

ПРИЧИНЫ ПОКОЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *PAEONIA* L.

О.А. РУДАЯ, инженер-лаборант, Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова (БСМГУ)<sup>(1)</sup>,

О.В. ЧЕРНЫШЕНКО, проф. МГУЛ, д-р биол. наук<sup>(2)</sup>,

С.В. ЕФИМОВ, ст. науч. сотрудник Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова (БСМГУ), канд. биол. наук<sup>(1)</sup>,

Г.Н. КОНОНОВ, доц. МГУЛ, канд. техн. наук<sup>(2)</sup>

usuri85@mail.ru, tchernychenko@mgul.ac.ru, efimov-msu@yandex.ru, caf-chem@mgul.ac.ru

<sup>(1)</sup> Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова (БСМГУ),

119991, Москва, Ленинские горы, 1/12

<sup>(2)</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет леса»

141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1

Одной из острых проблем нашего времени по-прежнему остается сохранение биологического разнообразия для будущих поколений. Растительные ресурсы планеты заметно сокращаются, особенно подвержены этому процессу редкие и уязвимые в природе виды. В первую очередь, это связано с антропогенной деятельностью человека, который отрицательно воздействует на природные экосистемы. Одним из таких уязвимых родов является род Пион (*Paeonia* L.), многие виды которого находятся под угрозой исчезновения. Проблема усугубляется еще и тем, что семенная продуктивность пионов очень низкая (семена прорастают 10–16 месяцев). В связи с этим возникает необходимость изучения репродуктивной биологии, в том числе и причин покоя семян. Объектами исследования послужили семена – *P. lactiflora* и *P. suffruticosa*. В статье приводятся данные биохимического анализа на количественное содержание пероксидазы, лигнина и целлюлозы в семенах некоторых видов рода *Paeonia* L. Определение активности пероксидазы проводили по методике А.Н. Бояркина. Метод основан на измерении времени, за которое опытный раствор достигает определенной оптической плотности. Лигнин определяли по методу Попова, который заключался в обработке семенной кожуры пиона раствором хлорида цинка в соляной кислоте. Целлюлозу определяли по методу Кюршнера и Хоффера (азотно-спиртовой метод), основанному на обработке семенной кожуры спиртовым (этанольным) раствором азотной кислоты. Существует несколько причин покоя семян видов рода *Paeonia* L. В первую очередь это недоразвитый зародыш. Медленное прорастание семян видов рода *Paeonia* L. зависит и от глубокого физиологического покоя эпикотиля – точки роста побега. Это может быть связано с наличием в семенах пиона абсцизовой кислоты (АБК). Низкая ферментативная активность также влияет на развитие зародыша внутри семени и его прорастание. Медленное прорастание семян пионов может зависеть и от лигнина – природного полимера, который содержится в семенной кожуре и снижает проницаемость растительных клеток для воды.

Ключевые слова: виды рода *Paeonia* L., покой семян, недоразвитый зародыш, абсцизовая кислота (АБК), пероксидаза, лигнин, целлюлоза.

Род *Paeonia* L. – реликт аркто-третичной мезофильной флоры [1]. Центром происхождения по сведениям разных авторов [2, 3] принято считать Юго-Западный Китай, однако высказывались предположения и в пользу Кавказа как второго возможного центра. В современной флоре монотипный род Пион насчитывает 32 вида, представители которого объединены в 4 подрода и 6 секций [4]. Ареалы видов преимущественно расположены в Северном полушарии от Восточной Азии до Южной Европы, несколько видов встречаются также в Северной Америке и Северной Африке [5, 6, 7].

Основными причинами сокращения видов рода *Paeonia* L. является антропогенное воздействие на природные экосистемы, а также использование растений в лекарственных и декоративных целях. Эта проблема усугубляется еще и тем, что семенная продуктивность пионов не очень высокая, а семена прораста-

ют 10–16 месяцев. Размножение растений в природе вегетативным способом наблюдается очень редко, и распространение видов происходит в основном с помощью семян.

