

**АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
HEMEROCALLIS MINOR (HEMEROCALLIDACEAE)
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Л.Л. Седельникова, Л.Р. Челтыгмашева

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия, lusedelnikova@yandex.ru

Представлены результаты изучения *Hemerocallis minor* при интродукции в условиях лесостепи Новосибирской области. Рассмотрены особенности сезонного развития с учетом температурного фактора. Установлено, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири цветение *H. minor* наступало при сумме положительных температур 703.5–828.0 °С. Приведены сведения об органогенезе монокарпического побега. Показано, что генеративный побег закладывается в год, предшествующий цветению. В предзимний период его состояние соответствует VI–VII этапам органогенеза. Жизненная форма *H. minor* в условиях интродукции относится к короткокорневищным многолетникам, с моноподиально нарастающей осевой побеговой системой розеточного типа и прямостоячими удлинненными генеративными побегами. Придаточная корневая система образована двумя типами корней: питающими и запасными. Представлено морфологическое описание семян, их всхожесть и продуктивность. Отмечено, что семена после 25-дневной стратификации при температуре 5–6 °С прорастают быстрее, чем без стратификации. Установлен коэффициент семенной продуктивности – 47.7 %. Выявлены ксеромезофитные особенности в анатомическом строении листовой пластинки. Устьичный аппарат тетрацитного типа. Число устьиц на нижнем эпидермисе листа в 1.5 раза больше, чем на верхнем. Хорошо развита механическая ткань (склеренхима) и проводящая (ксилема и флоэма).

Ключевые слова: *Hemerocallis minor*, интродукция, ритм развития, органогенез, биоморфа, монокарпический побег, анатомическое строение листа, Западная Сибирь.

ВВЕДЕНИЕ

Hemerocallis minor Mill. (Hemerocallidaceae R. Br.) – Красоднев (лилейник) малый – многолетний, поликарпический, травянистый, короткокорневищный мезоксерофит с восточно-азиатским ареалом. Распространен в Японии, Северном и Северо-Восточном Китае, Монголии и на полуострове Корея. В нашей стране его ареал охватывает Восточную, Западную и Южную Сибирь, Дальний Восток. Легко приспосабливается к различным условиям произрастания, встречается в смешанных, березовых, сосновых, лиственничных лесах и по их опушкам, на лесных полянах, в зарослях кустарников, на остепненных лугах, в горных разнотравных степях (Полетико, Мишенкова, 1967; Пешкова, 1972; Флора..., 1979; Флора Сибири, 1987; Конспект флоры..., 2012). *H. minor* занесен в Красные книги четырех регионов с разной категорией редкости: 1 – находящийся под угрозой исчезновения в Новосибирской области (Красная книга..., 2018), 2 – сокращающийся в численности в Забайкальском крае (Красная книга..., 2017), в Республике Саха (Красная книга..., 2000), 3 – редкий вид в Красноярском крае (Красная кни-

га..., 2012). В качестве лимитирующих факторов, главным образом, указываются антропогенные нарушения местообитаний. Вид известен как декоративное, пищевое и лекарственное растение. Цветки используются в качестве приправы. Экстракты из надземной части *H. minor* обладают широким спектром терапевтического действия (ранозаживляющее, анальгезирующее, седативное, жаропонижающее, кровоостанавливающее, гипотензивное и противоопухолевое) (Телятьев, 1985; Лекарственные растения..., 1991; Дикорастущие полезные растения..., 2001; Цицилин, 2014). В листьях и корневищах обнаружено 14 химических элементов, запасные и биологически активные вещества (Жапова, 2006; Chyparina, Aiskeva, 2011; Седельникова, Кукушкина, 2014; Седельникова и др., 2018).

