

УДК 582.916.16:581.3:582.4

ХАРАКТЕРИСТИКА И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН *JASMINUM FRUTICANS* L. (OLEACEAE)

Кузьмина Т. Н.

**ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,
Ялта, Республика Крым, Россия
E-mail: tnkuzmina@rambler.ru**

В статье представлены результаты исследования жизнеспособности семян гетеростильного кустарника флоры Крыма *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae). Показано, что семя *Jasminum fruticans* содержит крупный зародыш, который дифференцирован на две семядоли, апикальную меристему, гипокотиль–корневую ось и корешок. Клетки эндосперма несколькими слоями окружают зародыш. Семенная кожура образована сочной оболочкой (саркотестой) и склеротестой, создающей механическую защиту зародыша. Показано, что семена обладают высокой всхожестью (50–70 %) в период с ноября по январь. Наилучшие показатели жизнеспособности отмечены у семян, собранных в декабре. Флоральная форма материнского растения не оказывает статистически значимого влияния на всхожесть семян. Установлено, что удаление саркотесты повышает шансы образования всходов в 10,36 раз (95 % ДИ: 5,70–18,92). Лабораторная всхожесть повышается в условиях естественного освещения, по сравнению вариантом, когда семена проращивают в темноте. В статье обсуждается влияние факторов, стимулирующих или тормозящих прорастание семян, а также адаптивное значение периода покоя семян в репродуктивной стратегии вида.

Ключевые слова: семя, всхожесть, период покоя, семенная кожура, саркотеста, гетеростилия, *Jasminum*, *Oleaceae*.

ВВЕДЕНИЕ

Jasminum fruticans L. – гетеростильный кустарник из семейства Oleaceae Hoffmanns & Link, который распространен в естественной флоре Средиземноморья, Средней и Атлантической Европе, Средней Азии и Кавказе. В Крыму вид произрастает в горных районах на высоте 100 до 500 м н. у. м., предпочитая светлые леса и сухие склоны [1, 2]. Для *J. fruticans*, как и других представителей данного рода, типична гетеростилия, выражающаяся в диморфизме цветков [3, 4]. Семенное возобновление для этого вида является основным [1]. Известно, что всхожесть семян *J. fruticans* после трехмесячной стратификации при низких положительных температурах (+2...4 °C) составляет около 86 % [5–7], что типично при физиологическом типе покоя. В ряде случаев физиологический покой прерывается не только стратификацией, но и скарификацией или полным удалением семенной кожуры [8]. Однако в литературных источниках отсутствуют данные о влиянии семенной кожуры у *J. fruticans* на всхожесть семян. Кроме того, нет достоверных сведений о влиянии флоральных форм материнского растения на всхожесть семян гетеростильных видов, в том числе и *J. fruticans*. А учитывая, что плоды у этого

растения сохраняются на материнском растении в течение всей зимы, остается открытым вопрос о периоде их физиологической зрелости.

Таким образом, целью данного исследования было определение жизнеспособности семян различных сроков сбора, а также влияния семенной кожуры и освещения на всхожесть семян *J. fruticans* с учетом флоральной формы материнского растения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Плоды со зрелыми семенами *J. fruticans* собирали ежемесячно с растений длинно- и короткостолбчатой форм в период с сентября по март в 2018–2019 гг. Постоянные препараты семян *J. fruticans* выполнены по общепринятой методике гистологических исследований [9]. Материал фиксировали в смеси FAA (formalin : acetic acid : alcohol 70 % – 7:7:100). Последующее обезвоживание материала проводили изопропиловым спиртом [10]. Инфильтрация объектов парафином занимала 7 суток. Парафиновые срезы делали на микротоме RMD-3000 (Россия). Постоянные препараты окрашивали гематоксилином с подкраской алциановым синим [11]. Для анализа гистологических препаратов использовали микроскопы Jeneval (Carl Zeiss, Германия) и AxioScop A1. (Carl Zeiss, Германия). Микрофотографии получены с помощью системы анализа изображения AxioCamERc5s (Carl Zeiss, Германия) и программного приложения AxioVision Rel. 4.8.2.

