

УДК 581.48 : 581.49 : 631.531 (470.44)

**ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРОДУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
HEDYSARUM GRANDIFLORUM (FABACEAE)
В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

М. В. Лаврентьев

Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
E-mail: MihailLavrentev@yandex.ru

Поступила в редакцию: 12.09 2016 г.

Характеристика репродуктивных особенностей *Hedysarum grandiflorum* (Fabaceae) в южной части Приволжской возвышенности. – Лаврентьев М. В. – В полевые сезоны 2007–2014 гг. были проведены исследования репродуктивной сферы особей копеечника крупноцветкового, произрастающих в пределах южной части Приволжской возвышенности в административных границах Саратовской области. Изучены особенности, изменчивость и фитоценотическая пластичность внешних морфологических признаков пылевых зёрен, плодов и семян копеечника. Определена потенциальная и реальная семенная продуктивность. Выявлена оптимальная температура прорастания семян и зависимость всхожести и энергии прорастания семян от срока хранения. Показано, что всхожесть и энергия прорастания семян невысокие и быстро снижаются с годами хранения, при этом их скарификация позволяет увеличить эти показатели. Отмечено, что относительно низкая всхожесть исследованных семян нивелируется достаточно высокой продуктивностью особей в целом. Даны рекомендации к интродукции копеечника.

Ключевые слова: *Hedysarum grandiflorum* Pall., Саратовская область, Приволжская возвышенность, пыльца, семена, плоды, семенное размножение, прорастание семян.

Characteristics of reproductive features *Hedysarum grandiflorum* (Fabaceae) in southern of the Volga Uplands – Lavrentiev M. V. – In field seasons 2007–2014 studies have been conducted reproductive scope *Hedysarum grandiflorum* which grows in the southern of the Volga Upland within the administrative borders of the Saratov region. The features, variability and the plasticity of phyto-cenotic external morphological characters of pollen, fruits and seeds of sweet-vetch are studied. Potential and real seed productivity are identified. The optimal temperature of sprouting of seeds and the dependence of sprouting and energy of sprouting of seeds from the keeping period are detected. It is shown that the germinating ability and germinating energy of seeds is not high and quickly decrease with years of storage, while their scarification can increase these figures. Noted

that the relatively low germinating ability of the studied seeds is offset by enough high productivity of individuals. Recommendations for the introduction of sweet-vetch are given.

Keywords: *Hedysarum grandiflorum* Pall., Saratov region, Volga Upland, pollen, seeds, fruit, seed propagation, seed sprouting.

Важнейшим элементом биологии вида является репродуктивная биология. Без знаний о репродукции невозможно решение таких важных задач, как прогнозирование состояния, восстановление естественных и создание искусственных ценопопуляций и популяций видов растений, особенно редких и охраняемых (Биоразнообразие..., 2011). В их число входит копеечник крупноцветковый (*Hedysarum grandiflorum* Pall.) – кальцефильный многолетний стержнекорневой каудексовый поликарпик, занесённый в Красные книги Российской Федерации (2008) и Саратовской области (2006) с категорией 3 и статусом редкий вид.

В литературе приводится мало сведений о характеристике репродукции копеечника крупноцветкового (Кузнецова, 2008; Лаврентьев, Степанов, 2009; Ильина, 2013). Необходимость исследования определялась, кроме того, разнообразием и особенностями местообитаний копеечника в районе исследования (сложность рельефа, пестрота почв и почвообразующих пород, засушливость климата с известной степенью континентальности, изменчивость погоды от года к году и др.).

Целью данной работы являлась характеристика репродуктивных особенностей копеечника крупноцветкового в южной части Приволжской возвышенности. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: дать характеристику пыльцы; охарактеризовать плоды и семена; изучить семенное размножение копеечника крупноцветкового.

Материал и методика

Объектами исследования были пыльца, плоды и семена растений из 23 ценопопуляций копеечника крупноцветкового (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), произрастающих в южной части Приволжской возвышенности в местообитаниях с различными экологическими условиями. Исследование проводилось в полевые сезоны 2007–2014 годов.

Для изучения строения и скульптуры пыльцевых зёрен проводилась химическая обработка пыльцы и центрифугирование по методу

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ *HEDYSARUM GRANDIFLORUM*

Г. Эрдтмана (Чигуряева и др., 1987), после чего готовились желатино-глицериновые и глицериновые препараты. Для определения размеров пыльцевых зёрен и их структур использовались винтовой окулярный микрометр МОВ-1-15 и микроскоп МБИ-15 с иммерсионным объективом.