В культуре *H. minor* известен с 1759 г. (Декоративные травянистые растения..., 1977). Исследование его биологических особенностей ведется во многих ботанических садах, как в нашей стране, так и ближнем зарубежье (Данилова, 1993; Крохмаль, 2005; Бородич, 2006; Волкова, Кочеткова, 2007; Шилова, 2008; Седельникова, 2009, 2016,

2018; Крестова, 2010; Приходько, 2010). Изучение *H. minor ex situ* позволяет всесторонне исследовать его анатомо-морфологические особенности, выявить адаптивные возможности в конкретных условиях обитания. Ритмологические и органообразовательные процессы в сезонный период развития монокарпического побега, формирование биоморфы, репродуктивная способность и анатомическая структура листа отражают адаптивную стратегию вида и демонстрируют его жизне-

стойкость в условиях интродукционного эксперимента (Василевская, 1940; Серебряков, 1962, 1963; Базилевская, 1981; Левина, 1981; Гамалей, 1990).

Цель настоящего исследования – изучить сезонное развитие, анатомо-морфологическое строение листа, особенности органогенеза монокарпического побега и биоморфы, семенную продуктивность *H. minor* при интродукции в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служил вид *Hemerocallis minor* Mill. – красоднев малый – из биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН “Коллекция живых растений в открытом и закрытом грунте”, УНУ № USU 440534. Растения выращивали на участке лаборатории интродукции декоративных растений, расположенном в юго-восточном районе лесостепной Приобской агроклиматической провинции. В работе представлены результаты за 2017–2019 гг. Для характеристики вегетационного периода рассчитывали гидротермический коэффициент (ГТК) и сумму положительных температур на дату начала цветения нарастающим итогом (Гулинова, 1974). Определено, что 2017 г. отличался очень засушливым, недостаточно увлажненным вегетационным периодом (ГТК = 0.85). Избыточно увлажненным и прохладным вегетационным периодом характеризовался 2018 г. (ГТК = 2.14). По гидротермическим условиям 2019 г. был теплый, с недостаточно увлажненным вегетационным периодом (ГТК = 0.97). По среднемноголетним данным, ГТК = 1.0–1.3. Сумма положительных температур за вегетационные периоды в годы исследования составляла 2055.4–2323.5 °С. В работе использованы особи среднего возраста генеративного состояния. Фенологические наблюдения проводили общепринятыми методами (Бейдеман, 1974; Методика..., 1975). Этапы органогенеза конуса нарастания монокарпического побега рассматривали по мето-

дике Ф.М. Куперман (1984). Анатомическое строение листа изучали на основе методических подходов П.А. Баранова (1924), С.Ф. Захаревича (1954), Е.А. Мирославова (1974), К. Эзау (1980). При описании морфологии семян и побеговой системы применяли терминологию Р.Е. Левиной (1967), З.Т. Артюшенко (1990), П.Ю. Жмылева и др. (1993). Анализ плодов и семян проводили с одного генеративного побега, без учета их местоположения в соцветии. Реальную и потенциальную семенную продуктивность (РСП, число завязавшихся семян; ПСП, число семязачатков в плоде), коэффициент продуктивности (К) как отношение РСП к ПСП, выраженное в процентах, рассчитывали согласно И.В. Вайнагий (1974) и “Методическим указаниям...” (1980). Лабораторную всхожесть семян рассчитывали по “Методам определения...” (1977) через три месяца хранения после сбора при температуре 17–19 °С. Тип покоя семян рассмотрен по М.Г. Николаевой и др. (1985). Для проведения морфологических исследований семян, анатомического строения листа, этапов органогенеза, обработки и анализа изображений использовали стереомикроскоп Carl Zeiss Stereo Discovery.V12 с цветной цифровой камерой высокого разрешения AxioCam MRc-5 и с программой Axiovision 4.8 в Центре коллективного пользования ЦСБС. Статистическая обработка результатов проведена в программе Statistica 6.0, при выборке $n = 10$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие фенологических фаз в период вегетации – важный показатель сезонного ритма растений, поскольку он характеризует степень адаптации вида к гидротермическим условиям в районе интродукции. Наблюдения за ритмом роста и развития *H. minor* (таблица) показали, что отрастание приходилось на третью декаду апреля (22.04–25.04), сразу после схода снега, при сумме положительных температур 39.9–54.6 °С. Фаза бутонизации наступала в последней декаде мая (24.05–26.05). Длительность фазы окрашивания