В ботанических садах уже давно занимаются акклиматизацией и интродукцией видов пиона. Однако проблема сохранения биологического разнообразия остается весьма актуальной. Во избежание уменьшения численности редких видов возникает необходимость не только в охране природных популяций, но и размножении видов в культуре и репатриации их в природные сообщества. Поэтому в задачи наших исследований входило изучение причин покоя семян некоторых видов рода *Paeonia* L.

## Материалы и методы

Объектами исследования послужили семена, собранные с интродуцированных в

Ботаническом саду МГУ имени Ломоносова растений – *P. lactiflora* и *P. suffruticosa*.

*P. lactiflora* Pall. (представитель подрода *Albiflora*) в природных условиях произрастает по берегам рек, на каменистых склонах, в открытых долинах и среди кустарников (рис. 1). Пион молочнокветковый относится к поликарпическим травам и адаптирован к низким температурам и достаточно высокой влажности воздуха. Ареал пиона молочнокветкового – Китай, Монголия. В России проходит северная граница вида, встречается в Приморском и Хабаровском краях, Амурской и Читинской, областях. *P. lactiflora* Pall. включен в Красную книгу РСФСР [8], статус 4 (I) – вид с неопределенным статусом; в Красную книгу РФ [9] – вид, сокращающийся в численности. Также входит в Красные книги Читинской области [12], Хабаровского [13] и Приморского края [14]. В изданиях Красной книги Монголии [10, 11], в законе «О флоре Монголии» пион молочнокветковый зарегистрирован как очень редкий вид.

*P. suffruticosa* Andrews (представитель подрода и секции *Moutan*) является эндемиком Юго-Западного Китая (рис. 2). Жизненная форма – геоксильный кустарник [15]. Произрастает в провинциях Хенань, Ганьсю, Шаньси, Анхуи, Шенси, Хубей, Тибете в основном в горном лесном и субальпийском поясах, на высотах 2360 – 4250 м над уровнем моря [16]. Растения адаптированы к перепадам температур и влажности воздуха.

В данной статье изучены причины покоя семян пионов, сделан биохимический анализ на определение активности пероксидазы в проросших семенах пионов, а также проведен анализ на определение лигнина и целлюлозы в семенной кожуре.

Определение активности пероксидазы проводили по методике А.Н. Бояркина [17]. Метод основан на измерении времени, за которое опытный раствор достигает определенной оптической плотности. В качестве субстрата использовали бензидин, в результате окисления которого образуется соединение синего цвета. Скорость реакции окисления бензидина до образования синего продукта измеряли с помощью фотоколориметра (КФК-3).

Лигнин определяли по методу Попова [18], который заключался в обработке семенной кожуры пиона раствором хлорида цинка в соляной кислоте, при этом выделяемый лигнин сохраняет свою структуру, легко отделяется от раствора фильтрованием.

Целлюлозу определяли по методу Кюршнера и Хоффера (азотно-спиртовой метод), основанном на обработке семенной кожуры спиртовым (этанольным) раствором азотной кислоты [18].

### Результаты и их обсуждение

Семена многих покрытосеменных растений могут находиться в состоянии покоя. М.Г. Николаева [19, 20, 21] выделяет два вида покоя: вынужденный и органический. Вынужденный покой характеризуется особенностями строения и физиологическими свойствами семян, позволяющим им длительное время сохранять жизнеспособность при отсутствии условий для прорастания. При органическом покое семена не способны прорасти даже при благоприятных условиях. Для семян пионов характерен простой морфофизиологический эпикотильный покой [20].

Одной из причин длительного покоя семян рода *Paeonia* L., по мнению разных авторов [22, 23, 24, 25], является недоразвитый зародыш. Главной особенностью семян с недоразвитым зародышем является его развитие при помещении семени в благоприятную для прорастания среду.

У представителей рода *Paeonia* L. ко времени созревания плодов в семенах имеется лишь зачаточное недоразвитое слабодифференцированное клеточное тело (зародыш), которое в 600 раз меньше по весу, чем эндосперм. Семенные покровы у пиона проницаемы для воды и способны ее удерживать. Содержание жиров и белков в эндосперме низкое, кроме того, и ферменты семени малоактивны, что обуславливает медленное прорастание семян [24]. Зародыш формируется вне плода, пион начинает развитие как геофит [15], дальнейшее развитие зародыша происходит в постэмбриональный период.

