

УДК 582.5:631.525 + 580.006 (471.51) (045)

ОБСУЖДЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПОВ ИНТРОДУКЦИИ *PULSATILLA FLAVESCENS* В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ УДМУРТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

© 2008 О.Г. Баранова, О.В. Яговкина

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Изложены предварительные результаты по интродукционному исследованию *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz. на территории Удмуртии. Возделывание прострела желтеющего *ex situ* является одним из способов его сохранения, но данные фенологических наблюдений и биометрических измерений свидетельствуют также о возможности его использования в декоративном садоводстве.

Введение

Pulsatilla flavescens (Zucc.) Juz. – восточносибирский вид, заходящий на восток Европы. На территории Удмуртии прострел желтеющий встречается в центральных и юго-восточных районах. Северная граница его ареала проходит по линии Кильмезь – Якшур-Бодья – Воткинск [5].

В настоящее время *P. flavescens* занесен в Красную книгу Удмуртии [15] с категорией редкости 3, так как сбор на букеты и в качестве лекарственного сырья приводит к постепенному сокращению его численности. Известно около 15 местонахождений, приуроченных в основном к песчаным почвам в сосновых лесах [4, 5].

Охрана *P. flavescens* *in situ* осуществляется на территории национального парка «Нечкинский», Кокманского ботанического заказника, природных памятников «Шольинское урочище», «Кильмезский» [15]. Сохранение редких растений в естественных местообитаниях является наиболее надежным. Однако при быстро усиливающемся антропогенном прессе обеспечение охраны биоресурсов только в природных условиях стало нереальной задачей [10]. В связи с этим одним из основных способов сохранения редких видов растений является их интродукция в Ботанические сады [18].

На наш взгляд работа по возделыванию и исследованию *P. flavescens* *ex situ* необходима также и с практической точки зрения, потому что виды рода прострел представляют

интерес, как ценные декоративные растения [23] и могут быть прекрасной альтернативой для использования в озеленении таким весеннецветущим растениям, как *Tulipa* L. и *Narcissus* L.

При введении видов рода *Pulsatilla* Adans. в культуру важна их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, динамика ростовых процессов, ритм сезонного развития [23]. Кроме того, для разработки научных основ возделывания и расширения ассортимента декоративных растений необходимо изучение особенностей их размножения в культуре.

В связи с этим цель нашего исследования состояла в изучении эколого-биологических особенностей роста и развития, а также семенного размножения *P. flavescens* в условиях культуры.

Работа по сбору исходного материала была начата в 2005 г. [2, 11]. Интродукционные образцы были высажены на территории Ботанического сада Удмуртского госуниверситета (УдГУ), который расположен на северной окраине г. Ижевска.

В целом климат республики характеризуется, как умеренно-континентальный. Продолжительность холодного периода (с температурами ниже 0°C) составляет 165 -175 дней, а теплого (с температурами выше 0°C) – 190-200 дней. Вегетационный период начинается обычно с середины апреля. Продолжительность периода активной вегетации (при сумме температур выше 10°C) составляет 124-133

дня. Удмуртия относится к зоне неустойчивого увлажнения, поэтому в летний период часто бывают засухи. Сумма осадков за период активной вегетации составляет в среднем 200-225 мм [1].

Почва на территории Ботанического сада дерново-подзолистая, по механическому составу легкосуглинистая с нейтральной реакцией среды (рН 6,2-6,5). Она характеризуется низким содержанием обменного калия (6,5-9,6 мг/100 г почвы) и подвижного фосфора (5,5-9,0 мг /100 г почвы), хорошей обменной (32,9-37,2 мг-экв/100 г почвы) и гидrolитической кислотностью (0,95-1,41 мг-экв/100 г почвы), средним количеством гумуса (3,63-5,28 %).

Материал и методика исследований

Интродуцированные растения возделывались в одинаковых условиях открытого культурного комплекса на обычном агротехническом фоне. Уход за растениями заключался в прополке сорняков, поливе в засушливое время года и подкормке комплексными минеральными удобрениями: Кемира «Цветочное» (май), Кемира Grow Now (август).