бутона составляла 2–3 суток. За годы исследования начало цветения наблюдали с 30.05 по 09.06. Продолжительность цветения особи, которая имела 10–11 шт. генеративных побегов, в каждом по 12–15 цветков, составляла 34–37 дней. Цветение одного цветка продолжалось одни сутки. Иногда в соцветии одновременно цвело два цветка. Отцветание наблюдали во второй-третьей декадах июля. Плодоношение отмечено в третьей декаде августа. В 2018–2019 гг. состоялось повторное цветение в конце третьей декады августа–начале первой дека-

Сезонное развитие *H. minor* в Новосибирске за 2017–2019 гг.Seasonal development of *H. minor* in Novosibirsk for 2017–2019

Год	Дата				ГТК	Σt
	Отрастание	Бутонизация	Цветение	Плодоношение		
2017	18.04–23.04	24.05–29.05	30.05–02.07	–	0.85	806.6
2018	28.04–30.04	23.05–26.05	06.06–10.07	28.08–10.09	2.14	703.5
2019	23.04–26.04	25.05–28.05	09.06–12.07	24.08–13.09	0.97	828.0
Среднее	23.04–26.04	24.05–26.05	05.06–8.07	26.08–12.09	1.32	779.3

Примечание. ГТК – гидротермический коэффициент; Σt – сумма положительных температур >0 °С на дату начала цветения.

Note. GTC – hydrothermal coefficient; Σt – the amount of positive temperatures >0 °C on the date of the beginning of flowering.

ды сентября, что является результатом воздействия повышенных положительных температур в сочетании с высокой влажностью, установившихся после продолжительного засушливого периода. В вегетационные периоды 2018–2019 гг. плодоношение отмечено с 26.08 по 12.09. Оно характеризовалось формированием большого количества семян. В 2017 г. семена не сформировались, вероятно, это связано с многими факторами, влияющими на отсутствие опыления, одним из которых послужила повышенная среднесуточная температура воздуха (18.4–25.5 °С) в период цветения, что требует детального изучения в дальнейшем. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири цветение *H. minor* наступало при сумме положительных температур 703.5–828.0 °С.

Исследование габитуса надземных и подземных побегов показало, что жизненная форма *H. minor* в условиях интродукции относится к короткорневищным многолетникам. Это поликарпик с моноподиально нарастающей осевой побеговой системой розеточного типа и прямостоячими удлиненными генеративными побегами (Седельникова, 2016). По длительности вегетации надземных вегетативно-генеративных побегов относится к весенне-летне-осенне-зеленым растениям. Отмечена специфичность в формировании у особи трехлетнего возраста рыхлого, слабоветвящегося короткого корневища с придаточной корневой системой, которая образована двумя типами корней: питающими шнуroidной формы и запасными с утолщенными шишковидными образованиями (корневые шишки) размером от 2.5 до 4.5 см. Корневище представляет систему видоизмененных подземных побегов с сильно укороченными междоузлиями. Отмечен ортотропный тип подземного побега. Для *H. minor* определен неявно полицентрический тип биоморфы. Для подзем-

ных органов характерна полная специализированная морфологическая дезинтеграция (Жмылев и др., 1993). Габитус особей *H. minor* средневозрастного состояния показал, что их высота в условиях интродукции достигает 75–90 см, что в 1.5–1.8 раза превышает таковую в природных местообитаниях, где высота 50–55 см (Декоративные травянистые растения..., 1977). Листья линейные (длина 55.0–71.2 см, ширина 0.7–1.0 см), каскадом поникающие к земле. Околоцветник воронковидный, однотонный, ярко-желтый, с приятным сильным ароматом, при основании трубчатый, до 10 см длиной, имеет пленчатые, ланцетные прицветники. Диаметр цветка 9–10 см, 12–15 шт. в соцветии. Доли околоцветника заостренные, наружные доли эллиптические, внутренние широкоовальные.