Семена изученных видов рода *Paeonia* L. достаточно крупные (табл.). У *P. lactiflora*

**Морфологические признаки семян некоторых видов рода *Paeonia* L.**  
**Morphological characteristics of seeds of some species of the genus *Paeonia* L.**

| Виды                   | Размер семян (свежесобранные), мм (min-max) / М (среднее значение) | Размер семян в сухом виде, мм (min-max) / М (среднее значение) | Окраска семян, визуально и по универсальной колористической шкале (RHS) | Размер рубчика, мм | Сред. вес 1/10 шт. семян, гр | Форма семян     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|
| 2                      | 3                                                                  | 4                                                              | 5                                                                       | 6                  | 7                            | 8               |
| <i>P. lactiflora</i>   | 9-10×5-6<br>9.5×5.5                                                | 8-9×5-6<br>8.5×5.5                                             | темно-коричневые, 166А                                                  | 2                  | 0.21/2.1                     | эллипсоидальная |
| <i>P. suffruticosa</i> | 11-12×7-8<br>11.5×7.5                                              | 11-11.5×7-7.5<br>11.25×7.25                                    | черные с матовым блеском, 202А                                          | 2×1                | 0.77/5.1                     | эллипсоидальная |

Pallas (представитель подрода *Albiflora* Salm-Dyck) семена эллипсоидальной формы, длиной 9–10 мм, шириной 5–6 мм, темно-коричневого цвета, гладкие, блестящие, с боков наблюдаются неглубокие впадины. В районе семенного рубчика заметен маленький гребешок. Семенной рубчик длиной 2 мм (рис. 3). У *P. suffruticosa* Andrews (представитель подрода *Moutan* de Candolle, секции *Moutan* DC.) семена эллипсоидальной формы, длиной 11–12 мм, шириной 7–8 мм, черного цвета с матовым блеском. Поверхность семян гладкая, с боков видны впадины. Семенной рубчик продолговатой формы, длиной 2×1 мм (рис. 4).

Основной объем семени занимает эндосперм. Ткань эндосперма белая, плотная, вокруг полости желтоватая. В центральной его части находится полость, примыкающая к семядолям зародыша. Зародыш (длина у *P. suffruticosa* – 2,6 мм, у *P. lactiflora* – 1 мм), состоящий из двух листовидных семядолей, гипокотили и зародышевого корешка, расположен на микропилярном конце семени вблизи рубчика и окружен лизированными клетками [26, 27].

Доразвитие зародыша является необходимым условием появления у семян способности к прорастанию. Время, необходимое для завершения этого процесса, определяет длительность морфологического покоя. Доразвитие зародыша обычно протекает в набухших семенах [20]. Для прорастания семян видов рода *Paeonia* L. необходима двухэтапная стратификация с переменными температурами: гипокотиль и зародышевый корень развивается при более высоких поло-

жительных температурах, а эпикотиль – при низкой положительной температуре.

В природе недоразвитый зародыш является приспособительным признаком, препятствующим прорастанию семян вскоре после их осыпания. Это, в свою очередь, спасает растения от ухода в зиму недостаточно окрепшими на ранних стадиях развития и от гибели их в зимний период [25].

Еще одной причиной медленного прорастания семян видов рода *Paeonia* L. является глубокий физиологический покой эпикотили – точки роста побега. Это может быть связано с наличием в семенах пиона абсцизовой кислоты (АБК). По мнению авторов Jing Xin-Ming и Zheng Guang-Hua [28], покой семян эпикотили – это важный фактор, присущий в половом цикле, который ухудшает всхожесть семян пионов в природных популяциях.

Результаты биохимического анализа показали, что содержание гормона ГК увеличивалось, а содержание гормона АБК уменьшалось в семядолях в течение выхода эпикотили из покоя, а содержание эндогенных регуляторов роста чуть-чуть изменилось только в эндосперме. Семядоли – это ключевая часть, контролирующая покой эпикотили в семенах пиона. Таким образом, накопление АБК из-за своего ингибирующего действия на прорастание является важным фактором покоя семян.

Низкая ферментативная активность также является одной из причин медленного развития зародыша внутри семени и его прорастания [26].