Фенологические наблюдения проводили согласно «Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» [19] и по И.Н. Бейдеман [6]. В 2007 г. ко времени наступления каждой фенофазы проводили подсчет суммы активных температур [6, 24].

Динамика ростовых процессов исследовалась в 2007 г.: на 10 модельных растениях измерялась длина всех генеративных побегов с помощью линейки через каждые 7-10 дней [14, 22].

В ходе экспедиционных выездов в 2007 г. из природной ценопопуляции *P. flavescens* (Якшур-Бодьинский район, пос. Сельчка) был отобран семенной материал для сравнительного изучения всхожести семян, полученных как *ex situ*, так и *in situ*.

Массу 1000 штук семян определяли по «Методическим указаниям по семеноведению интродуцентов» [20]. Для определения грунтовой всхожести семена высевались на линейную гряду по 100 штук в 4 повторностях с глубиной заделки семян 1 см.

Для периодизации стадий онтогенеза использовали методическое руководство «Изучение ценопопуляций растений «Красной книги Удмуртской Республики» в природе и при интродукции» [13].

Повреждаемость вредителями и болезнями описывались по мере ее проявления и оценивалась по 3 бальной шкале, предложенной Р.А. Карпионовой [14]: 3б - не повреждается; 2б - повреждения редкие, не массовые; 1б - повреждения ежегодные массовые.

Статистическая обработка данных проведена при помощи табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты исследований

Сезонный ритм роста и развития растений является выражением их жизненного ритма, экологических потребностей. Наиболее наглядным и общим выражением сезонной ритмики служит смена фенологических фаз [14].

Виды рода *Pulsatilla* Adans. относятся к раннецветущим растениям. Репродуктивные органы прострелов развиваются раньше листьев, сравнительно быстро проходят все фазы развития и затем отмирают, тогда как листья вегетируют до осени [21].

На территорию Ботанического сада УдГУ особи *P. flavescens* были пересажены 27.04.2006 г. из природной ценопопуляции, расположенной в окрестностях пос. Сельчка Якшур-Бодьинского района.

Наблюдение над особями показало, что восстановление тургора цветоносов у интродуцированных растений произошло на 8 день после посадки. Температура воздуха в 2006 г. в период активного роста и развития цветоносов (апрель-июнь) характеризовалась более высокими показателями по сравнению с нормой, но в среднем подекадная сумма температур в эти месяцы отличалась от средне-многолетних данных незначительно (рис. 1). Подекадная сумма осадков в апреле и мае 2006 г. превысила норму на 6 и 16 % соответственно, тогда как в июне их количество было меньше среднемноголетних данных на 65% (рис. 2).

Начало цветения у высаженных растений в этот год зафиксировано 2 мая, а массовое

цветение 5 мая. Появление листьев отмечено через 10 дней (12.05.06) после начала цветения, количество которых на одном кусту варьировало от 3 до 12 штук.

Окончание цветения и начало плодоношения отмечено 1 июня. Поскольку цветение достаточно энергоемкий процесс, то для лучшей приживаемости растений на каждом экземпляре было оставлено по одному генеративному побегу, но из всех высаженных растений только у двух экземпляров завязались семена.

Созревание плодов было отмечено 15 июня. Количество плодиков в каждом многоорешке равнялось 100 штукам. Длительность периода от начала цветения до созревания плодов составила 45 дней.

В 2007 г. при весенней инвентаризации была отмечена приживаемость 75% особей прострела. Основной причиной их гибели являлось выпирание, обусловленное частыми и длительными оттепелями в течение зимнего периода, так, например, январь был теплее, по сравнению со среднемноголетними данными на 7,5°C.

Климатические условия начала вегетационного периода (апрель) в 2007 году характеризовались более высокими температурами по сравнению с нормой (рис. 1) и небольшим количеством выпавших осадков, подекадная сумма которых в апреле была меньше среднемноголетних данных на 38%, что обусловило сильную засуху (рис. 2).