Исследование состояния побега возобновления показало, что у *H. minor* он закладывается в апикальной зоне укороченного корневища особи в год, предшествующий цветению. Установлено, что в начале второй декады сентября 2017 г. конус нарастания побега возобновления не был дифференцирован и его окружали 4–6 зачаточных листьев, что характерно для II этапа органогенеза (рис. 1, а). В конце второй декады сентября отмечено начало дифференциации конуса нарастания на генеративные органы и переход его на III этап органогенеза (см. рис. 1, б). IV этап органогенеза характеризуется формированием на оси зачаточного соцветия цветочных бугорков второго порядка (в). В начале V этапа органогенеза идет процесс усиленной дифференциации покровных органов цветка, затем закладка чашелистиков и лепестков венчика (з). Анализ состояния генеративного побега в предзимний период показал, что у него сформировалось соцветие из 4–5 зачаточных цветков (VI этап органогенеза), развивающихся в базипетальном направлении (д). Отмечено, что у верхне-

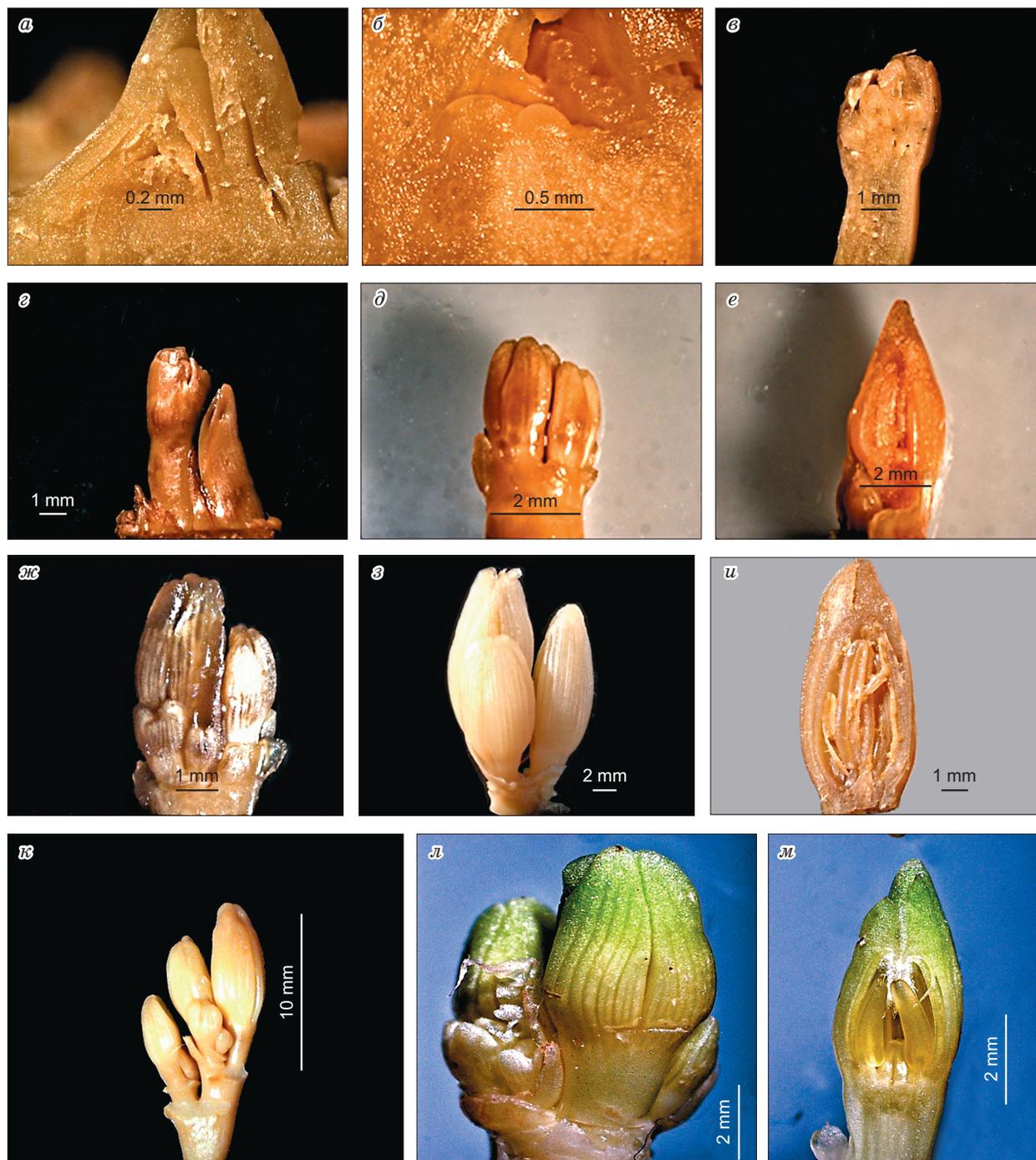


Рис. 1. Этапы органогенеза *Hemerocallis minor*.