Рис. 1. Соцветие *Paeonia lactiflora* – плейохазий  
Fig. 1. Inflorescence *Paeonia lactiflora* - pleyohazy



Рис. 2. Цветок *Paeonia suffruticosa*  
Fig. 2. Flower *Paeonia suffruticosa*

В пределах рода *Paeonia* L. есть виды, например, представитель степной флоры *P. tenuifolia* L., семена которого прорастают в первый год, но большинство видов пиона прорастают на следующий год. Здесь прослеживается определенная связь между скоростью прорастания семян и экологической нишей вида.

Семена *P. lactiflora* и *P. suffruticosa* высеивали 1 декабря 2014 г. У *P. lactiflora* появились корешки 10 марта 2015 г., а семена *P. suffruticosa* не проросли.

В проросших семенах *P. lactiflora* был обнаружен фермент пероксидаза, который играет важную роль в процессе дыхания рас-



Рис.3. Семена *Paeonia P.lactiflora*  
Fig. 3. Seeds of *Paeonia P.lactiflora*



Рис.4. Семена *Paeonia P.suffruticosa*  
Fig. 4. Seeds of *Paeonia P.suffruticosa*

тений. Пероксидаза относится к классу оксидоредуктаз, представляя группу оксидаз. Она участвует в дыхательном цикле и катализирует реакции переноса водорода на кислород воздуха. В экстремальных условиях у растений активизируется дыхание и повышается активность пероксидазы. По активации пероксидазы можно оценить степень влияния фактора и состояние растений. Окисление тех или иных соединений пероксидаза осуществляет с помощью перекиси водорода.

Активность пероксидазы у *P. lactiflora* составляет 53 % (диагр.). У *P. suffruticosa*, реакция была отрицательной, т. к. семена не проросли. Т. о., фермент пероксидазу можно обнаружить только в проросших семенах пионов. У *P. lactiflora* активность пероксидазы достаточно высокая, следовательно, этот фермент положительно влияет на дальнейшее развитие зародыша.

На наш взгляд, медленное прорастание семян пионов также зависит и от лигнина – природного полимера, который содержится в семенной кожуре и снижает проницаемость растительных клеток для воды.

Лигнины в виде полимерных веществ присутствуют в клеточных стенках почти всех наземных растений и по своему распространению занимают среди природных высокомолекулярных соединений второе место [29].

Так, например, массовая доля лигнина в древесине хвойных пород составляет в среднем 27–30 %, а в древесине лиственных пород – 18–24 % [30]. Он снижает проницаемость клеточных стенок в проводящих тканях ксилемы и тем самым играет важную роль в переносе воды, питательных веществ и продуктов метаболизма. Кроме того, лигнин придает жесткость клеточным стенкам и в древесных растениях действует как межклеточное связующее вещество, придавая стволам и стеблям устойчивость к ударам, сжатию, изгибу. Лигнификация делает древесную ткань более стойкой к воздействию микроорганизмов [29].

В отличие от целлюлозы и других полисахаридов, выделенный из древесины лигнин не является индивидуальным веществом, а представляет собой смесь ароматических полимеров родственного строения [30].

Определив лигнин у проросших и непроросших семян *P. lactiflora*, а также у непроросших семян *P. suffruticosa*, мы получили следующие результаты: проросшие семена *P. lactiflora* – 52 %; непроросшие семена *P. lactiflora* – 52 %; непроросшие семена *P. suffruticosa* – 57 % (диагр.).

Относительное содержание лигнина после прорастания семени закономерно не изменяется вследствие того, что он является конечным метаболитом биосинтетических

процессов и остается неизменным в процессе прорастания семени, но его повышенное содержание в семенной кожуре древесвидных пионов снижает скорость их прорастания вследствие пониженной водонепроницаемости кожуры за счет большого содержания этого гидрофобного компонента.

Также был проведен биохимический анализ, определяющий содержание целлюлозы в семенной кожуре проросших и непроросших семян *P. lactiflora*.