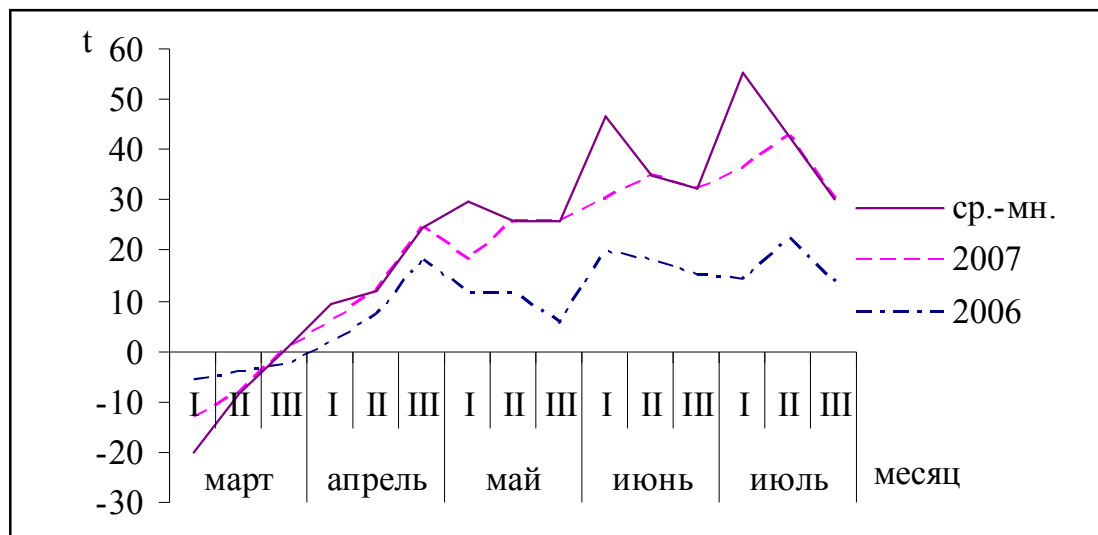


Рис. 1. Среднемноголетняя и подекадная температура воздуха в 2006-2007 гг.

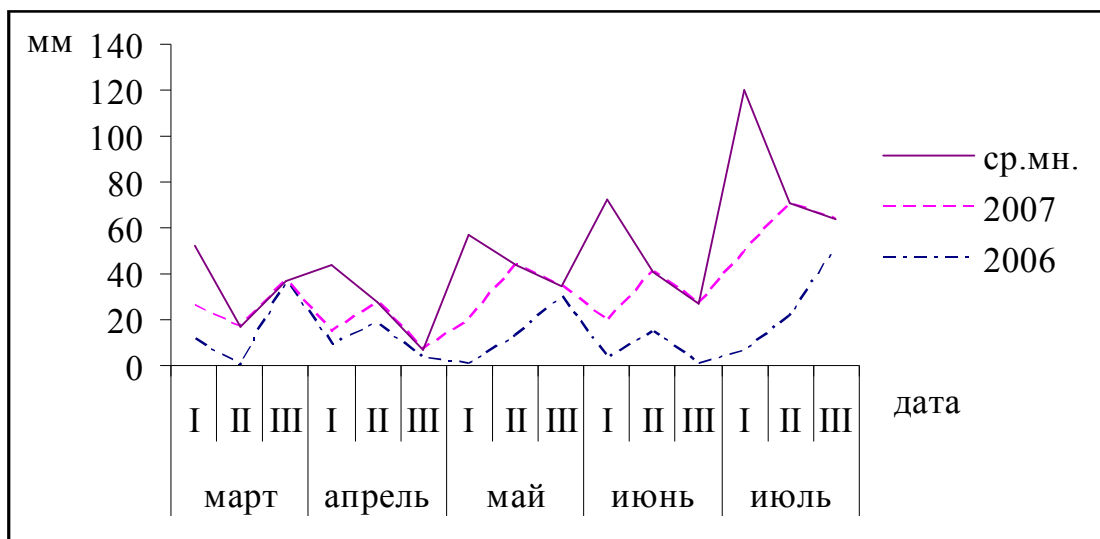


Рис. 2. Среднемноголетняя и подекадная сумма осадков в 2006-2007 гг.