Осенний период 2017 г.: а – II этап (13.09), б – III этап (15.09), в – IV этап (20.09), г – V этап (25.09), д – VI этап (27.09), ж – VII (29.09); весенний период 2018 г.: з – (02.05), е, и – (04.05), к – (09.05), л, м – (12.05) – VII этап органогенеза.

Fig. 1. Stages of *Hemerocallis minor* organogenesis.

Autumn 2017: а – II stage (13.09), б – III stage (15.09), в – IV stage (20.09), г – V stage (25.09), д – VI stage (27.09), ж – VII (29.09); spring 2018: з – (02.05), е, и – (04.05), к – (09.05), л, м – (12.05) – VII stage of organogenesis.

го цветка, который закладывается первым, по сравнению с другими формируются репродуктивные органы, пыльники и завязь (начало VII этап органогенеза) в предзимний период (последняя декада сентября) (ж). Понижение среднесуточных температур в конце третьей декады сентября–начале первой декады октября способствует переходу растений *H. minor* в вынужденный относительный покой продолжительностью около 7 месяцев.

После зимнего периода покоя во второй декаде мая (02.05–10.05) у монокарпического побега *H. minor* наблюдали продолжение закладки последующих цветков на оси соцветия, заметный рост чашелистиков, лепестков венчика, увеличение размеров плодолистиков, развитие женского и мужского гаметофита, что соответствует VII этапу органогенеза (см. рис. 1, з–м). На VIII этапе органогенеза завершаются процессы формирования всех органов цветка, что соответствует фазе начала бутонизации. На IX этапе органогенеза происходит цветение и оплодотворение, на X начинается плодоношение, на XI этапе наступает молочная и на XII – восковая спелость семян, с соответствующими вышеуказанными фенодатами (см. таблицу). Надземная часть генеративного побега после цветения ежегодно отмирает.

Семенная продуктивность – важный показатель адаптации вида в условиях интродукции (Еременко, 1974). Ранее нами было установлено (Седельникова, Челтыгмашева, 2018), что плод *H. minor* представляет собой кожистую, трехгнездную коробочку, с округлой или удлинненно-эллиптической формой. Плод состоит из околоплодника с наружным слоем (экзокарпием) и внутренним (эндокарпием), который часто имеет поперечное

морщинистое жилкование и на ранних этапах развития зеленого цвета. Среднее значение длины коробочки с одного генеративного побега составляет 2.35 ± 0.13 см, ширины – 1.32 ± 0.07 см. Окраска семян черная, глянцевая. Их форма округло-яйцевидная, иногда почти шаровидная или слегка серповидная, угловато-пирамидальная (рис. 2, а). Семенная кожура темно-коричневого цвета, ее внутренний слой обычно плотно прилегает к наружному, не образуя воздушную камеру, что характерно для растений, обитающих в ксеромезофитных условиях (Серебрякова и др., 2006). Семенной рубчик эллипсоидный. Семенной шов килевидный, короткий. Масса 1000 семян – 8.2 г. Большую часть объема семени занимает полупрозрачный эндосперм, в него погружен зародыш. Он линейной формы и занимает 1/3 часть размера семени, что характерно для однодольных, в том числе близкородственного семейства Liliaceae L. (Цингер, 1958). В продольном разрезе семени обнаружена четкая граница между осью и терминальной семядолей зародыша (рис. 2, б). Зачаток зародышевого корешка обращен кончиком к микропиле. В верхней части он переходит в прямой гипокотиль и оканчивается меристематическим мелкоклеточным апексом побега. Это состояние для многих видов Ф.М. Куперман (1984) охарактеризовала как I этап органогенеза конуса нарастания побега. Среднее значение длины семян – 5.63 ± 0.21 мм, ширины – 2.98 ± 0.13 мм.

