

## ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА *SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

### ONTOGENETIC FEATURES OF *SILYBUM MARIANUM* (L.) GAERTN. INTRODUCED IN THE SOUTH OF WEST SIBERIA AND MIDDLE URALS

**Ключевые слова:** *silybum marianum* (L.) Gaertn., онтогенез расторопши, интродукция, биоморфологические особенности, лекарственные растения.

*Silybum marianum* (L.) Gaertn. (расторопша пятнистая) – известное лекарственное растение, у которого используются плоды в качестве гепатопротекторного средства. Изучен онтогенез *Silybum marianum* (L.) Gaertn. при интродукции в Западной Сибири и на Среднем Урале. В этих регионах расторопша – однолетнее растение. Онтогенез простой, сокращенный и включает два периода: прегенеративный (*p, j, im, v*) и генеративный. Качественным признаком в прегенеративный период является форма листовой пластинки. С появлением зачаточного соцветия в верхушечной почке побега начинается генеративный период (*g*). Формируется полурозеточное растение. В более влажном климате Среднего Урала генеративные растения отличаются более высокими значениями биоморфологических параметров – высотой, разветвленностью и облиственностью побега, а также числом и размером листьев. Но продолжительный зимний период Среднего Урала по сравнению с Новосибирском вызывает замедление развития особей: происходит позднее прорастание, удлиняется прегенеративный период. В результате происходит уменьшение размеров главного соцветия, числа и массы семян на Среднем Урале в сравнении с Новосибирской областью. Следовательно, с целью получения лекарственного растительного сырья (плодов) *S. marianum* в промышленных масштабах целесообразно

использовать территорию Новосибирской области, т.к. здесь генеративные растения вида обладают большей семенной продуктивностью.

**Keywords:** *Silybum marianum* (L.) Gaertn., holy thistle, ontogenesis, introduction, biomorphological features, medicinal plants.

*Silybum marianum* (L.) Gaertn. (holy thistle) is well-known medicinal plant, which seeds are used as a hepatoprotector. The ontogenesis of *S. marianum* introduced in two regions – the south of West Siberia (SWS) and the Middle Urals (MU) – was studied. Holy thistle is an annual plant in these regions. Its simple and incomplete ontogenesis includes two periods: pre-generative (*p, j, im, v*) and generative. The shape of the leaf blade is a qualitative feature in pre-generative period. Generative period (*g*) begins with the appearance of rudimentary inflorescence in the shoot apical bud. A semi-rosette plant is formed. Under more humid climate of the MU, generative plants had higher values of bio-morphological indices – height, branching, leaf coverage, and number and size of leaves. However, longer winter of the MU as compared to the SWS slows down the development of individual plants causing later germination and extended pre-generative period. This leads to smaller size of the main inflorescence and reduced number and weight of seeds in the MU as compared to those of the SWS region. Therefore, to obtain medicinal raw material (seeds) on a commercial scale it is reasonable to grow *S. marianum* in the SWS due to greater seed production of generative plant species in this region.

**Кошелева Елена Александровна**, к.б.н., н.с., Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург. E-mail: eakosheleva@mail.ru.

**Комаревцева Елизавета Кузьминична**, к.б.н., н.с., Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: elizavetakomarevtseva@yandex.ru.

**Kosheleva Yelena Aleksandrovna**, Cand. Bio. Sci., Staff Scientist, Botanical Garden, Ural Branch, Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg. E-mail: eakosheleva@mail.ru.

**Komarevtseva Yelizaveta Kuzminichna**, Cand. Bio. Sci., Staff Scientist, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk. E-mail: elizavetakomarevtseva@yandex.ru.

#### Введение

*Silybum marianum* (L.) Gaertn. (расторопша пятнистая) – одно- или двулетнее полурозеточное стержнекорневое травянистое растение из семейства астровых (*Asteraceae*) [1]. Вид хорошо известен как лекарственное растение в народной и в официальной медицине. Лекарственным сырьем являются плоды, препараты из ко-

торых в качестве гепатопротекторного средства занимают лидирующие позиции на фармацевтическом рынке [2]. *S. marianum* распространен в районах Средиземноморья, Среднеатлантической Европы и Северной Африки. Встречается на юге Украины, на Кавказе, в Центральной и Средней Азии. На территории России произрастает по обочинам дорог, на залежах в южных рай-

онах европейской части, в Курганской области, как заносный вид отмечается на Дальнем Востоке [3, 4]. В природе зарослей не образует.

В России *S. marianum* культивируют в Краснодарском крае и Самарской области, есть посевные площади в Пензенской, Ульяновской, Саратовской областях и Башкортостане [5]. Развитие вида в более суровых условиях Урала и Сибири не исследовалось.