Обработка плодов и семян, взвешивание и описание их внешней морфологии проводились по общепринятой схеме (Шилова и др., 2007). Измерения плодов и семян осуществлялись с применением штангенциркуля. Проращивание семян осуществлялось в темноте в 2-х повторностях в чашках Петри, по 100 семян в каждой. Скарификация проводилась непосредственно перед посевом, так как прошедшие такую обработку семена плохо хранятся вследствие нарушения структуры оболочки. Энергия прорастания семян исследованного вида учитывалась за первые 7 дней. Абсолютная всхожесть выявлялась в течение 28 дней.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась общепринятыми методами с применением интегрированной системы «Statistica» версии 6.0 и Microsoft Office Excel 2003.

Результаты и их обсуждение

Пыльцевые зёрна *H. grandiflorum* одиночные, полярные, трёхлопастно-оровые, эллипсоидальные, в очертании с полюсов правильно-трёхлопастные, с экватора – эллиптические (рис. 1).

Борозды ровные, почти равны длине зерна. Экзина в областях мезокольпиума сглажено-мелкобугорчатая. Сэкзина столбчатая. Цвет зерна жёлтый. По классификации Г. Эрдтмана (Чигуряева и др., 1987) пыльцевые зёрна имеют продолговатую форму и мелкие размеры (см. рис. 1). Поскольку различия между морфометрическими признаками пыльцевых зёрен копеечника изученных ценопопуляций незначительные, приводим только средние данные их (табл. 1).

Длина пыльцевых зёрен имеет очень низкий уровень изменчивости; диаметр зерна, толщина экзины у полюса и между борозд – низ-

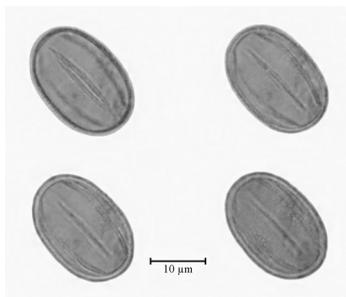


Рис. 1. Внешний вид пыльцевых зёрен *H. grandiflorum*

кий, а длина и толщина борозды – средний. Как видно из табл. 1 и рис. 1, длина и диаметр зёрен, имея наибольшие размеры, при этом наименее изменчивы и пластичны. Доля дефектных зёрен составляет в среднем около 7.6%.

Таблица 1
Морфометрические признаки пыльцевых зёрен *H. grandiflorum*

Признак	X±S _x , мкм	Lim		C _v , %	I _p , доли ед.
		min, мкм	max, мкм		
Длина	23.6 ± 0.4	21.9	26.4	6.1	0.17
Диаметр	15.2 ± 0.3	13.1	17.2	8.5	0.24
Толщина экзины у полюса	0.8 ± 0.1	0.7	0.9	8.1	0.22
Толщина экзины между борозд	1.0 ± 0.1	0.9	1.3	10.5	0.31
Длина борозды	17.0 ± 0.2	13.5	19.1	14.6	0.29
Толщина борозды	1.0 ± 0.1	0.6	1.2	21.1	0.50

Плоды копеечника крупноцветкового – бобы, изогнутые, чётко-видные, несколько выпуклые с боков, светло-зелёные с 1–6 члениками с перегородками между ними (рис. 2).

Средние морфометрические параметры бобов, в не сложенной гармошкой состоянии, даны в таблице 2.

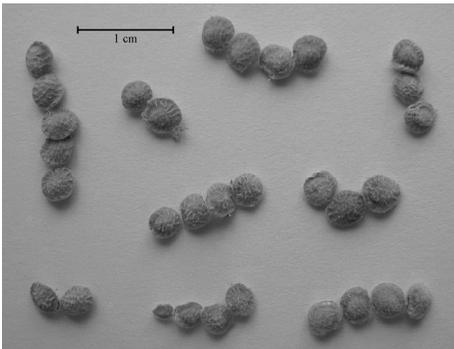


Рис. 2. Внешний вид плодов *H. grandiflorum*

Ширина бобов имеет низкий уровень изменчивости, толщина – средний, длина – повышенный. Фитоценотическая пластичность показателей при этом достаточно высокая, особенно у длины, что не удивительно, поскольку она сильно зависит от числа члеников в бобе. Членики его почти округлые, сильно сдавленные латерально, сетчато-ребристые, беловойлочные, покры-

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ *HEDYSARUM GRANDIFLORUM*

ты шипами с крючковой верхушкой. Такое строение члеников при разделении способствует анемохории, реже зоохории. Кроме того, явным признаком анемохории является не распадающийся после отцветания околоцветник. В среднем в одном бобе закладывается 4 членика, при этом среднее количество развитых семян равно 3. Семена имеют плоско-выпуклую почковидную форму и окрашены в коричневый или тёмно-коричневый цвет. Поверхность семян блестящая, имеет гладкую скульптуру, без опушения. Рубчиковый след округлой формы, беловатого цвета, в среднем около 0.15 мм в диаметре (рис. 3).