Анализ потенциальной и реальной семенной продуктивности (ПСП; РСП) показал, что последняя в 1.5–2.0 раза ниже, в среднем 5.8 шт. семян в коробочке. Коэффициент семенной продуктивности – 47.7%. Отмечено, что на формирование

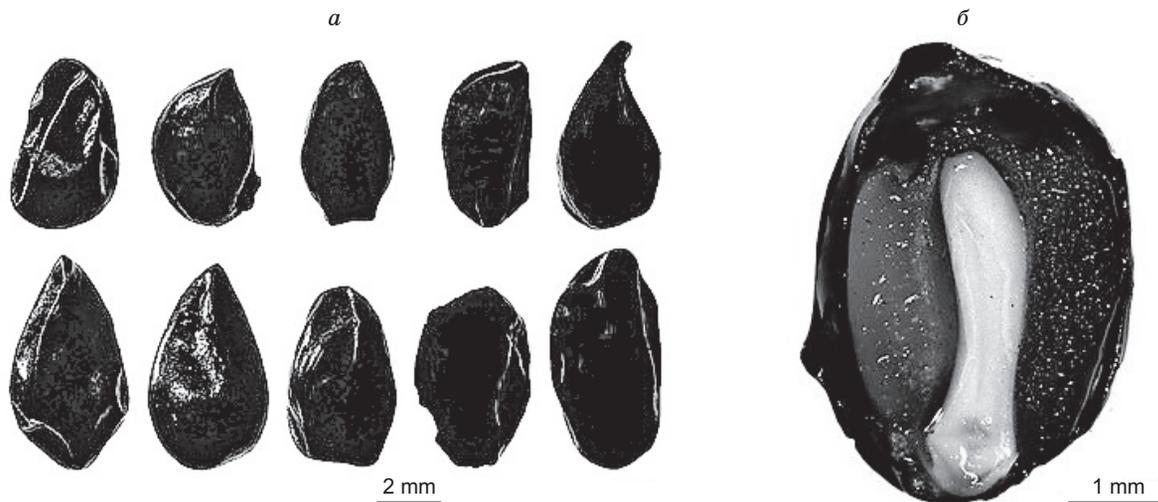


Рис. 2. Внешний вид (а) и поперечный срез (б) семени *H. minor*.

Fig. 2. Appearance (a) and cross-section (b) of *H. minor* seed.

семян лилейников существенно повлияла гидро- и термообеспеченность вегетационных периодов 2017–2019 гг. Так, в 2017 г., который характеризовался повышенной среднесуточной температурой и недостаточным увлажнением в период цветения, семена у *H. minor* не сформировались. Избыточное увлажнение и пониженная среднесуточная температура в вегетационный период 2018 г. привели к завязыванию небольшого количества семян. Вегетационный период 2019 г. был теплым, с недостаточным увлажнением, и отмечен формированием большого количества семян.

При лабораторной всхожести прорастание семян *H. minor* (по истечении трех месяцев после сбора без стратификации) наблюдали на 4-й день, с наибольшей энергией (100 %) – на 19 день. Тогда как, по данным Г.П. Семеновой (2007), семена *H. minor* прорастали на 9-й день без стратификации, при температуре 18–24 °С, и их всхожесть составляла 58–100 %. Установлено, что после 25-дневной стратификации при температуре 5–6 °С семена прорастали в первый день. Согласно классификации Н.Г. Николаевой и др. (1985) семена у *H. minor* имеют эндогенный физиологически неглубокий тип покоя.