**Цель** нашего исследования – изучение онтогенеза *S. marianum* при интродукции на Урале и юге Западной Сибири.

#### Объект и методы

Исследования проводились в Ботаническом саду УрО РАН (БС УрОРАН, г. Екатеринбург, Свердловская область) и Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск, Новосибирская область). Эти регионы заметно отличаются по своим климатическим показателям. Екатеринбург находится в подзоне южной тайги, в пониженной части Среднего Урала [6]. Климат умеренно континентальный. Гидротермический коэффициент изменяется от 1,4 до 1,6 [7]. Годовая сумма осадков составляет 300-450 мм с максимумом в теплое время года. Устойчивый снежный покров с ноября и до конца апреля – начала мая. Продолжительность залегания снежного покрова 170-240 дней [8].

Город Новосибирск располагается в лесостепной зоне западносибирской провинции. Климат резко континентальный, умеренно прохладный и умеренно засушливый. Годовая сумма осадков колеблется от 200 до 600 мм. Холодный период продолжается с ноября по март, устойчивый снежный покров сохраняется в течение 157-162 дней. Гидротермический коэффициент равен 1,0, что соответствует недостаточной увлажненности вегетационного периода [9]. Следовательно, для г. Новосибирска характерен более засушливый климат. Зимний период с устойчивым снежным покровом на обеих территориях начинается в одно время (ноябрь), но в Новосибирске он заканчивается на месяц (по март) раньше по сравнению с Екатеринбургом (до начала мая).

Для посева на данных территориях были использованы семена, полученные в интродукции БС УрОРАН. Посев проведен в конце мая, норма высева 9 семян/м<sup>2</sup> в ряды через 30 см, междурядье 50 см. Для описания онтогенеза использовалась концепция дискретного характера индивиду-

ального развития [10, 11]. Для характеристики онтогенетических состояний биоморфологические параметры растений были обработаны статистически [12].

#### Результаты и их обсуждение

Онтогенез вида *S. marianum* в исследуемых географических точках проходит за один вегетационный сезон. Выделено 5 онтогенетических состояний: проростки (*p*), ювенильное (*j*), имматурное (*im*), виргинильное (*v*), генеративное (*g*) (рис.). Первые всходы появляются на 11-й день после посева в Новосибирской области и на 16-й день в Свердловской области.

**ПРОРОСТКИ** (*p*) несут две семядоли сначала округлой формы, затем переходящей в обратнояйцевидную (длина до 3 см, ширина до 2 см). На семядоле просматривается 1 центральная жилка и расходящиеся от нее 2-3 пары боковых жилок. В подземной части слабо разветвленный главный корень длиной до 3,0 см. Первые настоящие листья отрастают на третий день у растений ЦСБС СО РАН, на седьмой день – в БС УрО РАН. Они разворачиваются в ЦСБС СО РАН в течение 10 дней, в БС УрО РАН – 15 дней. После этого растение переходит в ювенильное состояние.

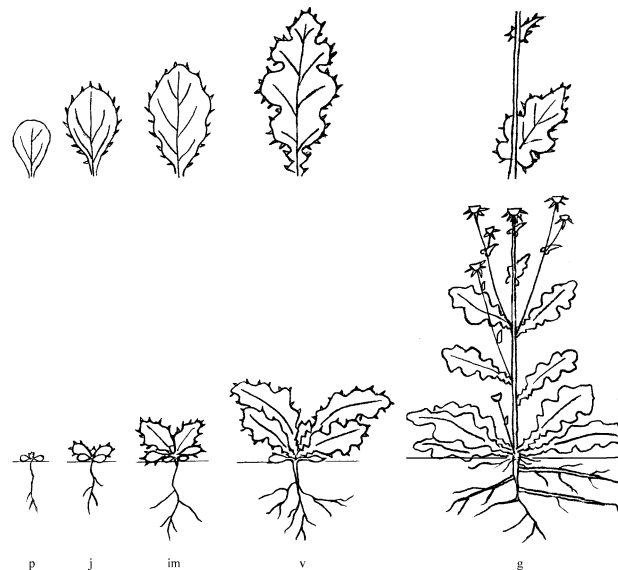


Рис. Онтогенез *Silybum marianum* (L.) Gaertn: *p-g* – онтогенетические состояния