В мае и июне этого года среднемесячная сумма температур превысила среднемноголетние данные незначительно на 2,1 и 1,6 °С соответственно, а количество выпавших осадков было больше среднемноголетних данных на 55 и 49% соответственно.

Начало вегетации у растений *П.желтеющего* во второй год исследований отмечено 16 апреля при средне-декадной температуре 4,5 °С (рис. 2).

Температура, при которой весной начинается вегетация, называется биологическим нулем для данного растения. Поэтому для наступления какой-либо фенофазы важна не общая сумма положительных температур, а сумма эффективных (активных) температур, уменьшенных на значение температуры биологического 0°С [6, 24].

Начало цветения зафиксировано 2 мая при средне-декадной температуре 6,5 °С и сумме активных температур 24°С. Через 20 дней (7.05.07) после весеннего отрастания генеративных побегов отмечено появление первых листьев, формирующих шаровидную розетку, которая вегетирует в течение всего лета и осени. Период от весеннего отрастания генеративных побегов до начала цветения со-

ставлял 15 дней.

К моменту массового цветения (15.05.07) сумма активных температур составила 146,5°С. Окончание цветения и завязывание плодов отмечали на момент высыхания околоцветников, средняя дата которого отмечена 1 июня при сумме активных температур 312 °С. Общий период цветения составил 30 дней. Дата полного созревания семян зафиксирована 15 июня при сумме активных температур 451,4 °С.

Закономерности роста *P.flavescens* определялись по такому фитометрическому параметру, как изменение длины генеративных побегов за определенный промежуток времени. В целом рост растения происходил в соответствии с законом большого периода роста Ю. Сакса (рис.3).

Средняя продолжительность периода ростовой активности для *P. flavescens* в 2007 г. составила 45 дней. Быстрый интеркалярный рост цветоносов является биологической особенностью видов рода *Pulsatilla*, в среднем за месяц они вырастают от 5 до 50 см [23]. В нашем случае прирост генеративных побегов составил в среднем $20 \pm 1,6$ см.

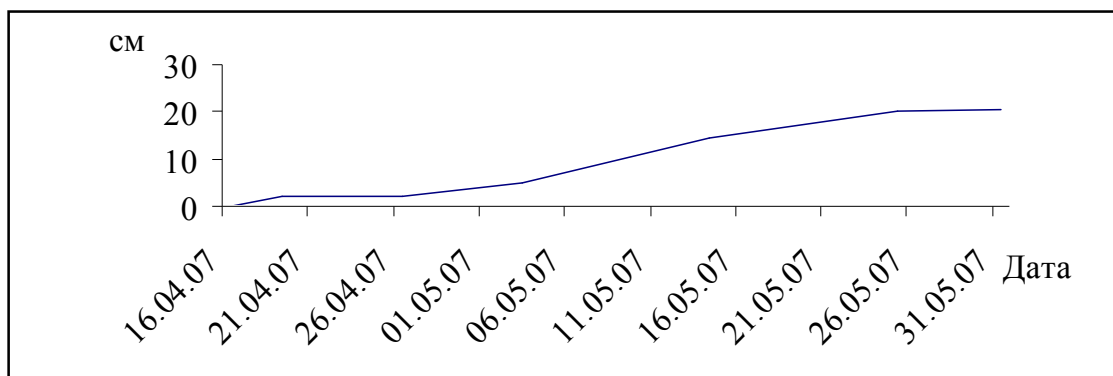


Рис. 3. Динамика изменения длины генеративных побегов *P. flavescens* в 2007 г. (Ботанический сад УдГУ)

От момента весеннего отрастания до второй декады апреля идет увеличение абсолютной скорости роста до 0,67 см/сут (рис. 4), затем в третьей декаде апреля наблюдается ее резкое снижение (0,03 см/сут), что возможно связано с засухой, наблюдавшейся в это время (табл.1). Поскольку при недостатке воды происходит снижение оводненности

тканей и как следствие существенно меняются физиологические процессы и метаболизм растений, что и могло привести к уменьшению интенсивности ростовых процессов.