Таблица 2

Морфометрические признаки плодов *H. grandiflorum*

Признак	$X \pm S_x$, мм	Lim		C_v , %	I_p , доли ед.
		min, мм	max, мм		
Длина	14.9 ± 0.2	4.4	23.6	28.7	0.81
Ширина	3.6 ± 0.1	2.7	4.7	11.3	0.44
Толщина	2.6 ± 0.1	1.8	3.8	13.2	0.52

Различия между средними значениями морфометрических признаков семян копеечника изученных ценопопуляций незначительные, в связи с этим ниже приведены только усреднённые данные (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что длина и ширина семян имеют очень низкий уровень изменчивости, а толщина – высокий. Фитоценотическая пластичность показателей при этом также невысокая и повышается в ряду: ширина – длина – толщина семян. Средняя масса 1000 семян, по нашим наблюдениям, составляет 3.54 ± 0.12 грамма.

Вегетативно копеечник не размножается, так как приживаемость целого развитого растения очень низка, а части растения (каудикеры) – равна нулю (Ильина, 2013). Для оценки эффективности семенного размножения были проведены специальные эксперименты.

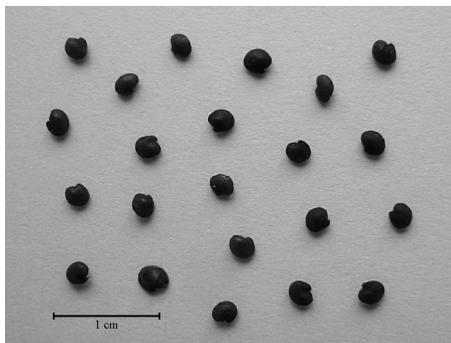


Рис. 3. Внешний вид семян *H. grandiflorum*

Таблица 3

Морфометрические признаки семян *H. grandiflorum*

Признак	$X \pm S_x$, мм	Lim		C_v , %	I_p , доли ед.
		min, мм	max, мм		
Длина	2.5 ± 0.1	2.1	3.1	6.9	0.27
Ширина	2.1 ± 0.1	1.9	2.4	4.4	0.20
Толщина	1.3 ± 0.1	0.9	1.5	9.2	0.36

Потенциальная семенная продуктивность изученных ценопопуляций в среднем равна 79 ± 2 семян на побег, а реальная – 51 ± 2 семян на побег. Соответственно, коэффициент продуктивности составляет 64.5%. При пересчёте потенциальная семенная продуктивность будет в среднем равна 442 семени на особь, а реальная – 286 семян на особь.

Для определения оптимальной температуры прорастания в лабораторных условиях было изучено влияние температуры на прорастание свежих нескарифицированных семян (табл. 4).

Таблица 4

Прорастание семян в зависимости от температуры *H. grandiflorum*

Температура, °С	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %
8.0	26.1	7.6
18.0	33.7	10.8
24.0	39.8	16.2
28.0	29.4	14.7
37.0	3.7	2.8

Из табл. 4 видно, что оптимальной для проращивания семян исследованного вида является температура около 24°С, поэтому она и использовалась в последующих экспериментах.

Семена копеечника крупноцветкового имеют твердую семенную кожуру, которая препятствует набуханию и прохождению кислорода. Большинство исследователей приходят к выводу, что твёрдосемянность в данном случае связана с органическим покоем (Попцов, 1976; Ильина, 2013).

Для преодоления твёрдосемянности был использован метод механической скарификации наждачной бумагой. Результаты прорастания после скарификации представлены в табл. 5.

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ *HEDYSARUM GRANDIFLORUM*

Как видно из табл. 5, всхожесть и энергия прорастания семян высокие и быстро снижаются с годами хранения. Их скарификация позволяет увеличить эти показатели. Скорее всего, зимний период нужен не для преодоления твёрдосемянности, а для разрушения боба и оболочки семени, и проникновения влаги сквозь них, что подтверждается опытами М. Н. Кузнецовой (2008). Относительно низкая всхожесть исследованных семян нивелируется достаточно высокой продуктивностью особей в целом (см. выше).