**ЮВЕНИЛЬНЫЕ** растения (*j*) представлены розеточным побегом, с двумя настоящими листьями обратнояйцевидной формы, зауженным основанием. У растений БС УрО РАН лист длиннее (0,9-7,1 см) и уже (0,4-1,8 см), по сравнению с растениями ЦСБС СО РАН: длина листа 1,2-3,5 см, ширина – 0,7-2,5 см. Листорасположение очередное. Лист слабо опушен по центральной жилке,

край листа игольчатый. Жилкование усложняется: развиваются 7-8 пар боковых жилок, по которым появляются белые разводы. Белые разводы и зубчатый край – характерная особенность для всех последующих листьев растения. Подземная часть разрастается, хорошо просматривается гипокотиль длиной 0,7-1,5 см, главный корень ветвится до II порядка и удлиняется до 4-6 см. Через 7 дней отрастают листья переходной формы, и особь переходит в следующее онтогенетическое состояние.

ИММАТУРНЫЕ особи (*im*) на розеточном побеге несут 4-5 бесчерешковых листьев обратнойцевидной формы. Семядоли сохраняются. Начиная с 3-го листа края листьев становятся волнистыми, что является переходной формой к лопастному краю листа взрослого растения. На нижней стороне листа наблюдается опушение, на верхней стороне – единичные волоски. Размеры первых двух листьев достигают своего максимума (табл. 1). При этом у растений ЦСБС СО РАН листья почти в 2 раза шире по сравнению с листьями растений уральского региона – соответственно, 3,2 и 1,2 см. Размеры 3-го и 4-го листьев немного меньше, но в дальнейшем они перерастают первую пару листьев. К этому времени на розеточном побеге насчитывается уже 6 развернувшихся листьев и 1-2 разворачивающихся листа. В подземной части главный корень разрастается за счет активного ветвления до III порядка. Длина корня 10 см. Это онтогенетическое состояние длится 10-12 дней для новосибирских растений и 12-14 дней для уральских растений. С появлением черешковых листьев растение переходит в виргинильное состояние.

У ВИРГИНИЛЬНЫХ особей (*v*) на розеточном побеге располагаются 6-14 листьев, с 3-го по 6-й – листья с заметным черешком, у остальных черешков не выражен. Розеточные листья перистолопастной эллиптической формы, что характерно для взрослых особей. Листья у новосибирских растений заметно крупнее по длине и ширине пластинки, но на более коротких черешках. Кроме этого розеточный побег новосибирских растений более облиственен, чем у уральских интродуцентов, почти в 2 раза (табл. 1).

В подземной части растения главный корень диаметром 0,5 см удлиняется до 15 см. Разрастаются также боковые корни II порядка (диаметр 0,3 см, длина 5-7 см). Онтогенетическое состояние продолжается около 17 дней для новосибирских растений и 10-20 дней для уральских растений.

Генеративный период начинается с момента заложения генеративных органов на конусе нарастания главного побега (бутонизация). В связи с однолетним циклом развития особи он не подразделяется. С появлением зачаточного соцветия в верхушечной почке розеточной части побега начинается развитие удлиненной части за счет интенсивного роста междоузлий. Первые зачаточные соцветия в Новосибирске появляются через 42-45 дней, на Урале – через 45-52 дней после прорастания семян, на появление первых цветков в Новосибирске и Екатеринбурге требуется около 20 дней. Следовательно, в условиях Новосибирска особи к бутонизации переходят приблизительно на 10 дней раньше по сравнению с уральскими растениями. Цветение продолжается практически до конца вегетации.

Таблица 1

**Биометрическая характеристика растений *S. maritimum* прегенеративного периода в условиях интродукции в Сибири и на Урале**

ОС	Признак	Растения БС УрО РАН		Растения ЦСБС СО РАН	
		$X \pm \Delta X$	Limit	$X \pm \Delta X$	Limit
<i>im</i>	Длина семядольного листа, см	2,90 ± 0,24	2,27–3,52	2,90 ± 0,07	2,00–3,30
	Ширина семядольного листа, см	1,28 ± 0,07	1,07–1,48	1,90 ± 0,04	1,50–2,20
	Длина 1-го листа, см	5,30 ± 0,66	3,45–7,14	6,00 ± 0,30	4,00–8,00
	Ширина 1-го листа, см	1,24 ± 0,17	0,75–1,73	3,20 ± 0,10	2,50–4,00
<i>v</i>	Длина 5-го листа, см	13,60 ± 2,08	6,98–20,26	17,50 ± 1,10	5,00–25,00
	Ширина 5-го листа, см	3,27 ± 0,52	1,60–4,95	7,90 ± 0,40	3,50–11,00
	Длина черешка, см	5,40 ± 0,88	3,50–8,50	3,90 ± 0,40	1,00–7,00
	Число листьев в розетке	6,80 ± 0,37	6,00–8,00	10,00 ± 0,50	6,00–14,00

Примечание. ОС – онтогенетическое состояние;  $X \pm \Delta X$  – среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического; Limit – пределы изменчивости признака.