Целлюлоза – наиболее распространенный в природе полисахарид, являющийся составной частью клеточных стенок всех высших растений. Кроме древесины, в большом количестве она содержится в семенных волосках хлопка (96...99 %), в лубяных волокнах льна, рами (80...90 %), соломе злаков и др. Свойства целлюлозы – физические, физико-химические и химические зависят как от химического строения целлюлозы, так и от ее физической структуры – формы макромолекул, межмолекулярного взаимодействия, надмолекулярной структуры и фазового и релаксационного (физического) состояний. Целлюлоза, будучи основным компонентом клеточных стенок, во многом определяет строение и свойства древесины [30, 31].

Проведя анализ по количественному определению целлюлозы в семенной кожуре пиона, мы получили следующие результаты: в непроросших семенах *P. lactiflora* – 24 %, в проросших семенах *P. lactiflora* – 26 % (диагр.).

Относительное увеличение целлюлозы в проросших семенах *P. lactiflora* объясняется снижением содержания резервных гемицеллюлоз, определяемых вместе с целлюлозой как трудно гидролизующие полисахариды.

### Заключение

Возможными причинами покоя семян видов рода *Paeonia* L. могут стать:

1. Недоразвитость зародыша – связано это с морфофизиологическим покоем. Прорастание семян, находящихся в морфофизиологическом покое, может начаться только после того, как в них закончится доразвитие зародыша. Этот процесс обычно протекает после отделения семени от материнского рас-

тения в условиях теплой, а затем и холодной стратификации.

2. Глубокий физиологический покой эпикотиля, вызванный содержанием абсцизовой кислоты. Семена, обладающие способностью переходить в состояние покоя, накапливают АБК. Поэтому переход в покой сопровождается увеличением АБК и уменьшением гиббереллинов и цитокининов.

3. Низкая ферментативная активность, замедляющая процесс развития зародыша внутри семени.

4. Высокое содержание лигнина в семенной кожуре, который препятствует проникновению воды к семени и как следствие – тормозит его прорастание.

Семена являются важнейшим, а зачастую и единственным средством размножения и расселения растений. Способность семян при созревании переходить в состояние покоя является важным приспособительным свойством, позволяющим растениям переживать неблагоприятные условия среды и обеспечивающим таким образом сохранение растительного генофонда на Земле.

### Библиографический список

1. Кемулария-Натадзе, Л.М. К вопросу о положении семейства Раеониасеае в системе покрытосеменных растений / Л.М. Кемулария-Натадзе // Заметки по систематике и географии растений. – Тбилиси, 1958. – Вып. 20. – С. 19–28.
2. Тахтаджян, А.Л. Система и филогения цветковых растений / А.Л. Тахтаджян. – М.-Л.: Наука, 1966. – 610 с.
3. Кемулария-Натадзе, Л.М. Раналиевые на Кавказе и их таксономия / Л.М. Кемулария-Натадзе. – Тбилиси: Мецниереба, 1966. – 282 с.
4. Hong De-Yuan. Peonies of the world. Kew Publishing, 2010. – 312 p.
5. Успенская, М.С. Пионы / М.С. Успенская. – М.: ЗАО Фитон+, 2003. – 208 с.
6. Halda J., Waddick J. The Genus Paeonia, Cambridge. Timber Press Portland, 2004. – 227 p.
7. Горбунов, Ю. Пионы. Редкие и исчезающие растения на садовом участке / Ю. Горбунов // Новинки для сада и огорода. – 2005. – № 6. – С. 2–4.
8. Красная книга РСФСР (растения) / под общ. ред. А.Л. Тахтаджяна. – М., 1988. – 590 с.
9. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редкол.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.