Для определения периода физиологической зрелости семян *J. fruticans* собирали и закладывали на проращивание ежемесячно в период с сентября по март. У части семян удаляли саркотесту. Семена помещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу по 20 штук в трехкратной повторности, с учетом флоральной формы материнского растения. Для определения влияния освещения чашки Петри с высевными семенами помещали в темные ящики, другая часть высевных семян оставалась на свету в лабораторных условиях. Семена считали проросшими, если проросток имел семядольные листья и корешок, равный или превышающий размер семени. Количество проросших семян регистрировали еженедельно в течение 3 месяцев. Расчет 95 % доверительных интервалов для долей по методу Уилсона проводили с помощью онлайн-калькулятора (<http://vassarstats.net/prop1.html>). Выявления межгрупповых различий всхожести семян длинно- и короткостолбчатых растений, а также влияния саркотесты и освещения на всхожесть осуществляли с помощью критерия χ^2 Пирсона, используя программное приложение Statistica 10.0 (StatSoft. Ins., США). Для оценки связи между факторами использовали логлинейный анализ [12]. Статически значимыми приняты различия при $p < 0,05$. Продолжительность светового дня определяли на основании данных сайта <http://dateandtime.info>.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зрелые плоды у *J. fruticans*, как правило, димерные, но встречаются и мономерные в случае, если развитие получают семязачатки только в одной карпелли. В каждой карпелли развивается не более 2 семян. К концу лета семена содержат

зрелый зародыш, дифференцированный на корешок, семядоли и укороченную гипокотиллярную область (рис. 1, А), который окружен слоями уплощенных клеток эндосперма, непосредственно примыкающих к семенной кожуре (рис. 1, Б). Семенная кожура представлена сочной саркотестой, клеточный сок которых имеет розовую окраску. Внутренние слои семенной оболочки сформированы клетками склеротесты (рис. 1, Б). Начиная с сентября, плоды *J. fruticans* приобретают характерную для видов рода *Jasminum* L. черную окраску за счет накопления в клетках экзокарпия темного пигмента [13]. В течение всей зимы плоды сохраняются на растении. Массовая диссеминация происходит в феврале. К этому моменту перикарпий и семенная оболочка, как правило, высыхают.

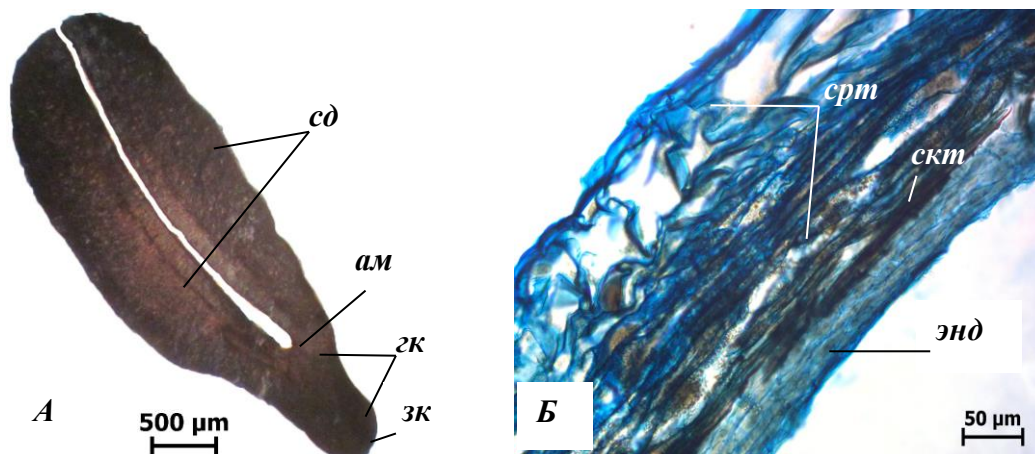


Рис. 1. Продольный срез зрелого зародыша *J. fruticans* (А) и фрагмент семенной кожуры (Б) (ам – апикальная меристема; зк – зародышевый корень; гк – гипокотиль – корневая ось; сд – семядоли; скт – склеротеста; срт – саркотеста; энд – эндосперм).

В целом, всхожесть семян *J. fruticans*, собранных в период с ноября по январь, не превышает 20 %. При удалении саркотесты в зависимости от времени сбора семян всхожесть повышается до 50–70 %. Наилучшие показатели жизнеспособности были отмечены при сборе и посеве семян в декабре, когда всходы дали 70 % семян (95 % ДИ: 58–80 %) (табл. 1). При этом не выявлено статистически значимой разницы между жизнеспособностью семян длинно- и короткостолбчатых растений ($\chi^2=0,13$, $df=1$, $p=0,7187$).