Биометрическая характеристика генеративных растений *S. marianum* в условиях интродукции в Сибири и на Урале

Признак	Растения БС УрО РАН		Растения ЦСБС СО РАН	
	$X \pm \Delta X$	Limit	$X \pm \Delta X$	Limit
Высота растения, см	163,20 ± 6,40	70,00-220,00	118,10 ± 8,10	43,00-169,50
Диаметр базальной части побега, см	1,70 ± 0,10	1,20-2,30	1,80 ± 0,10	1,70-2,60
Число розеточных листьев	8,20 ± 0,80	5,00-12,00	5,40 ± 0,30	2,00-11,00
Число всех стеблевых листьев	23,40 ± 0,80	21,00-28,00	15,50 ± 0,20	10,00-20,00
Диаметр главного соцветия, см	7,00 ± 1,20	3,60-9,60	9,10 ± 0,30	6,00-11,50
Общее число корзинок на боковых побегах	13,40 ± 1,50	2,00-40,00	9,10 ± 0,600	1,00-30,00

ГЕНЕРАТИВНЫЕ особи (g) – мощные полурозеточные растения с одним генеративным разветвленным побегом высотой 70-220 см в БС УрО РАН и 43-169,5 см в ЦСБС СО РАН (табл. 2). В розеточной части побега сохраняются несколько крупных листьев на длинных черешках, на удлиненной части листа сидячие средних размеров, под главным соцветием – мелкие сидячие всеобъемлющие листья. По числу розеточных и стеблевых листьев уральские растения превосходят новосибирские. Розеточные (34,7 см) и стеблевые (32,08 см) листья более крупные по сравнению с растениями в Новосибирске (33,2 и 25,5 см соответственно). Все листья с длинными колючими зубцами по краю, нижняя сторона листа опушена.

Удлиненная часть генеративного побега представляет собой синфлоресценцию, состоящую из главного соцветия (корзинки), паракладиев I и II порядков, также заканчивающихся корзинкой. Длина паракладиев I порядка зависит от расположения на побеге: расположенные выше более длинные по сравнению с нижними. В результате верхушка главного побега оказывается ниже, чем верхушки паракладиев I порядка, что увеличивает общую высоту растения на 10-20 см. Вне зависимости от места произрастания у генеративных растений расторопши насчитывается приблизительно одинаковое число паракладий I порядка: у новосибирских растений – 4-7 (до 19), уральских – 2-7 (до 21). Но в Новосибирске они не все ветвятся, образуя 2-5 (до 12) паракладий II порядка, в Екатеринбурге ветвление их приводит к образованию 1-8 (до 24) паракладий II порядка. В результате на Урале за счет развития большего числа паракладий II порядка на генеративной особи образуется больше корзинок (до 40) по сравнению с новосибирскими растениями (до 30).

Созревание плодов начинается с главной самой крупной корзинки, затем последовательно в корзинках I и II порядков. В связи с

тем, что цветение продолжается до конца вегетации, семена в корзинках II порядка не успевают вызреть. Следовательно, по числу корзинок со зрелыми семенами (главная корзинка и корзинки I порядка) уральские и новосибирские растения не имеют заметных отличий. Плодом *S. marianum* является удлиненно-яйцевидная семянка с хохолком, размеры которой варьируют в зависимости от места произрастания. Так, плоды растений БС УрО РАН в среднем достигают 5,7 мм в длину и 3,0 мм в ширину, в то время как плоды растений ЦСБС СО РАН несколько крупнее и достигают 6,0 мм в длину и 3,3 мм в ширину. В результате масса 1000 семян для растений БС УрО РАН составляет 27,34 г, а для растений ЦСБС СО РАН – 35,04 г. По числу семян в соцветии уральские растения также уступают новосибирским – 57,38 и 85,10 шт. соответственно.

Корневая система цветущего растения достигает максимального развития. Главный корень конусовидной формы, диаметром 1,5-2,0 см, достигает длины 18-25 см. Укрепление массивной надземной части растения происходит за счет разрастания боковых корней II порядка. Также на базальной части побега появляется масса тонких длинных придаточных корней.