Таблица 5

Средние показатели прорастания семян *H. grandiflorum*

Срок хранения, годы	Контроль		Скарификация	
	всхожесть, %	энергия прорастания, %	всхожесть, %	энергия прорастания, %
0.0	39.8	16.2	61.1	23.7
0.5	33.4	10.5	39.4	12.8
1.5	25.3	5.5	32.3	8.3
2.5	11.6	2.7	16.4	3.7
3.5	4.7	1.1	6.1	2.5
4.5	1.1	0.2	2.0	1.0
5.5	0.0	0.0	0.5	0.2

Мнения исследователей по поводу возможности интродукции копеечника расходятся. Пересадка особей из естественных местообитаний не дала положительного результата из-за стержневого строения корневой системы копеечника и, как следствие, сильного повреждения её при пересадке (Ильина, 2013). Кроме того, копеечник достаточно стенобионтен и не может нормально адаптироваться в новых условиях.

Для изучения всхожести семян копеечника в природе осенью 2009 г. на базе Ботанического сада СГУ был проведён посев 300 семян в чернозёмную почву, мергель и мел. В апреле-июне 2010 г. появились всходы, и всхожесть по состоянию на июль составила 17, 9 и 3% на мергеле, мелу и чернозёме, соответственно. Развитие и прохождение онтогенетических состояний особями на всех делянках проходило быстрее, чем в естественной среде обитания. Быстрее и мощнее развивались особи на мергеле. Уже в мае 2010 г. 1% особей на мергеле достиг молодого генеративного состояния. На второй год после посева на площадке осталось 2% особей, т. к. остальные погибли.

Весной 2010 и 2012 гг. был заложен следующий эксперимент. Скарифицированные семена копеечника в числе 50 были посеяны в глубокий сосуд в смесь мергеля и мела. К лету, после первой посадки, возшло пять особей, которые достигли имматурного и виргинильного состояния и зимой погибли. После второго высева возшло три особи, и из них одна достигла молодого генеративного состояния, прожила полтора года, после чего погибла.

Выводы

На основании всего сказанного можно рекомендовать копеечник крупноцветковый к интродукции и селекции как декоративного растения и, возможно в перспективе, лекарственного, так как выявлена антибактериальная активность его водных экстрактов (Лаврентьев, 2013). Для интродукции необходимо использовать свежий посевной материал. Посев бобами осуществлять осенью, а семенами – весной при условии предпосевной скарификации. Пересадку ни из природы, ни искусственно выращенных особей не осуществлять по причине очень высокого процента вероятности гибели особей. В качестве грунта использовать смесь мергеля и карбонатных глин, можно с небольшим содержанием почвы. Осуществлять ежегодный дополнительный подсев, по причине низкой всхожести семян и ускорения онтогенеза при интродукции.

Список литературы

Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области: эколого-просветительская серия для населения: в 4 кн. Кн. 3. Растительность / В. А. Болдырев, С. А. Невский, О. Н. Давиденко и др.; под общ. ред. проф. В. А. Болдырева, проф. Г. В. Шляхтина. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. 240 с.

Ильина В. Н. Перспективы интродукции некоторых видов семейства бобовые в связи с особенностями начальных периодов онтогенеза // Самар. науч. вестн. 2013. № 3 (4). С. 44 – 47.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редкол.: Ю. П. Трутнев и др.; сост. Р. В. Камелин и др. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Г. В. Шляхтин [и др.]; Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратов. обл. Саратов: Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ *HEDYSARUM GRANDIFLORUM*

Кузнецова М. Н. Семенное воспроизведение копеечника крупноцветкового (*Hedysarum grandiflorum* Pall.) // Современные проблемы морфологии и репродуктивной биологии семенных растений: материалы междунар. конф., посвящ. памяти Р. Е. Левиной. Ульяновск: УлГПУ, 2008. С. 76 – 84.

Лаверентьев М. В. Антибактериальная активность водных экстрактов *Hedysarum grandiflorum* Pall. // Бюл. мед. интернет-конф., 2013. Т. 3, № 2. С. 379.

Лаверентьев М. В., Степанов М. В. Некоторые особенности биологии и экологии сообщества с участием *Hedysarum grandiflorum* Pall. в НП «Хвалынский» // Научные труды Национального парка «Хвалынский». Вып. 1. Саратов; Хвалынский: ИЦ «Научная книга», 2009. С. 52 – 58.

Попцов А. В. Биология твердосемянности. М.: Наука, 1976. 157 с.

Чигуряева А. А., Колоскова И. Г., Дайковский В. С. Учебно-методическое пособие по палинологии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1987. 128 с.

Шилова И. В., Панин А. В., Кашин А. С. и др. Методы интродукционного изучения лекарственных растений: учеб.-метод. пособие для студ. биол. фак. Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 45 с.