Образование всходов при высевании семян, собранных в декабре года их генерации, при удалении саркотесты, как в условиях освещенности, так и в темноте, отмечалось через 21 сутки после закладки опыта, но максимального значения он достигал, как правило, на 35 сутки. В тоже время, при проращивании семян в темноте максимальная всхожесть отмечена на 63 сутки (9 неделя). При этом семена с саркотестой на свету начинали прорастать на 28 сутки, а в темноте они не прорастали (рис. 2).

Таблица 1
Всхожесть семян растений длинно- (L-форма) и короткостолбчатой (S-форма) флоральных форм *J. fruticans* 2018 года генерации в зависимости от периода сбора/посева, наличия саркотесты и освещения (n=60)

Месяц сбора и закладки опыта	Наличие саркотесты	Освещение	L-форма			S-форма		
			Всхожесть, %	Нижний предел 95% ДИ	Верхний предел 95% ДИ	Всхожесть, %	Нижний предел 95% ДИ	Верхний предел 95% ДИ
Сентябрь	1	1	0			0		
		2	0			0		
	2	1	3,33	0,92	1,14	0		
		2	1,67	0,30	8,86	0		
Октябрь	1	1	0			0		
		2	0			0		
	2	1	20,00	11,83	31,78	20,00	11,83	31,78
		2	20,00	11,83	31,78	18,33	10,56	29,92
Ноябрь	1	1	0			0		
		2	0			0		
	2	1	35,00	24,17	47,64	36,67	25,62	49,32
		2	25,00	15,78	37,23	28,33	18,5	40,76
Декабрь	1	1	20,00	11,83	31,78	17,00	9,32	28,04
		2	0			0		
	2	1	70,00	57,49	80,10	70,00	57,49	80,10
		2	40,00	28,57	52,63	50,00	37,74	62,26
Январь	1	1	20,00	11,83	31,78	20,00	11,83	31,78
		2	0			0		
	2	1	60,00	47,37	71,43	20,00	11,83	31,78
		2	20,00	11,83	31,78	30,00	19,9	42,51
Февраль	1	1	0			0		
		2	0			0		
	2	1	38,33	27,09	50,98	41,67	30,07	54,28
		2	5,00	1,71	13,70	15,00	8,1	26,11
Март	1	1	0			0		
		2	0			0		
	2	1	0			0		
		2	0			0		

Примечание: в столбце «Наличие саркотесты»: 1 – семена с саркотестой; 2 – семена без саркотесты; в графе «Освещение»: 1 – проращивание при естественном освещении; 2 – проращивание в темноте.

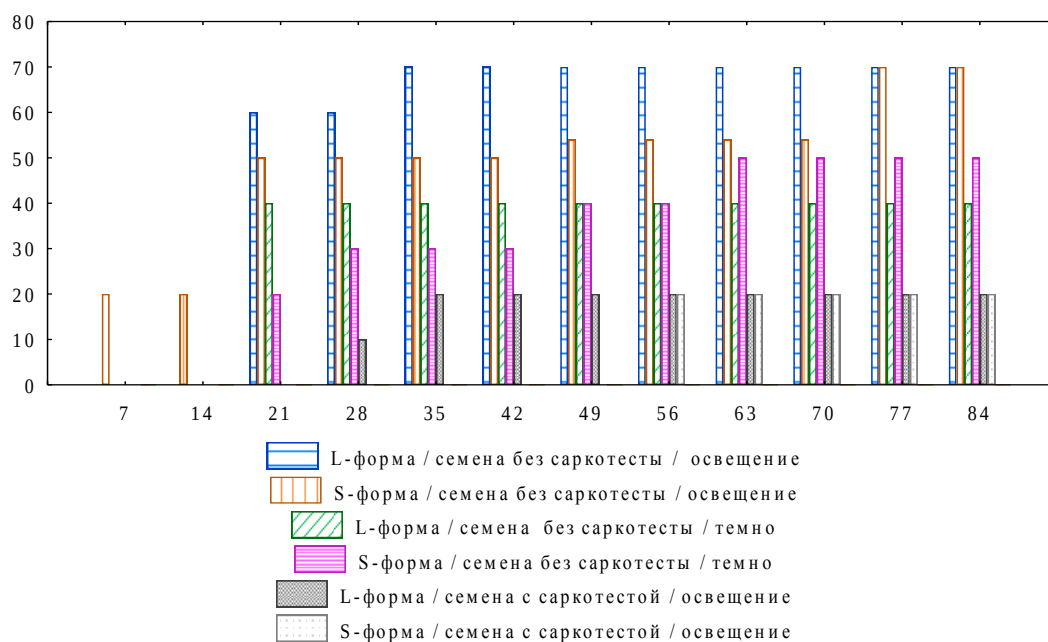


Рис. 2. Динамика всхожести семян, собранных в декабре 2018 года, у длинно- (L-форма) и короткостолбчатых (S-форма) растений *J. fruticans* при различных условиях проращивания. По оси абсцисс – сутки после закладки опыты; по оси ординат – всхожесть, %.