Анатомическое строение при поперечном разрезе листа показало, что у *H. minor* он дорсо-вентрального типа, с четко выраженной верхней (адаксиальной) и нижней (абаксиальной) сторонами. Большинство эпидермальных клеток четырех-

угольной и реже шестиугольной формы. С адаксиальной стороны клетки эпидермы крупные и тонкостенные, по сравнению с мелкими и толстостенными клетками абаксиальной стороны листовой пластинки (рис. 3, а, б). Их размеры уменьшаются, а клеточные оболочки утолщаются в направлении от центра листовой пластинки. Отмечен однорядный слой клеток эпидермы с обеих сторон листа. Известно, что клетки эпидермиса выполняют защитную роль, предохраняя растения от избыточной потери воды, механических повреждений, проникновения вирусов, бактерий, грибов (Гамалей, 1990). Наличие более крупных эпидермальных клеток на верхней стороне листа является характерной чертой мезофитов. Установлено, что толщина эпидермиальных клеток адаксиальной стороны в области центральной жилки (162.2 ± 14.6 мкм) в среднем в 3–4 раза превышает толщину клеток абаксиальной стороны (46.1 ± 3.5 мкм). При этом по мере удаления от центральной жилки толщина клеток верхнего эпидермиса уменьшается почти в 2–3 раза и составляет 48.2 ± 2.6 мкм. Устьица овальные, погружены в эпидермис. Устьичный аппарат тетрацитного типа. Такой тип характерен для некоторых видов рода *Hemerocallis* (Sedelnikova, Cheltygmasheva, 2018). Число устьиц на верхнем эпидермисе 31.6 ± 3.3 , на нижнем 54.2 ± 10.3 шт. на 1 мм².

Мезофилл листа состоит из клеток палисадной и губчатой паренхимы. Палисадная паренхима

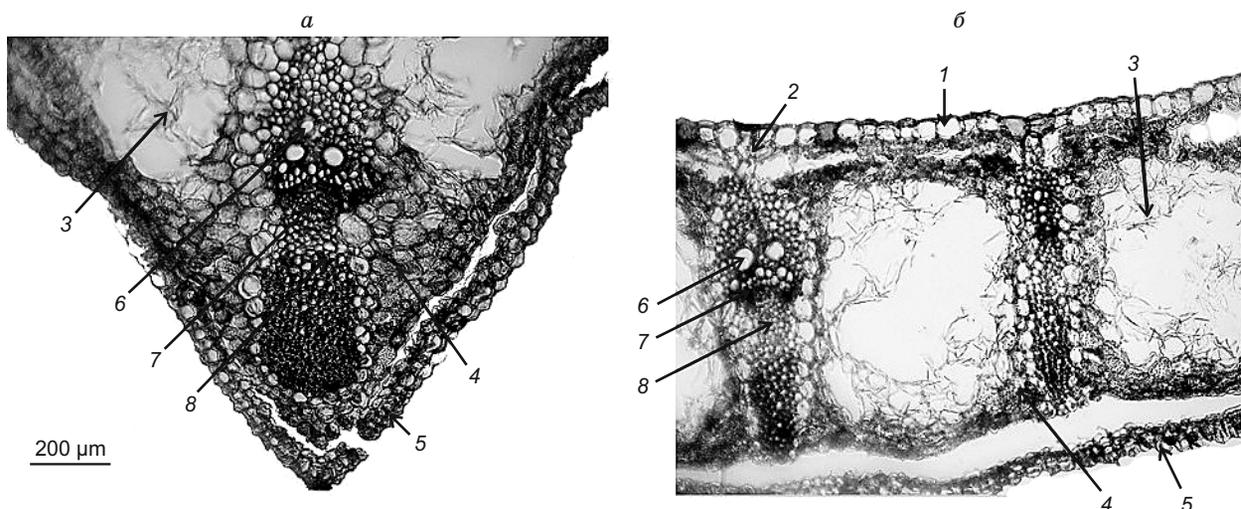


Рис. 3. Поперечный срез листа *H. minor* в центральной (а) и боковой части (б):

1 – верхний эпидермис; 2 – палисадная паренхима; 3 – воздухоносная полость; 4 – губчатая паренхима; 5 – нижний эпидермис; 6 – ксилема; 7 – флоэма; 8 – склеренхима.

Fig. 3. Cross-section of the *H. minor* leaf in the central (a) and side (b):

1 – upper epidermis; 2 – palisade parenchyma; 3 – air-bearing cavity; 4 – spongy parenchyma; 5 – lower epidermis; 6 – xylem; 7 – phloem; 8 – sclerenchyma.