К началу цветения (2.05.07) вновь идет увеличение абсолютной скорости роста (рис. 4), наибольшее значение которой (0,86 см/сут.) зафиксировано в период массового цветения

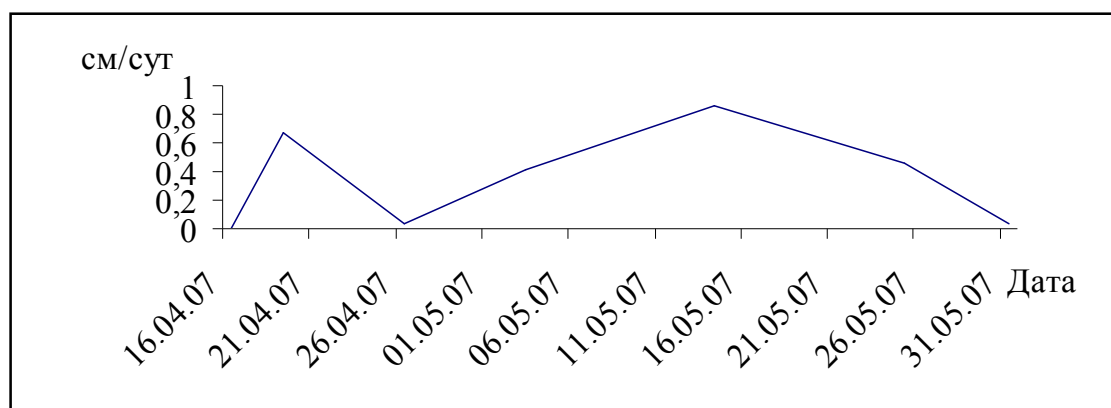


Рис. 4. Динамика изменения абсолютной скорости роста генеративных побегов *P. flavescens* в 2007 г. (Ботанический сад УдГУ)

(15.05.07). Возможно, что на увеличение скорости ростовых процессов во время цветения влияет также появление листьев (7.05.07), так как идет наращивание ассимиляционной поверхности и как следствие увеличение интенсивности обмена веществ (Якушкина, 1993)

В работе Л.С. Новиковой [22] по исследованию *P. patens* (L.) Mill. также отмечается, что самый большой прирост (до 20 см) наблюдается во время цветения, а наименьший (0,03 см) – после окончания.

Определяющая роль при введении растений в культуру принадлежит норме реакции генотипов, которая проявляется в новых условиях [25]. Интродукционный эксперимент позволяет выявить адаптивный потенциал растений к новым экологическим условиям. Одним из показателей взаимодействия генотип-среда служит выявление морфологических признаков, проявляющихся в новых эдафо-климатических условиях.

В наших исследованиях в условиях куль-

туры количество генеративных побегов у особей п. желтеющего варьировало от 4 до 16 штук. Средний диаметр цветка составил 7,5 см, тогда как при изучении (17.06.07) ценопопуляции *P. flavescens*, откуда и были изъяты растения для интродукционного эксперимента, количество цветоносов у генеративных растений варьировало от 1 до 3 штук, а средний диаметр цветка 4 см, что согласуются с данными С.З. Борисовой [8], которая отмечает, что среднее количество генеративных побегов в природе у п. желтеющего не превышает 2 штук.

Для прострелов характерен апокарпный плод (многоорешек), состоящий из многочисленных невскрывающихся односемянных плодиков веретенообразной формы с длинным перистоволосистым носиком.

