета, также наиболее выражено в этот период.

Даты начала цветения сильно растянуты во времени, что отражает общий декоративный период травянистых многолетников в Иркутске. График распределения фенодаты окончания цветения (см. рис. 2, б) наиболее близок к нормальному распределению, что говорит о наименьшем влиянии экологических факторов на эту фазу, именно она близка к генетически детерминированным генотипам вида, поэтому более других отражает внутренний биологический ритм развития растений.

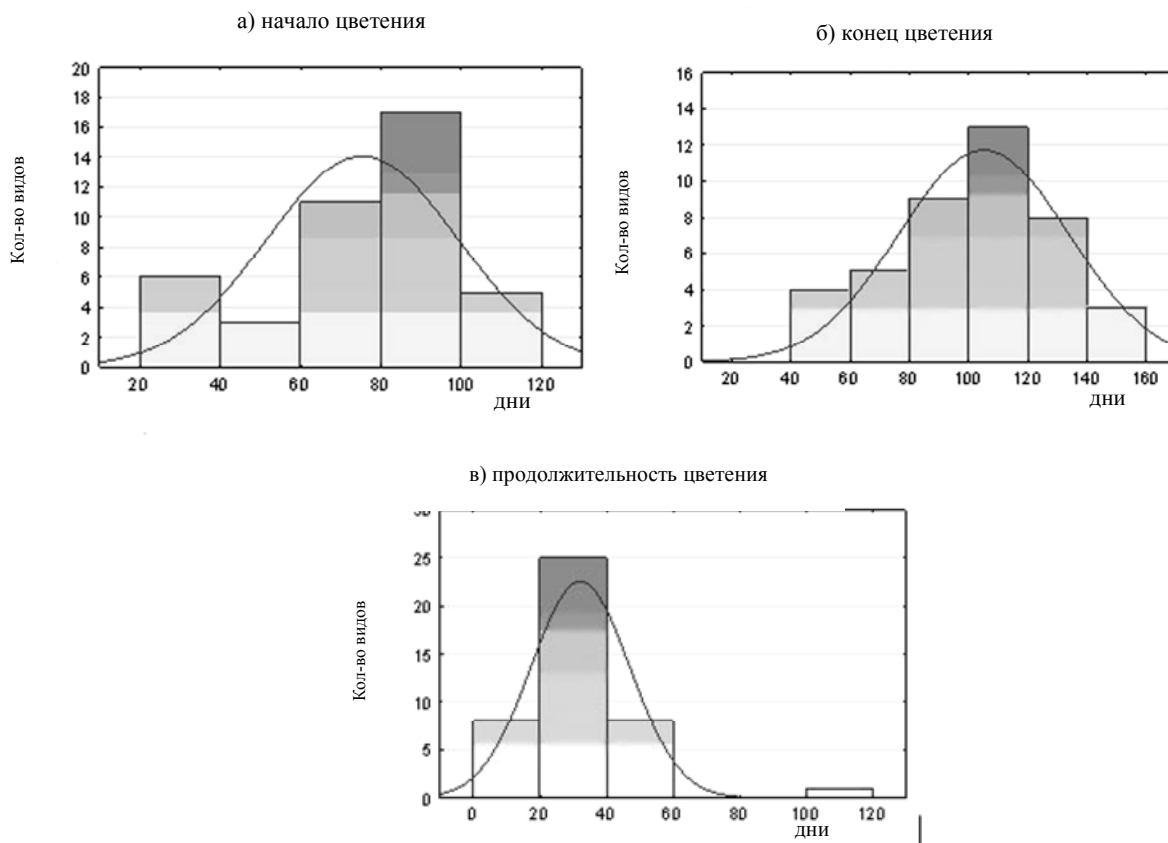


Рис. 2. Количественное распределение коллекционных видов семейства Ranunculaceae по отношению к длительности прохождения фенологических фаз: начало, конец и продолжительность цветения

Продолжительность цветения (см. рис. 2, в) вынужденно измеряется в днях: такой временной промежуток, видимо, слишком велик для этого признака, что вызвало большую концентрацию частот в небольшом диапазоне признака. По степени варьирования длительности также выделяются фенофазы начала и конца цветения. Поскольку продолжительность цветения представляет собою разницу фенодат конца цветения – начало цветения, то его варьирование естественно складывается из вариаций той и другой фенодат и составляет 46 %.

Применение методов статистической обработки данных позволило нам рассмотреть хронологический оптимум изучаемых интродуцентов. Разграничение зон оптимума и адаптации проводилось на основе метода перегиба логистической кривой. Этот метод основан на предположении, что убывание признака или затухание каких-либо жизненных функций в зависимости от неблагоприятного направления изменения комплекса экологических факторов среды происходит по закону кривой, имеющей перегиб в точке, где наблюдается изменение скорости процесса.

Отсюда следует, что все включённые в интродукционный эксперимент виды испытывают определённый экологический стресс, вызванный условиями культуры, а особенности их хронологических пиков позволяют нам выделить три группы по отношению к кривой, полученной в ходе наблюдения сроков наступления фенологических дат.