10. Красная книга Монголии. – Улаанбаатар, 1987. – 317 с.
11. Красная книга Монголии. – Улаанбаатар, 1997. – 387 с.
12. Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа: растения. – Чита: Стиль, 2002. – 280 с.
13. Красная книга Хабаровского края: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. – Хабаровск: Риотип, 2000. – 453 с.
14. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Биолого-почвенный институт ДВО РАН. – Владивосток: АВК Апельсин, 2008. – 688 с.
15. Барыкина, Р.П. Жизненные формы у пионов и возможные пути их структурной эволюции / Р.П. Барыкина // Вестн. Моск. ун-та. Биол. – 1979. – № 2. – С. 14–26.
16. Zhi-Qin Zhou Taxonomy, geographic distribution and ecological habitats of tree peonies // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2006. – V.53. – P.11–22.
17. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков. – Л.: Колос, 1972. – 457 с.
18. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Г.Н. Кононов. – М.: МГУЛ, 2005. – 138 с.
19. Николаева, М.Г. Роль температуры и фитогормонов в нарушении покоя семян / М.Г. Николаева. – Л.: Наука, 1981. – 160 с.
20. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
21. Николаева, М.Г. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян / М.Г. Николаева, В.Л. Тихонова, Т.В. Далецкая. – Пушкино, 1992. – 37 с.
22. Грушвицкий, И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений / И.В. Грушвицкий; Комаровские чтения XIV. – М.-Л.: Издательство академии наук СССР, 1961. – 47 с.
23. Грушвицкий, И.В. К методике изучения семян с недоразвитым зародышем / И.В. Грушвицкий. – 1968. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 169–181.
24. Цингер, Н.В. О причинах медленного прорастания семян пионов/ Н.В. Цингер // Тр. ГБС. – М.: АН СССР, 1951. – Т. 2. – С. 101–125.
25. Буглова, Л.В. Биологические особенности семян некоторых видов *Trollius L.* и *Paeonia L.* / Л.В. Буглова, О.В. Кузнецова, Я.Г. Некрашевич // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Вып. 1. – С. 151–157.
26. Иванова, И.А. Биология прорастания семян с недоразвитым зародышем / И.А. Иванова // Вопросы биологии семенного размножения. (Уч. записки). – Ульяновск, 1968. – Т. 23 – Вып. 3. – С. 182–187.
27. Игнатъева, И.П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов пиона уклоняющегося (*Paeonia anomala L.*) / И.П. Игнатъева // Изв. ТСХА. – 1995. – Вып. 4. – С. 108–134.
28. JINGXin-Ming and ZHENG Guang-Hua. The Characteristics and Dormancy of Four Wild Species of Tree Peonies and Their Bearing on Endangerment. *Acta Phytophysiological Sinica*, 1999. – 25 (3), – P. 214–221.
29. Лигнины / Под ред. К.В. Сарканена, К.Х. Людвиг. Перевод с англ. А.В. Оболенской, Г.С. Чиркина, В.П. Щеголева под ред. проф., д-ра хим. наук В.М. Никитина, К.В. Сарканен, К.Х. Людвиг, Г.В. Хергер и др. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 632 с.
30. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.
31. Никитин, В.М. Химия древесины и целлюлозы / В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголев. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 368 с.

#### THE REASONS SEED DORMANCY OF THE SPECIES OF THE GENUS *PAEONIA L.*

**Rudaya O.A.**, technician-engineer BSMGU <sup>(1)</sup>; **Cherednichenko O.V.**, Prof. MSFU, Dr. Sci. (Biol.)<sup>(2)</sup>; **Efimov S.V.**, BSMGU, Ph.D. (Biol.) <sup>(1)</sup>; **Kononov G.N.**, Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Tech.)<sup>(2)</sup>

usuri85@mail.ru, tchernychenko@mgul.acl.ru, efimov-msu@yandex.ru, caf-chem@mgul.ac.ru

<sup>(1)</sup> Botanical garden of Biological faculty Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Lenin Hills, 1/12

<sup>(2)</sup> Moscow State Forest University (MSFU) 1st. Institutskaya, 1, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