### Выводы

Таким образом, при интродукции *S. marianum* на юге Западной Сибири и на Среднем Урале растение проходит развитие за 1 год. Онтогенез простой, состоит из двух периодов (прегенеративный и генеративный) и 5 онтогенетических состояний. В прегенеративном периоде вид представлен розеточным растением, подразделение на онтогенетические состояния (p, j, im, v) идет на основании изменения формы листовой пластинки. С появлением зачаточного соцветия в верхушечной почке побега начинается генеративный период. Формируется однопобеговое полурозеточное растение. В связи с более влажным клима-



том на Среднем Урале генеративные особи расторопши отличаются более высокими значениями биоморфологических параметров – высотой, разветвленностью и облиственностью побега, а также числом и размером листьев. Однако затянутость зимнего периода на Среднем Урале по сравнению с Новосибирской областью отрицательно сказывается на темпах развития, что выражается в более позднем появлении всходов, более длительном прегенеративном периоде и, соответственно, в позднем зацветании. Это в свою очередь вызывает уменьшение размеров главного соцветия, числа и массы семян растений на Среднем Урале по сравнению с растениями в Новосибирской области. Следовательно, для получения лекарственного растительного сырья (плодов) *S. marianum* в промышленных масштабах целесообразно использовать территорию Новосибирской области, т. к. здесь генеративные растения вида обладают большей семенной продуктивностью.

#### Библиографический список

1. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 561.
2. Куркин В.А. Ботанико-фармакогностическая характеристика лекарственного растительного сырья // *Modern Phytomorphology*. – Львов, 2013. – № 4. – С. 249-252.
3. Флора СССР / под ред. акад. В.Л. Комарова. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – Т. XXVIII. – С. 227-229.
4. Флора Сибири. *Asteraceae (Compositae)* / под ред. И.М. Красноборова, М.Н. Ломоносовой, Н.Н. Тупицына и др. – Новосибирск: Наука, 1997. – Т.13. – С. 222-223.
5. Кисличенко В.С., Пospelov С.В., Самородов В.Н. и др. Расторопша пятнистая – от интродукции к использованию: монография. – Полтава: Полтавский литератор, 2008. – 288 с.
6. Прокаев В.Н. Физико-географическое районирование Свердловской области. – Свердловск, 1976. – 136 с.
7. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 618 с.
8. Краткая агроклиматическая характеристика Свердловской области. – Екатеринбург: Урал НИИгипрозем, 1993. – Ч. 1. – 251 с.
9. Климат Новосибирска / под ред. С.Д. Кошинского, К.Ш. Хайруллина, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 223 с.

10. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // *Тр. Ботан. ин-та Акад. наук СССР. Сер. 3. Геоботаника*. – 1950. – Вып. 6. – С. 179-196.

11. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // *Биол. науки*. – 1975. – № 2. – С. 7-34.

12. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. – 256 с.

#### References

1. Zernov A.S. Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza. – M.: Tovarithchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. – S. 561.
2. Kurkin V.A. Botaniko-farmakognosticheskaya kharakteristika lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya // *Modern Phytomorphology*. – L'vov, 2013. – № 4. – S. 249-252.
3. Flora SSSR / pod red. akad. V.L. Komarova. – M.-L.: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1963. – T. XXVIII. – S. 227-229.
4. Flora Sibiri. *Asteraceae (Compositae)* / pod red. I.M. Krasnoborova, M.N. Lomonosovoy, N.N. Tupitsyna i dr. – Novosibirsk: Nauka, 1997. – T. 13. – S. 222-223.
5. Kislichenko V.S., Pospelov S.V., Samorodov V.N. i dr. Rastoropsha pyatnistaya – ot introduktsii k ispol'zovaniyu: monografiya. – Poltava: Poltavskiy literator, 2008. – 288 s.
6. Prokaev V.N. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Sverdlovskoy oblasti. – Sverdlovsk, 1976. – 136 s.
7. Shakirov A.V. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Urala. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2011 g. – 618 s.
8. Kratkaya agroklimaticheskaya kharakteristika Sverdlovskoy oblasti. – Ekaterinburg: «Ural Nilgiprozem», 1993. – Ch. 1. – 251 s.
9. Klimat Novosibirska / pod red. S.D. Koshinskogo, K.Sh. Khayrullina, Ts.A. Shver. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – 223 s.
10. Rabotnov T.A. Zhiznennyy tsikl mnogoletnikh travyanistykh rasteniy v lugovykh tsenozakh // *Tr. Botan. in-ta Akad. nauk SSSR. Ser. 3. Geobotanika*. – 1950. – Vyp. 6. – S. 179-196.
11. Uranov A.A. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov // *Biol. nauki*. – 1975. – № 2. – S. 7-34.
12. Zaytsev G.N. Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike. – M.: Nauka, 1973. – 256 s.