Масса 1000 штук семян, собранных в культуре, была значительно меньше, чем у семян, собранных в природной ценопопуляции и составила $2,5 \pm 0,02$ г и $4,8 \pm 0,2$ г соответственно (табл.1).

Таблица 1. Сравнительные данные по грунтовой всхожести семян *P. flavescens*, собранных в 2007 г.

Происхождение семенного материала	Масса 1000 семян, г	Всхожесть семян, %	Дата посева	Дата появления первых всходов	Дата появления первого настоящего листа
Якшур-Бодынский р-н, пос.Сельнка	$4,8 \pm 0,2$	12	11.07	30.07	17.08
Ботанический сад УдГУ	$2,5 \pm 0,02$	9			

По классификации М.Г. Николаевой [17] для семян видов рода *Pulsatilla* характерен морфологический тип (Б) покоя, обусловлен-

ным недоразвитием зародыша на момент диссеминации. Для прорастания таких семян необходим период предварительного внутри-

семенного роста и дифференциации зародыша [11].

О.Г. Бутузовой [9] на примере *P. vulgaris* Mill. проведена работа по выявлению закономерностей формирования его семян после их диссеминации. Было установлено, что развитие зародыша после диссеминации происходит в течение 17-23 суток при оптимальной температуре 18-20 С°. В течение этого периода наблюдается активизация роста зародыша и дальнейшее развитие его анатомической структуры. К концу периода происходит становление физиологической зрелости зародыша, и семена (до 90%) прорастают.

В нашем эксперименте плодики *P. flavescens*, собранные в 2007 г. были посеяны 11 июля без замачивания и предварительной обработки стимуляторами роста. Появ-

ление первых всходов в обоих вариантах опыта было отмечено через 19 дней (30.07.07) после посева семян (рис. 5).

По данным Т.А. Павловой [23] грунтовая всхожесть семян *P. patens* в год сбора может значительно варьировать (от 15 до 96%), так как она зависит от многих факторов: глубины заделки семян, влажности и рыхлости почвы, температуры, густоты посева. Важно также, что при неблагоприятных условиях окружающей среды сеянцы к зиме развиваются слабо и гибнут в большом количестве.

В нашем опыте грунтовая всхожесть семян, собранных в культуре составила 9%, а в природе 12%. Статистическая обработка данных показала, что разница между средними значениями всхожести обоих вариантов, равная 3%, является не существенной.

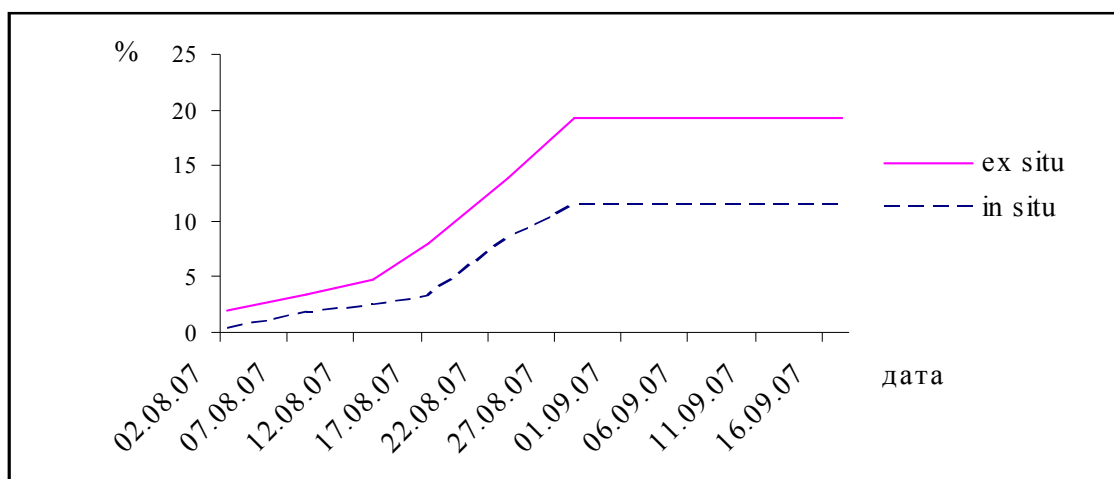


Рис. 5. Динамика появления всходов *P. flavescens* при посеве свежесобранными семенами (Ботанический сад УдГУ)

