

УДК 581.524.342(1-925.16)

Т.В. Елисафенко

T.V. Elisafenko

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ВИДОВ РОДА *VIOLA* L. (*V. HIRTA* L. И *V. MIRABILIS* L.)

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON SEED GERMINATION SPECIES *VIOLA* L. (*V. HIRTA* L. AND *V. MIRABILIS* L.)

В статье представлены результаты изучения прорастания семян видов рода *Viola* L. (*V. hirta* L. и *V. mirabilis* L.) в зависимости от срока сбора семян, и продолжительности тепловой стратификации. Так же изучено влияние периода засухи на прорастание семян. Срок сбора семян *V. mirabilis* незначительно влияет на их формирование, но семена, собранные осенью, имели более высокую всхожесть. Для прорастания семян *V. hirta* и *V. mirabilis* необходим этап тепловой стратификации более 15 дней, с последующей холодной стратификацией более 45 дней. Влияние засухи на прорастания семян видоспецифично. Для *V. hirta* отмечено, что после периода засухи период прорастания семян был короче. Семена *V. mirabilis* проявили индифферентное отношение к периоду засухи.

Род *Viola* L. – единственный род из семейства *Violaceae*, являющийся космополитом. Его представители распространены по всей голарктики. Виды рода *Viola*, произрастающие на территории России, распределены на 4 подрода и 12 секций, которые отличаются по ряду морфологических признаков и особенности репродукции. Основной репродуктивной особенностью у фиалок является длительное цветение, которое у двух подродов (*Nomimium* Ging. и *Dichidium* Ging.) реализуется за счет наличия 2 типов цветения: кратковременного хазмогамного и длительного клейстогамного. Диссеминация у этих видов так же длительная и в условиях культуры продолжается с июня по октябрь. Многими авторами отмечается влияние погодных условий на формирование семян и их качество, что находит свое отражение в прорастании семян (Остин, 1978; Флоря, 1987; Ишмуратова, Ткаченко, 2009).

Цель работы – выявить адаптационные возможности видов в процессе прорастания семян, что могло способствовать этому роду иметь обширный ареал. Для этого были поставлены следующие задачи: провести сравнительный анализ морфологии семян и прорастания семян разного срока созревания, выявить влияние продолжительности первого этапа стратификации, выявить влияние стресса (период засухи) на прорастание семян.

Материалом исследований послужили семена двух видов разных секций из подрода *Nomimium* – *V. hirta* и *V. mirabilis*, собранные с интродукционных популяций, которые находятся в культуре с 2001 г.: *V. mirabilis* из Республики Алтай, Усть-Канский р-н, окрест. дер. Тюдрала, долина р. Чарыш, кустарник, *V. hirta* из Новосибирской области, окр. Академгородка, опушка смешенного леса. Семена летнего сбора собирались в июле-августе, осеннего сбора - 30 сентября. Для проращивания семян *V. hirta* и *V. mirabilis* необходима двухступенчатая стратификация, воздействие высоких температур и холодная стратификация (Елисафенко, 2012). Для семян этих видов свойственен глубокий физиологический покой.

Семена проращивали в чашках Петри в 4-кратной повторности по 100 штук в климатикамере при переменной температуре и с контролем фотопериода (продолжительность фотопериода – 17 ч, температура при освещении – +27 °С, в темноте – +17 °С). Влияние продолжительности тепловой стратификации на прорастание семян определяли в 6 вариантах: без тепловой стратификации, продолжительность первого этапа (тепловой стратификации) – 4 дня, 7 дней, 15 дней, 23 дня, 30 дней. Основным признаком конца продолжительности второго этапа, холодной стратификации, может служить лопнувшая семенная кожура у большинства семян.

В литературе указывалось на возможность снятия глубокого физиологического покоя стрессом, например, периодом засухи (Флоря, 1987; Ишмуратова, Ткаченко, 2009). Влияние стресса (засухи) в период прорастания определяли при проращивании семян в климатикамере. После однократного увлажнения семена находились без полива в закрытых чашках 25 дней, затем проращивали в обычном режиме и через две недели чашки были помещены в холод.

Для характеристики прорастания семян определяли: период до прорастания семян (дни), период прорастания (дни), всхожесть (%), энергию прорастания (%), интенсивность энергии прорастания (%), процент проросших семян в течение первого этапа, процент сгнивших семян до 3-го этапа. В связи с длительным прорастанием семян, энергию прорастания, как и интенсивность энергии прорастания, отмечали на 5-й день от начала прорастания в 3-м этапе, кроме этого, дополнительно, учитывая проросшие семена в течение первого этапа.

Сравнительно-морфологический анализ всхожести семян разного срока сбора был проведен для *V. mirabilis* (n = 20), который показал, что достоверно различаются значения длины эндосперма, зародыша, семядоли, а так же аллометрические показатели: отношение длины зародыша к длине семени и длины эндосперма к длине семени. Причем, все значения были больше у семян осеннего сбора (табл. 1). Зародыш часто хлорофильный, от белого до зеленоватого цвета. У семян осеннего сбора зародыш более светлый (70 % – белый, 30 % – бледно-зеленый). У семян летнего сбора 20 % зародыша бесхлорофильный, 60 % имеют светло-зеленую окраску и 20 % – зеленоватую. Таким образом, срок диссеминации не оказывает значительного влияния на метрические и аллометрические признаки семян и зародыша у *V. mirabilis*, семена летнего сбора более хлорофильные.