Показано, что у семян, собранных в декабре, в случае удаления саркотесты при проращивании их на свету статистически повышаются шансы образования всходов в 10,36 раза (95 % ДИ: 5,70–18,92) по сравнению с семенами с полноценной семенной кожурой. В темноте общая доля проросших семян без саркотесты составила 40–50 %.

В целом, проращивание семян *J. fruticans* в условиях естественного освещения статистически ($\chi^2=15,35$, $df=1$, $p=0,0001$) повышает шансы их прорастания в 2,8 раза (95 % ДИ: 1,64–4,76), чем в темноте.

Таким образом, семена *J. fruticans* независимо от флоральной формы материнского растения обладают всхожестью в период с ноября по январь, при этом оптимальным сроком сбора семян *J. fruticans* являлся декабрь года их генерации. Трехфакторная модель, включающая месяц сбора/посева, наличие саркотесты и характеристику освещения в период проращивания семян, объясняет наблюдаемые частоты и является оптимальной для оценки взаимодействий между переменными (χ^2 максимального правдоподобия = 33,76, $p=0,08907$; χ^2 Пирсона = 32,386, $p=0,11771$). Следовательно, прорастание семян *J. fruticans* связано с факторами, которыми являются месяц их сбора и посева, состояние саркотесты и освещение.

Ингибирующее влияние саркотесты на образование проростков было отмечено для представителей родов *Magnolia* L. [14], *Punica* L. [15, 16] и *Ginkgo biloba* L. [17]. В настоящее время механизмы ингибирующего воздействия семенной кожуры, и в частности саркотесты, точно не установлены. Высказываются предположения, что семенная кожура оказывает тормозящее действие присутствием в ней ингибиторов, а также в результате затруднения вымывания ингибиторов, содержащихся в семени, создания вокруг зародыша неблагоприятного осмотического давления, затруднения поступления воды в семя и сильного ухудшения газообмена зародыша [8]. Известно, что ингибирующим действием обладают фенолы [8]. Высокое содержание фенольных соединений отмечено в саркотесте семян *Punica granatum* L. [18, 19], что может служить причиной их низкой всхожести при отсутствии старатификации и скарификации. Аналогичным ингибирующим действием обладает ариллус ряда видов, в частности у *Carica papaya* L. [20, 21], *Coffea arabica* L. [22] и *Passiflora alata* Curt. [23]. Martins C. M. с соавторами [24] показали, что экстракт веществ, содержащихся в ариллусе *Passiflora edulis* Sims., оказывает ингибирующее влияние на прорастание семян. Поскольку содержащиеся в нем ненасыщенные триглицериды, способны создавать барьер для поглощения воды, а присутствующие стероиды могут подействовать как гормоны и способны нарушать гормональный баланс, блокируя процесс прорастания.

Как правило, для того чтобы устранить задержку прорастания в естественных условиях, достаточно адсорбции ингибирующих веществ почвой. В ряде случаев тормозящее действие околоплодника преодолевается длительной стратификацией, способствующей разрушению семенной кожуры [8, 25]. В этом случае устранение физиологического механизма торможения может быть связано с процессами трансформации веществ, содержащихся в саркотесте, происходящими при низких температурах. Вероятно, именно эти процессы происходят при стратификации семян *J. fruticans* [5–7] и *P. granatum* [19], что приводит к их прорастанию. Учитывая, что плоды *J. fruticans* в течение осени и зимы сохраняются на материнском растении, они естественно в этот период подвергаются низкотемпературным воздействиям, что в конечном итоге приводит к устранению ингибирующего влияния саркотесты, создавая предпосылки для образования всходов в оптимальный по погодным условиям период. Также можно предположить более высокие показатели всхожести (около 86 %) семян *J. fruticans*, при высевании их в почву, отмеченные в работах Olmez Z. с соавторами [5, 6], по сравнению с данными лабораторной всхожести, полученными нами, что обусловлено адсорбционными веществами почвы в первом случае, за счет чего ингибирующее действие веществ, содержащихся в саркотесте, может существенно снижаться.