Прорастание семян продолжалось в течение месяца (до 30.08.07) (рис. 5). При контрольном подсчете количества сеянцев (17.09.07), процент проросших семян в обоих вариантах опыта оставался на прежнем уровне (9 и 12 %) (рис.5).

Появление первого настоящего листа у сеянцев обоих образцов зафиксировано через 17 дней, после появления первых всходов (табл. 1).

В конце первого вегетационного периода (25.10.07) растения находились на ювенильной стадии развития с сохранившимися семядольными листьями. Высота, сеянцев составляла 2-3 см. Настоящие листья у юве-

нильных растений имеют трехлопастную форму, которая значительно отличается от листьев растений старших возрастных групп.

В 2006 г. нами был также апробирован способ посева семян п. желтеющего в рассадочные ящики в год созревания семян, с последующей зимовкой сеянцев в помещении [12, 28]. К концу вегетационного периода 2007 г., растения находились на имматурной стадии. Среднее количество листьев на каждом из растений составило 6 ± 1 шт. Форма листьев таких растений была приближена к форме листьев взрослых особей, но отличалась меньшей рассеченностью листовой пластинки.

Работа по апробации и выявлению наиболее оптимального срока и способа посева семян видов рода *Pulsatilla*, в частности п. желтеющего нуждается в продолжении. Так, например, в работе Л.С. Новиковой [22] наилучшие результаты получены при февральском посеве семян *P. patens* в рассадочные ящики.

В связи с ограниченной способностью проростков к вегетативному размножению, разработка методов ускоренного проращивания их семян должна внести большой вклад в интродукцию высоко декоративных и лекарственно ценных растений этого рода.

Общая устойчивость растений связана не только с адаптацией к условиям климата и почвы, но и степенью поражения вредителями и болезнями [23].

В 2007 г. нами было зафиксировано поражение листьев п. желтеющего грибковым заболеванием, которое было обнаружено также и при исследовании природной популяции [27] в период плодоношения (10.06.07).

Степень поражения растений была оценена в 2 балла. Возможно, что в культуру данное заболевание было привнесено с интродуцированными экземплярами *P. flavescens*, в связи с чем, в качестве интродукционного материала лучше всего использовать семена.

Заключение

Результаты проведенного интродукционного эксперимента, характеризуют *P. flavescens* как ценное декоративное растение. Об этом свидетельствуют следующие фенологические и биометрические показатели: длительный период цветения (30 дней); крупные (до 7,5 см в диаметре), ярко-желтые цветы; устойчивые к полеганию цветоносы; длительно-вегетирующая (160 дней) и компактная розетка листьев; высокая побегообразовательная способность (до 16 цветоносов на одном растении). Но одним из факторов, которые могут ограничивать использование п. желтеющего в озеленении, является повреждаемость его растений грибковым заболеванием, которое было отмечено нами во второй год исследований.