В первую группу включены перспективные для дальнейшей селекции местные виды мезоксерофильной природы, оптимумы которых совпадают с оптимумом логистической кривой: *A. fisheri*, *Th. minus*, *Th. baicalense*, *Th. aquelegifolium*. Ко второй группе отнесены виды, оптимумы которых расположены справа и слева от оптимума логистической кривой. Это виды мезофильной природы, испытывающие в условиях культуры недостаток атмосферного увлажнения: *A. baicalense*, *A. napellus* L., *Th. lucidum*. Они требуют более детального изучения их генофонда для выделения форм, устойчивых к микроклимату открытых участков Ботанического сада. В третью группу вошли виды, эколого-географическая природа которых не соответствует условиям интродукционного эксперимен-

та. Это инорайонные виды мезофильной природы, период цветения которых не соответствует природному феноритму и на логистической кривой находится в зоне толерантности: *Th. amurense* и *A. kirinense*. У этих видов отмечен низкий коэффициент семенификации, что говорит об отсутствии для них зоны комфорта в условиях интродукционного эксперимента. Известно, что у большинства растений семейства *Ranunculaceae* наблюдается низкий процент завязываемости семян, низкая всхожесть и замедленное прорастание, следовательно, виды этой группы за короткий период интродукционного эксперимента всего лишь выживают в Ботаническом саду.

Таким образом, феноритмы отражают возможности видовой адаптации растений к новым условиям произрастания.

### Выводы

В результате антэкологического изучения девяти интродуцированных видов семейства *Ranunculaceae* выявлены особенности их хронологических оптимумов. По продолжительности сезонного развития все изученные виды относятся к длительно вегетирующим, формирование генеративных побегов у которых происходит в год цветения. Ранне-летними видами являются *Th. baicalense*, *Th. aquelegifolium*; средне-летними – *Th. minus*, *Th. lucidum*, *A. baicalense*, *A. fisheri*, *A. napellus*; поздне-летними – *Th. amurense* и *A. kirinense*.

При изучении имеющих различную исторически сложившуюся экологическую природу растений в условиях культуры установлена их разная интродукционная способность. Выявлено, что у мезоксерофитов и луговых мезофитов при интродукции отмечены незначительные

сдвиги в наступлении фенологических фаз начала и конца цветения. Лесные мезофиты в условиях культуры показали разную степень адаптации к несвойственным для них условиям, что свидетельствует об их невысокой экологической пластичности. Оптимальными для конкретных растений являются те условия, которые вызывают у них минимум изменений в наступлении фенологических дат.

Для целей интродукции целесообразно различать зоны оптимума и адаптации. Снижение жизнеспособности особей между зонами оптимума и адаптации происходит по закону логистической кривой. Применение статистических методов позволило выделить перспективные для интродукции и аналитической селекции виды, которые представляют значительный интерес для обогащения культурной флоры Сибири: *Aconitum fisheri*, *Thalictrum minus*, *Th. baicalense*, *Th. aquelegifolium*.

### Литература

1. Белых О. А. Биоморфология и интродукция василисника малого в Южной Сибири / О. А. Белых. – Иркутск : Изд-во ВСГАО, 2010. – 172 с.
2. Голубев В. Н. Методические рекомендации по изучению антэкологических особенностей цветковых растений: морфологическое описание репродуктивной структуры / В. Н. Голубев, Ю. С. Волокитин. – Ялта : Никит. бот. сад, 1986. – 44 с.
3. Гордин А. М. Статистика / А. М. Гордин. – М. : Изд.-торг. дом «Дашков и К», 2008. – 452 с.
4. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1983. – 260 с.
5. Schnelle F. Pflanzen-Phanologie / F. Schnelle. – Leipzig, 1965. – 165 p.

## Anthecology of useful plants of the *Ranunculaceae* at the Botanical garden of ISU

S. E. Kalinovich<sup>1</sup>, O. A. Belykh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State University, Irkutsk

<sup>2</sup> Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk

**Abstract.** Results of studying of the flowering characteristics of 9 *Ranunculaceae* species in a culture of southern Prebaikalia are presented. The long-term average dates of cultural flowering are established. With the use of statistical methods the promising species for the introduction and breeding analysis and interested in enrich the cultural flora of Siberia was identified.

**Key words:** anthecology, *Ranunculaceae*, phenospectrum, adaptation, ecological plasticity.

*Калинович Снежана Евгеньевна  
Иркутский государственный университет  
664039, г. Иркутск, ул. Кольцова, д. 93а  
аспирант  
тел. (3952) 41–34–76  
E-mail: snej@mail.ru*

*Kalinovich Snezhana Evgenyevna  
Irkutsk State University  
93 a Koltsov St., Irkutsk, 664039  
doctoral student  
phone: (3952) 41–34–76  
E-mail: snej@mail.ru*

*Белых Ольга Александровна  
Байкальский государственный  
университет экономики и права  
6664003, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 11  
кандидат биологический наук, доцент  
тел. (3952) 22–34–77  
E-mail: belykh-oa@isea.ru*

*Belykh Olga Aleksandrovna  
Baikal State University of Economics  
and Law  
11 Lenin St., Irkutsk, 664003  
Ph. D. in Biology, ass. prof.  
phone: (3952) 22–34–77  
E-mail: belykh-oa@isea.ru*