Реакция семян на свет является важным фактором, способным прервать состояние физиологического покоя семени. Как правило, светочувствительность проявляют семена с неглубоким физиологическим покоем. На этой стадии семена становятся чувствительны спектральному качеству света, его интенсивности и продолжительности светового дня, что в целом может служить сигналом для активизации фитохромов, изменению баланса фитогормонов, приводящим к росту

проростка [26]. При этом действие света может быть заменено холодной стратификацией, стимуляторами или повреждениями покровов [25]. В целом, светочувствительность семян является адаптацией к окружающей среде, свидетельствующей о сезонной приуроченности образования всходов. Для семян *J. fruticans* период оптимальной всхожести семян приурочен месяцам, когда длина светового дня не превышает 10 часов (ноябрь – январь) (<http://dateandtime.info>). Дальнейшее увеличение продолжительности светового дня, вероятно, служит сигналом для перехода семени в состояние вторичного покоя.

Таким образом, покой семян *J. fruticans*, главным образом, определяется физиологическим механизмом торможения, обусловленным свойствами семенной кожуры, оказывающей ингибирующее влияние на ростовые процессы зародыша, что, согласно классификаций Николаевой М. Г. [8] и Baskin J. M., Baskin C. C. [27], характерно для физиологического типа покоя.

Известно, что период покоя семян является адаптивным механизмом выживания вида. В естественной среде период покоя, как правило, сопряжен с определенным сезоном, характеризующимся совокупностью абиотических факторов, под воздействием которых в семени происходят морфологические и физиологические процессы в конечном итоге, оказывающие стимулирующее воздействие и снимающие блок торможения [26, 28]. У *J. fruticans* семена достигают морфологической зрелости к концу лета, а в течение осени происходят процессы их физиологического дозревания. В период с ноября по январь зародыш физиологически зрелый и в случае снятия блока торможения способен к росту и развитию проростка. Основную роль в реализации физиологического механизма торможения прорастания играет саркотеста, предотвращая преждевременное прорастание зародыша. Снятие блока торможения при стратификации может соответствовать естественным процессам трансформации веществ, содержащихся в саркотесте, которые протекают при пониженных температурах в течение осени и зимы, или вымыванием и адсорбцией почвой веществ, ингибирующих прорастание. Весной семена переходят в состояние вторичного покоя, что предотвращает образование проростков в весенне-летний сезон и создает почвенный семенной банк.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зрелые семена *J. fruticans* содержат зародыш, дифференцированный на две семядоли, апикальную меристему, гипокотиль и корешок. Семенная кожура образована саркотестой, представляющей собой сочный слой семенной кожуры, и слоями склерифицированными клетками склеротесты.

Установлено, что на всхожесть семян *J. fruticans* не влияет флоральная форма материнского растения. Доля проросших семян связана с периодом их сбора и посева, наличием или отсутствием саркотесты и условиями освещения в период их проращивания. Семена, собранные и высеянные в период с длиной светового дня не более 10 часов (с ноября по январь), успешно прорастают при удалении саркотесты и проращивании их на свету. Наибольший процент всходов (70 %) при данных условиях отмечен при сборе семян в декабре. Показано, что удаление саркотесты в 10,36 раза (95 % ДИ: 5,70–18,92) раз повышает шансы прорастания семени.

Проращивание семян *J. fruticans* на свету в указанный период в 2,8 раза (95 % ДИ: 1,64–4,76) повышает шансы образования всходов. Показано, что, как правило, всхожесть достигает своего максимального значения на 35 сутки после посева.

В целом, учитывая, что период покоя семян является адаптивным механизмом для выживания вида, и сопряжен с определенными факторами, оказывающими стимулирующее прорастание семени, то можно предположить, что для семян *J. fruticans* характерен физиологический механизм торможения, имеющий сезонную приуроченность.