Важно отметить, что работа по исследованию *P. flavescens* в условиях культуры еще не закончена и нуждается в продолжении, при этом некоторые вопросы эколого-биологических особенностей вида могут быть решены при изучении родового комплекса проростков (Павлова, 1991). В связи с этим нами также начата работа по созданию коллекции видов рода *Pulsatilla* Adans., которая на данный момент насчитывает 4 вида (*P. vulgaris* Mill., *P. pratensis* (L.) Mill., *P. angustifolia* Turcz., *P. flavescens* (Zucc.) Juz.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Удмуртской АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
2. Баранова О.Г., Дедюхина О.Н., Яговкина О.В. Интродукция видов рода *Pulsatilla* Adans. в ботаническом саду Удмуртского университета // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. С-Пб., 2007.
3. Баранова О.Г., Ильминских Н.Г., Пузырев А.Н., Туганаев В.В. Конспект флоры Удмуртии. Ижевск, 1992.
4. Баранова О.Г. Картограммы распространения редких растений в Вятско-Камском междуречье. Ижевск: Изд. дом «Удм. ун-т», 2000.
5. Баранова О.Г. Местная флора Удмуртии: анализ, конспект, охрана. Ижевск, 2002.
6. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974.
7. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1960.
8. Борисова С.З. Разнотравье степей Якутии в культуре: Автореф. дис. ...к.б.н.. М., 1999.
9. Бутузова О.Г. Формирование семени у *Pulsatilla vulgaris* Mill. и *Helleborus niger* (Ranunculaceae) в связи с затрудненным прорастанием // Ботанические сады, как центры сохранения биоразнообразия: Материалы междун. конф. М., 2005.
10. Виноградова Ю.К. Принципы сохранения биоресурсов ex situ // Ботанические сады, как центры сохранения биоразнообразия: Материалы междун. конф. М., 2005.
11. Дедюхина О.Н. Предварительные итоги ин-

- тродукции многолетних травянистых растений местной флоры Удмуртии // Вестн. Удм. ун-та. 2006. Сер. Биология. №10.
12. Декоративные травянистые растения для населенных пунктов и садовых участков Подмосковья, М. 1990.
 13. Изучение ценопопуляций растений «Красной книги Удмуртской Республики» в природе и при интродукции: Уч.-метод. руков. / Сост. О.Г. Баранова. Ижевск, 2006.
 14. Карпионова Р.А. Травянистые виды флоры широколиственных лесов СССР и их интродукция в Москве: Автореф. дис. ... д-ра б.н. М., 1982.
 15. Красная книга Удмуртской Республики: Сосудистые растения, лишайники и грибы. Ижевск, 2001.
 16. Кузнецов В.В., Дмитриева В.А. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2005.
 17. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. С.-Пб., 1999.
 18. Международная программа ботанических садов по охране растений. М., 2000.
 19. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР. М., 1975.
 20. Методические указания по семеноведению интродуцентов. М.: Наука, 1980.
 21. Никитина С.В., Денисова Л.В., Вахромеева М.Г. Прострел раскрытый // Биол. флора Моск. обл. Вып. 4. М., 1978.
 22. Новикова Л.С. Многолетние декоративные растения природной флоры Башкирии для озеленения // Интродукция декоративных растений в Башкирии. Уфа, 1978.
 23. Павлова Т.А. Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) в природе и культуре. Новосибирск, 1990.
 24. Пашикина И.А. Методы интродукционного изучения растений. Ижевск, 2002.
 25. Седельникова Л.Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002.
 26. Якушкина Н.С. Физиология растений. М.: Просвещение, 1993 г.
 27. Яговкина О.В. Изучение семенного размножения некоторых видов рода *Pulsatilla* Adans., занесенных в Красную книгу Удмуртии // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: Материалы междунар. конф. Минск, 2007.
 28. Яговкина О.В. Начальные этапы изучения и охраны *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz. в Удмуртской республике. // Актуальные проблемы ботаники и экологии: Материалы междунар. конф. Киев, 2007.

DISSCUSSION OF THE FIRST STAGES OF INTRODUCTION OF *PULSATILLA FLAVESCENS* IN THE UDMURT UNIVERSITY BOTANIC GARDEN

© 2008 O.G. Baranova, O.V. Yagovkina
Udmurt state university, Izhevsk

The preliminary results of introduction study of *Pulsatilla flavescens* on the territory of Udmurtiya have been stated below. Cultivation of *P. flavescens* ex situ is one of the ways of its conservation but the data of phenological observations and biometric measurements testify to a possibility of using *P. flavescens* in ornamental gardening as well.