Таблица 1

Морфология семян *Viola mirabilis*, летнего и осеннего срока сбора

Признак		Летний сбор			Осенний сбор			t ₀₅
		M ± m	V, %	min-max	M ± m	V, %	min-max	
Семя	длина, мм	2,21 ± 0,02	4,20	2,00–2,36	2,23 ± 0,03	5,47	1,98–2,44	0,39
	ширина, мм	1,54 ± 0,02	4,67	1,37–1,67	1,56 ± 0,01	4,10	1,43–1,68	0,79
	толщина, мм	1,46 ± 0,01	4,43	1,31–1,58	1,50 ± 0,02	4,62	1,31–1,62	1,63
	ширина/длина	0,70 ± 0,01	4,41	0,64–0,77	0,70 ± 0,01	5,51	0,62–0,76	0,40
Присемянник	длина, мм	1,11 ± 0,02	7,16	0,99–1,25	1,10 ± 0,01	6,09	0,93–1,20	0,48
	ширина, мм	0,70 ± 0,01	7,97	0,59–0,79	0,68 ± 0,01	7,42	0,57–0,74	1,52
Эндосперм	длина, мм	1,99 ± 0,01	3,30	1,87–2,11	2,09 ± 0,02	4,36	1,88–2,25	4,01*
	ширина, мм	1,45 ± 0,02	5,93	1,24–1,59	1,52 ± 0,01	3,75	1,41–1,60	0,99
	длина эндосперма / длина семени	0,90 ± 0,01	4,07	0,83–0,99	0,94 ± 0,01	3,29	0,87–1,00	3,69*
Длина зародыша		1,89 ± 0,01	2,96	1,82–2,01	1,99 ± 0,02	5,34	1,74–2,16	3,77*
Зародышевый корешок	длина, мм	0,94 ± 0,01	5,98	0,84–1,06	0,96 ± 0,02	9,00	0,78–1,13	1,17
	ширина, мм	0,38 ± 0,00	4,66	0,35–0,41	0,40 ± 0,00	4,75	0,37–0,43	1,98
Семядоли	длина семядоли, мм	0,96 ± 0,01	5,80	0,85–1,06	1,03 ± 0,01	6,43	0,91–1,13	3,83*
	ширина семядоли, мм	0,90 ± 0,01	6,25	0,77–1,01	0,93 ± 0,02	8,69	0,81–1,10	1,45
	длина зародыша/ длина семени	0,86 ± 0,01	4,61	0,80–0,95	0,90 ± 0,01	4,84	0,82–0,96	3,04*
	длина зародыша/ длина эндосперма	0,95 ± 0,01	3,43	0,88–0,99	0,95 ± 0,01	3,65	0,89–1,00	0,19
	длина семядоли/длина зародыша	0,51 ± 0,01	5,06	0,46–0,54	0,52 ± 0,01	5,46	0,45–0,57	1,41
	длина семядоли/ длина корешка	1,03 ± 0,02	10,04	0,84–1,19	1,08 ± 0,03	11,04	0,81–1,31	1,47
	ширина семядоли/ длина семядоли	0,94 ± 0,02	8,12	0,84–1,12	0,87 ± 0,05	24,38	0,00–1,10	1,56

Сравнительный анализ прорастания семян летнего и осеннего срока сбора (табл. 2) показал, что значения между собой не имеют значительных отличий, а по некоторым признакам у семян осеннего сбора показатели выше, чем у семян летнего сбора: всхожесть, энергия прорастания и устойчивость к гниению

(сгнивших семян в два раза меньше в осеннем сборе).

Влияние стресса на виды было различным. Так для *V. mirabilis*: стресс не повлиял ни на один признак, период прорастания несколько растянут. У семян *V. hirta* при засухе прорастает до 10 % семян и после полива так же около 10 %. В результате за первый этап может прорасти в 3 раза больше семян, чем без стресса. Дальнейшее холодная стратификация способствует прорастанию еще до 50 % в течение двух недель. В результате показатели сопоставимы с режимом, где первый этап составил более семи дней. Но период прорастания короче в два раза. Интенсивность энергии прорастания после стресса выше в 2 раза, чем без стресса. Семена, которые не проросли, оказались сгнившими.