Список литературы

1. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма / В. Н. Голубев. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.
2. Дикорастущие полезные растения Крыма (краткий справочник) / ред. Н. И. Рубцов. – Ялта, 1971. – 278 с.
3. Thompson J. D. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum fruticans* / J. D. Thompson, B. Dommée // New Phytol. – 2000. – Vol. 148. – P. 303–314.
4. Кузьмина Т. Н. Диморфизм цветков *Jasminum fruticans* L. / Т. Н. Кузьмина // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2017. – Vol. 3. – P. 233–239.
5. Olmez Z. Effects of some pretreatments on seed germination of nine different drought-tolerant shrubs / Z. Olmez, A. Gokturk, F. Temel // Seed Sci. & Technol. – 2007. – V. 35. – P. 75–87.
6. Olmez Z. Effect of cold stratification treatments on germination of drought tolerant shrubs seeds / Z. Olmez, F. Temel, A. Gokturk, Z. Yahyaoglu // Journal of Environmental Biology. – 2007. – Vol. 28, No 2. – P. 447–453.
7. Pipinis E. The effect of stratification on seed germination of *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae): a contribution to a better insight on the species germination ecology / E. Pipinis, E. Milios, M. Aslanidou, O. Mavrokordopoulou, P. Smiris // International Journal of Botany. – 2009 – Vol. 5, No 2. – P. 181–185.
8. Николаева М. Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева, М. В. Разумова, В. Н. Гладкова, М. Ф. Данилова (отв. ред.). – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
9. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Колос, 1990. – 283 с.
10. Кузьмина Т. Н. Генезис микроспорангия *Jasminum officinale* L. (Oleaceae) / Т. Н. Кузьмина // Бюлл. Гос. Никит. бот. сада. – 2017. – Вып. 124. – С. 103–109.
11. Жинкина Н. А. К методике окраски эмбриологических препаратов / Н. А. Жинкина, О. Н. Воронова // Бот. журн. – 2000. – Т. 85, № 6. – С. 168–171.
12. Гашев С. Н. Математические методы в биологии. Анализ биологических данных в системе Statistica / С. Н. Гашев., Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 208 с.
13. Филоненко А. В. Морфология плодов и анатомия перикарпия *Jasminum azoricum* L. (Oleaceae) / А. В. Филоненко, А. П. Меликян // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених. – Київ, 2008 – С. 263–264.
14. Палагеча Р. М. Интродукция, размножения, акклиматизация та впровадження магнолій в озеленення / Р. М. Палагеча // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 102. – С. 80–86.
15. Osipi E. A. F. Sarcotesta removal methods and GA3 treatment on germination of *Punica granatum* L. seeds / E. A. F. Osipi, D. U. de Carvalho, M. A. da Cruz [et al.] // Biotemas. – 2018. – Vol. 31, No 2. – P. 1–8.
16. Carvalho D. U. Germination of pomegranate seeds under sarcotesta extraction methods and drying / D. U. de Carvalho, M. A. da Cruz, E. A. F. Osipi [et al.] // Journal of Agricultural Science. – 2017. – Vol. 9, No. 10. – P. 198–204.
17. Del Tredici P. The phenology of sexual reproduction in *Ginkgo biloba*: Ecological and evolutionary implications / P. Del Tredici // The Botanical Review. – 2007. – Vol. 73, No 4. – P. 267–278.
18. Deepika R. In vitro regeneration of *Punica granatum* L. plants from different juvenile explants / R. Deepika, K. Kanwar // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Skierniewice. – 2010. – Vol. 18, No 1. – P. 5–22.