Conservation of biological diversity for future generations still remains one of the most acute problems of our time. Planet's vegetable resources are considerably reducing, and rare and vulnerable species in nature are particularly susceptible to this process. First of all, it is related to human activities that adversely affect natural ecosystems. The genus Peony (*Paeonia L.*) is such a vulnerable genus, many species of which are endangered. The problem is compounded by the fact that the seed production of peonies is very low (seeds germinate 10 – 16 months). In this connection there is need to study reproductive biology, including the causes of seed dormancy. The seeds of *P. lactiflora* and *P. suffruticosa* are the objects of study. The article presents the data on the biochemical quantitative analysis of the content of peroxidase, lignin and cellulose in the seeds of some species of the genus *Paeonia L.* Peroxidase activity was identified as described by A. Boyarkina. The method is based on measuring the time during which the test solution reaches a certain optical density. Lignin was identified by the method of Popov, which consisted in the treatment of the peony seed coat by the solution of zinc chloride in hydrochloric acid. Cellulose was identified by the method of Hofer and Kyurshnera (nitrogen-alcohol method) based on the treatment of the seed coat by alcoholic (ethanolic) solution of nitric acid. There are several causes of seed dormancy of the genus *Paeonia L.*, such as the underdevelopment of the embryo which is one of the reasons for the slow seed germination. Slow germination of seeds of the genus *Paeonia L.* depends on deep physiological rest of epicotyl – the growth point of offshoot. This may be due to the presence of abscisic acid (ABA) in peony seeds. Low enzyme activity also affects the development of the embryo within the seed and its germination. Slow germination of seeds of peonies can depend on lignin – a natural polymer, which is contained in the seed coat and reduces the permeability of water in plant cells.

Key words: species of the genus *Paeonia L.*, seed dormancy, underdevelopment of the embryo, abscisic acid (ABA), peroxidase, lignine, cellulose.