Таблица 2

Биология прорастания семян *V. hirta* и *V. mirabilis*

Период 1 этапа, дни	Начало прорастания, дни		Проросло за 1 этап, <i>V. hir.</i> , %	Период прорастания в 3 этап, дни		Проросло за 3 этап, <i>V. hir.</i> , %	Проросло за весь период, %		Энергия прорастания, %			Интенсивность энергии прорастания, %		
	<i>V. hir.</i>	<i>V. mir.</i>		<i>V. hir.</i>	<i>V. mir.</i>		<i>V. hir.</i>	<i>V. mir.</i>	за 3 этап, <i>V. hir.</i>	за весь период		за 3 этап, <i>V. hir.</i>	за весь период	
										<i>V. hir.</i>	<i>V. mir.</i>		<i>V. hir.</i>	<i>V. mir.</i>
0	89–90	90–92	0	22–60	1–17	20–37	20–37	2–20	12–24	12–24	2–19	50–65	50–65	67–100
4	89	90–91	0	11–41	2–4	20–52	20–52	15–37	16–46	16–46	15–37	54–88	54–88	100
7	59–90	90	0	17–51	2–10	41–58	42–58	18–41	27–54	29–54	17–41	60–93	60–93	94–100
15	8–40	90–91	0–3	9–38	2–11	38–60	41–62	44–57	37–47	39–49	43–56	73–97	74–98	98–100
23	12–17	90–91	3–4	17–33	3–10	44–58	48–61	43–62	39–48	43–51	43–61	83–89	84–90	97–100
30	10–12	90	6–8	16–27	3–8	44–52	50–58	38–62	39–46	45–52	38–62	84–89	86–90	98–100
Стресс	12–18	90–91	5–23	2–17	3–16	27–41	35–54	42–53	27–41	35–54	42–51	95–100	96–100	96–100
30*		90–92			3–8			56–76			55–75			95–100

Анализ прорастания семян при разной продолжительности первого этапа (тепловая стратификация) показал, что для *V. hirta* самые низкие значения всхожести, энергии прорастания, интенсивности энергии прорастания были при отсутствии тепловой стратификации и коротком периоде (4 дня), а наиболее динамичное прорастание (высокие значения энергии прорастания и интенсивности энергии прорастания) наблюдались при продолжительности 1-го этапа 15 дней и более. При этом при продолжительности более 15 дней наблюдается единичное прорастание семян. Самый продолжительный период прорастания – при отсутствии тепловой стратификации (22–60 дней). Для *V. mirabilis* полученные результаты несколько отличаются. Самая низкая всхожесть 2 – при отсутствии тепловой стратификации (2–20 %). При коротком 1-м этапе (4–7 дней) всхожесть составила менее 40 %, при продолжительности тепловой стратификации 15 дней и более – всхожесть выше 40 %. Значения энергии прорастания семян изменяются аналогично всхожести, а интенсивность энергии прорастания не зависит от продолжительности 1-го этапа.

Таким образом, при длительной диссеминации понижение дневных и ночных температур в сентябре и наличие заморозков не оказывает значительного влияния на формирование семян. Наличие хлорофильного зародыша должно обуславливать высокую всхожесть и более короткий период прорастания. Полученные результаты противоположны, что требует дополнительного исследования у других видов р. *Viola*. 3-этапный режим прорастания семян у *V. hirta* и *V. mirabilis* можно рассматривать как адаптацию в умеренной зоне, с коротким вегетационным периодом и ранними осенними и поздними весенними заморозками. Семена не прорастают при кратковременных высоких температурах, для них необходима длительная тепловая стратификация – более 15 дней с последующей длительной холодной стратификацией – более 45 дней. Это предохраняет от появления возможных проростков, которые погибли бы от заморозков. В результате семена прорастают при устойчивых положительных температурах в начале лета. Влияние стресса оказалось видоспецифично, хотя оба вида относятся к одной экологической группе по отношению к влажности – ксеромезофиты. Отмечено, что для *V. hirta* стресс не повлиял на всхожесть семян, но период прорастания был короче. У семян *V. mirabilis* было отмечено индифферентное отношение к периоду засухи.

Исследования выполнены при финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-04-00351.

ЛИТЕРАТУРА

Елисафенко Т.В. Изучение особенностей латентного периода растений на примере видов секции *Mirabiles* рода *Viola* (Violaceae). I. Семенная продуктивность и биология прорастания семян // Растительный мир Азиатской России, 2012. – № 2 (10). – С. 66–72.

Ишмуратова М.М., Ткаченко К.Г. Семена травянистых растений: особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении *in vitro*. – Уфа: Гилем, 2009. – 116 с.

Остин Р.Б. Влияние окружающей среды до уборки урожая на жизнеспособность семян // Жизнеспособность семян. – М.: Колос, 1978. – С. 113–140.

Флоря В.Н. Интродукция и акклиматизация растений в Молдавии (лекарственные, витаминноносные, медоносные). – Кишинев: «Штиинца», 1987. – 296 с.

SUMMARY

The results of the investigation of the genus *Viola* L. (*V. hirta* L. and *V. mirabilis* L.) seed germination are presented in the article. The influences of term seed collection, duration of thermal stratification, period of drought on seed germination have been studied. The time periods of *V. mirabilis* seed collection has little effect on their formation, but the seeds collected in autumn had higher germination. The stage of thermal stratification over 15 days and then cold stratification more than 45 days are required to seed germination of *V. hirta* and *V. mirabilis*. The influence of drought period on the seed.