19. Fernandes L. Physicochemical changes and antioxidant activity of juice, skin, pellicle and seed of pomegranate (cv. Mollar de Elche) at different stages of ripening / L. Fernandes, J. A. C. Pereira, I. López-Cortés, D. M. Salazar, E. C. D. Ramalhosa // Food Technol. Biotechnol. – 2015. – Vol. 53, No 4. – P. 397–406.
20. Gherardi E. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. / E. Gherardi, I. F. M. Valio // Journal of Horticultural Science. – 1976. – Vol. 51. – P. 1–14.
21. Jesus V. A. M. Sodium hypochlorite for removal of the sarcotesta from newly extracted and stored papaya seeds / V. A. M. de Jesus, E. F. Araújo, F. L. Santos, L. A. dos Santos Dias, R. F. de Silva // Journal of Seed Science. – 2016. – Vol. 38, No 4. – P. 358–364.
22. Dias M. C. L. L. Avaliação de métodos de remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). / M. C. L. L. Dias, A. S. R. Barros // Revista Brasileira de Sementes. – 1993. – Vol. 15, No. 2. – P. 191–195.
23. Ferreira G. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina / G. Ferreira, A. de Oliveira, J. D. Rodrigues, G. B. Dias, A. M. Detoni, S. M. Tesser, A. M. Antunes // Revista Brasileira de Fruticultura. – 2005. – Vol. 27, No. 2. – P. 277–280.
24. Martins C. M. Prospecção fitoquímica do arilo de sementes de maracujá-amarelo e influência em germinação de sementes. / C. M. Martins, M. A. S. Vasconcellos, C. A. V. Rossetto, M. G. Carvalho // Ciência Rural. – 2010. – Vol. 40, No 9. – P. 1934–1940.
25. Николаева М. Г. Покой семян и факторы, его контролирующие / М. Г. Николаева // Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. – М. : Колос, 1982. – С. 72–96.
26. Footitt S. Dormancy and Control of Seed Germination / S. Footitt, W. E. Finch-Savage, S. Clemens [eds.] // Plant Physiology and Function. The Plant Sciences. – 2017. – Vol. 6. – P. 1–30.
27. Baskin J. M. A classification system for seed dormancy / J. M. Baskin, C. C. Baskin // Seed Science Research – 2004. – Vol. 14. – P. 1–16.
28. Finch-Savage W. E. Seed dormancy and the control of germination / W. E. Finch-Savage, G. Leubner-Metzger // New Phytologist. – 2006. – Vol. 171. – P. 501–523.

CHARACTERIZATION AND SEED GERMINATION OF *JASMINUM* *FRUTICANS* L. (OLEACEAE)

Kuzmina T. N.

*Federal State-Funded Institution of Science "The Order of the Red Banner Nikita Botanical Gardens
– National Scientific Center of RAS", Yalta, Crimea, Russian Federation
E-mail: tnkuzmina@rambler.ru*

The article presents the results of a study of germination of seeds of *Jasminum fruticans* L. – heterostyled species from the family Oleaceae. The shrub is represented by individuals of two floral forms: long-styled and short-styled. In the Crimea the plant grows in mountainous areas at an altitude of 100 to 500 m ASL. It prefers light forests and dry slopes. Fruits and seeds of *J. fruticans* begin to mature in September. The fruits remain on the plant until the end of winter. Seeds have a differentiated embryo. The embryo is formed by two cotyledons, apical meristem, short hypocotyl-root axis and embryonic root. Cellular endosperm surrounds the embryo. It is represented by several rows of cells. Seed coat consist of juicy sarcotesta and multiple cell layers of sclerotesta. The floral form of the parent plant does not affect the seeds germination of *J. fruticans*. Seeds germinate from November to February. The largest share (70 %) of seedlings was

noted in December. Seeds begin to germinate on 21 days after sowing. The formation of seedling may last for up to 63 days. The maximum value of germination reaches in 35 days. Removal of sarcotesta increases the chances of the formation of seedling by 10.36 time (95 % CI: 5.70–18.92). Germination of seeds under lighting increases the chances of laboratory germination by 2.8 times (95 % CI: 1.64–4.76). Log-linear analysis showed that the main factors involved in the germination of seeds of *J. fruticans*, were the time of harvest and sowing, the presence of sarcotesta and lighting. Dormancy of seeds *J. fruticans* has a seasonal frequency and is determined by the physiological mechanism of inhibition, due to the properties of the seed peel, which has an inhibitory effect on the growth process of the embryo, which is characteristic of the physiological dormancy.

Keywords: seed, germination, dormancy, seed coat, sarcotesta, heterostyly, *Jasminum*, *Oleaceae*.