References

1. Kemulariya-Natadze L. M. *K voprosu o polozhenii semeystva Paeoniaceae v sisteme pokrytosemennykh rastenii* [To a question on the situation in the family Paeoniaceae angiosperms] *Zametki po sistematike i geografii rasteniy* [Notes on taxonomy and plant geography]. Tbilisi, 1958, release 20, pp. 19-28.
2. Takhtadzhyan A.L. *Sistema i filogeniya tsvetkovykh rasteniy* [System and phylogeny of flowering plants]. Moscow-St. Petersburg, Nauka, 1966. 610 p.
3. Kemulariya-Natadze L.M. *Ranalievye na Kavkaze i ikh taksonomiya* [Ranalievye in the Caucasus and their taxonomy] *Tbil. botan in-t* [Tbil. bot Inst.]. Tbilisi, Metsniereba, 1966. 282 p.
4. Hong De-Yuan. *Peonies of the world*. Kew Publishing, 2010. 312 p.
5. Uspenskaya M.S. *Piony* [Peonies]. Moscow, ZAO Fiton+, 2003. 208 p.
6. Halda J., Waddick J. *The Genus Paeonia*, Cambridge. Timber Press Portland, 2004. 227 p.
7. Gorbunov Yu. *Piony. Redkie i ischezayushchie rasteniya na sadovom uchastke* [Peonies. Plants in the garden of rare and endangered]. *Novinki dlya sada i ogoroda* [Novelties for the garden], 2005, no 6, pp. 2-4.
8. *Krasnaya kniga RSFSR (rasteniya)* [The Red Book of the RSFSR (plants)]. Moscow, 1988. 590 p.
9. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)] *Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii RF; Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere prirodnopol'zovaniya; RAN; Rossiyskoe botanicheskoe obshchestvo; MGU im. M. V. Lomonosova* [Ministry of Natural Resources and Environment; The Federal Service for Supervision of Natural Resources; Russian Academy of Sciences; Russian Botanical Society; MSU. M.V. Lomonosov Moscow State University]. Moscow, *Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK*, 2008. 885 p.
10. *Krasnaya kniga Mongolii* [Red Data Book of Mongolia]. Ulaanbaatar, 1987. 317 p.
11. *Krasnaya kniga Mongolii*. [Red Data Book of Mongolia]. Ulaanbaatar, 1997. 387 p.
12. *Krasnaya kniga Chitinskoy oblasti i Aginskogo Buryatskogo avtonomnogo okruga: rasteniya* [The Red Book of the Chita Region and the Agin-Buryat Autonomous Okrug: plants]. Chita, Stil, 2002. 280 p.
13. *Krasnaya kniga Khabarovskogo kraja: redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i zhivotnykh* [Red Data Book of the Khabarovsk Territory: rare and endangered species of plants and animals]. Khabarovsk, Riotip, 2000. 453 p.
14. *Krasnaya kniga Primorskogo kraja: Rasteniya. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i gribov* [The Red Book of Primorsky Krai: Plants. Rare and endangered species of plants and fungi]. *Biologo-pochvennyy institut DVO RAN* [Biology and Soil Science FEB RAS]. Vladivostok, AVK Apel'sin, 2008. 688 p.
15. Barykina R.P. *Zhiznennyye formy u pionov i vozmozhnye puti ikh strukturnoy evolyutsii* [Life forms have peonies and possible structural evolution]. *Bulletin of Moscow University. Biology*, 1979. N. 2. pp. 14-26.
16. Zhi-Qin Zhou *Taxonomy, geographic distribution and ecological habitats of tree peonies*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2006, V.53, pp. 11-22.
17. Ermakov A.I. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research plant]. Leningrad, Kolos, 1972. 457 p.
18. Kononov G.N. *Khimiya drevesiny i ee osnovnykh komponentov*. [Wood Chemistry and its main components]. *Laboratornyy praktikum* [Laboratory practice]. Moscow, MSFU, 2005. 138 p.
19. Nikolaeva M.G. *Rol' temperatury i fitogormonov v narushenii pokoya semyan* [The role of temperature and phytohormone in violation of dormancy]. Leningrad, Nauka, 1981. 160 p.
20. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan* [Reference germination of dormant seeds]. Leningrad, Nauka, 1985. 348 p.
21. Nikolaeva M.G., Tikhonova V.L., Daletskaya T.V. *Dolgovremennoe khranenie semyan dikorastushchikh vidov rasteniy. Biologicheskie svoystva semyan* [Long-term storage of seeds of wild plant species. Biological properties of seeds]. Pushchino, 1992. 37 p.
22. Grushvitskiy I.V. *Rol' nedorazvitiya zarodysha v evolyutsii tsvetkovykh rasteniy* [The role of the underdevelopment of the embryo in the evolution of flowering plants] *Komarovskie chteniya XIV* [Komorowski read XIV]. Moscow-Leningrad: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1961. 47 p.
23. Grushvitskiy I.V. *K metodike izucheniya semyan s nedorazvitym zarodyshem* [By the method of studying seeds with underdeveloped fetus]. 1968, T. 23. Vol. 3, pp. 169-181.
24. Tsinger N.V. *O prichinakh medlennogo prorastaniya semyan pionov* [The reasons for the slow seed germination pions]. *Tr. GBS. Moscow, USSR Academy of Sciences*, 1951, T. 2, pp. 101-125
25. Buglova L.V., Kuznetsova O.V., Nekrashevich Ya.G. *Biologicheskie osobennosti semyan nekotorykh vidov Trollius L. i Paeonia L.* [Biological features of the seeds of some species Trollius L. i Paeonia L.] *Uchenye zapiski Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientists notes the Trans-Baikal State University. Series: Science], 2011. Iss. 1. pp. 151-157.
26. Ivanova I.A. *Biologiya prorastaniya semyan s nedorazvitym zarodyshem* [Biology seed germination with underdeveloped fetus]. *Voprosy biologii semennogo razmnzheniya. (Uch. zapiski)* [Questions seed breeding biology. (Ouch. Note)]. Ulyanovsk, 1968, T. 23, Iss. 3, pp. 182-187.
27. Ignat'eva I.P. *Ontogeneticheskiy morfogenez vegetativnykh organov pionov uklonyayushchegosya (Paeonia anomala L.)* [Ontogenetic morphogenesis vegetative organs peony (Paeonia anomala L.)]. *Izv. TSKhA* [Math. TAA], 1995. Vol. 4. pp. 108-134.
28. JING Xin-Ming and ZHENG Guang-Hua. *The Characteristics and Dormancy of Four Wild Species of Tree Peonies and Their Bearing on Endangerment*. *Acta Phytophysiological Sinica*, 1999, 25 (3), pp. 214-221.
29. *Ligniny* [Lignans]. Moscow: Forest Industry, 1975. 632 p.
30. Azarov V.I., Burov A.V., Obolenskaya A.V. *Khimiya drevesiny i sinteticheskikh polimerov: uchebnik dlya vuzov* [Wood Chemistry and synthetic polymers: a textbook for high schools]. St. Petersburg: SPbLTA, 1999. 628 p.
31. Nikitin V.M., Obolenskaya A.V., Shchegolev V.P. *Khimiya drevesiny i tsellyulozy* [Chemistry of wood and cellulose]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1978. 368 p.