References

1. Golubev W. N. *Biological flora of the Crimea*, 126 p. (Yalta, 1996).
2. *Wild plants useful Crimea* (quick reference), 278 p. (Yalta, 1971).
3. Thompson J. D. and Dommée B. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum*, *New Phytol.* **148**, 303 (2000).
4. Kuzmina T. N. The dimorphism of flower of *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae), *Bulletin of Perm university. Biology*, **3**, 233 (2017).
5. Olmez Z., Gokturk A. and Temel F. Effects of some pretreatments on seed germination of nine different drought-tolerant shrubs, *Seed Sci. & Technol.* **35**, 75 (2007).
6. Olmez Z., Temel F., Gokturk A. and Yahyaoglu Z. Effect of cold stratification treatments on germination of drought tolerant shrubs seeds, *Journal of Environmental Biology*, **28**, 2, 447 (2007).
7. Pipinis E., Milios E., Aslanidou M., Mavrokordopoulou O. and Smiris P. The effect of stratification on seed germination of *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae): a contribution to a better insight on the species germination ecology, *International Journal of Botany*, **5**, 2, 181 (2009).
8. Nikolaeva N. G., Razumova N. V., Gladkova V. N. and Danilova M. F. *Guide to germination of dormant seeds*, 347 p. (Science, Leningrad, 1985).
9. Pausheva Z. P. *Practical work on plant cytology*, 283 p. (Kolos, Moscow, 1990).
10. Kuzmina T. N. Genesis of microsporangium of *Jasminum officinale* L. (Oleaceae), *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.*, **124**, 103 (2017).
11. Zhinkina N. A. and Voronova O. N. On staining technique of embryological, *Botanical journal*, **85**, 6, 168 (2000).
12. Gashev S. N., Betliaeva F. H. and Lupinos M. Y. Mathematical methods in biology. Analysis of biological data in Statistica, 208 p. (Yurayt Publishing House, Moscow, 2018).
13. Filonenko A. V. and Melikyan A. P. Morphology and fruit anatomy pericope *Jasminum azoricum* L. (Oleaceae). *Actual problems of botany and ecology. Proceedings of the international conference of young scientists* (Kiev, 2008), p. 263.
14. Palagecha R. N. Introduction, breeding, acclimatization and introduction of magnolia trees in landscaping, *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.*, **102**, 80 (2011).
15. Osipi E. A. F., Carvalho D. U. de, Cruz M. A. da, Osipe J. B., Cossa C. A. and Sorace M. A. Sarcotesta removal methods and GA3 treatment on germination of *Punica granatum* L. seeds, *Biotemas*. **31**, 2, 1 (2018).
16. Carvalho D. U. de, Cruz M. A. da, Osipi E. A. F., Osipe J. B., Colombo R. C., Marinho J. L., Sorace M. A. F. and Cossa C. A. Germination of pomegranate seeds under sarcotesta extraction methods and drying, *Journal of Agricultural Science*, **9**, 10, 198 (2017).
17. Del Tredici P. The phenology of sexual reproduction in *Ginkgo biloba*: Ecological and evolutionary implications, *The Botanical Review*, **73**, 4, 267 (2007).

18. Deepika R. and Kanwar K. In vitro regeneration of *Punica granatum* L. plants from different juvenile explants, *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Skierniewice*, **18**, 1, 5 (2010).
19. Fernandes L., Pereira J. A. C., López-Cortés I., Salazar D. M. and Ramalhosa E. C. D. Physicochemical changes and antioxidant activity of juice, skin, pellicle and seed of pomegranate (cv. Mollar de Elche) at Different Stages of Ripening, *Food Technol. Biotechnol.*, **53**, 4, 397 (2015).
20. Gherardi E. and Valio I. F. M. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L., *Journal of Horticultural Science*, **51**, 1 (1976).
21. Jesus V. A. M. de, Araújo E. F., Santos F. L., Santos Dias L. A. dos and Silva R. F. de. Sodium hypochlorite for removal of the sarcotesta from newly extracted and stored papaya seeds, *Journal of Seed Science*, **38**, 4, 358 (2016).
22. Dias M. C. L. L. and Barros A. S. R. Avaliação de métodos de remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.), *Revista Brasileira de Sementes*, **15**, 2, 191 (1993).
23. Ferreira G., Oliveira A. de, Rodrigues J. D., Dias G. B., Detoni A. M., Tesser S. M. and Antunes A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina, *Revista Brasileira de Fruticultura*, **27**, 2, 277 (2005).
24. Martins C. M., Vasconcellos M. A. S., Rossetto C. A. V. and Carvalho M. G. Phytochemical prospecting for aril of yellow passion fruit seeds and influence on seed germination, *Ciência Rural*, **40**, 9, 1934 (2010).
25. Nikolaeva M. G. Seed dormancy and factors controlling it, *Physiology and biochemistry of rest and germination of seeds*, 72 (Moscow : Kolos, 1982).
26. Footitt S., Finch-Savage W.E. and Clemens S. Dormancy and Control of Seed Germination, *Plant Physiology and Function. The Plant Sciences*, **6**, 1 (2017).
27. Baskin J. M. and Baskin C. C. A classification system for seed dormancy, *Seed Science Research*, **14**, 1 (2004).
28. Finch-Savage W. E. and Leubner-Metzger G. Seed dormancy and the control of Germination, *New Phytologist.*, **171**, 501 (2006).