представлена одним рядом мелких округлых клеток, расположена с двух сторон листа и развита слабо. Губчатая паренхима занимает основную часть поперечного среза листа, имеет сравнительно крупные, слегка вытянутые округлые клетки, среди которых расположено межклеточное пространство. У *H. minor* очень хорошо развита проводящая система листа. Проводящие пучки представлены сосудистыми клетками ксилемы и ситовидными флоэмы. Ксилема расположена к адаксиальной стороне листа, флоэма – к абаксиальной, что характерно для однодольных растений (Эзау, 1980). Проводящие пучки закрытого коллатерального типа. Самый крупный проводящий пучок расположен в центральной жилке листа (см. рис. 3, а). Параллельно ему от центральной

оси листа располагаются проводящие пучки, от 7 до 9 шт., размеры которых уменьшаются к латеральной стороне пластинки (см. рис. 3, б). Между проводящими пучками, вдоль всей листовой пластинки, поочередно расположен губчатый мезофилл с воздухоносными полостями, что способствует оптимальному функционированию ее фотосинтетической системы. С верхней и нижней сторон проводящих пучков располагаются обкладочные клетки склеренхимы, которые имеют четырех-шестиугольную форму и толстую оболочку. Склеренхима хорошо сформирована с боковых сторон листа, таким образом, она защищает от механических повреждений не только проводящие пучки, но и всю поверхность, придает прочность листовой пластинке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Феноритмотип интродуцируемого вида *H. minor* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири раннелетнецветущий, цветение наступало при сумме положительных температур 703.5–828.0 °С, длительно вегетирующий (период 140–147 дней).

Конус нарастания монокарпического побега в предзимье (в течение 15–20 дней) дифференцируется со II до начала VII этапа органогенеза, с переходом в зимний вынужденный покой длительностью 7.0–7.7 месяцев.

Жизненная форма *H. minor* в условиях интродукции формируется как короткокорневищная биоморфа с утолщенными придаточными корнями, с надземными моноподиально нарастающими розеточными вегетативно-генеративными побегами.

Морфология семян неоднородна, по форме округло-яйцевидная, шаровидная, серповидная, угловато-пирамидальная. Отношение семядоли к эндосперму составляет 1/3. Потенциальная семенная продуктивность в 1.5 раза выше реальной. Лабораторная всхожесть семян варьирует от 58 до

100 %. В вегетационные периоды с повышенной среднесуточной температурой и недостаточной влажностью во время цветения семена не формируются или образуются в ограниченном количестве.

В анатомическом строении листа определены следующие особенности: мезофитные – дорсовентральность, небольшое число устьиц с преобладанием на абаксиальной стороне, более крупные клетки эпидермы на адаксиальной стороне; ксерофитные – погруженные устьица с прямыми антиклинальными стенками, которых в 1.5 раза больше на абаксиальной стороне, развитая склеренхима и ткани проводящей системы, что свидетельствует о ксероморфной стратегии адаптации *H. minor* в условиях лесостепи Новосибирской области.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания по проекту № АААА-А21-121011290025-2 Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л., 1990. 204 с.
- Базилевская Н.А. Об основах теории адаптации растений при интродукции // Бюл. Главного ботанического сада АН СССР. 1981. 120:3–9.
- Баранов П.А. К методике количественного анатомического изучения растений // Бюл. САГУ. 1924. 1:1–6.
- Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974. 156 с.
- Бородич Г.С. Лилейники. М., 2006. 32 с.
- Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. 59(6): 826–831.

- Василевская В.К. Анатомо-морфологические особенности растений холодных и жарких пустынь Средней Азии // Учен. зап. ЛГУ. Сер. Биол. 1940. 14(62):48–158.
- Волкова Г.А., Кочеткова С.В. Интродукция видов рода *Hemerocallis* L. (лилейник, красоднев) на европейском Северо-Востоке // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. (4):17–19.
- Вяткин А.И. Род Красоднев (*Hemerocallis* L.) в Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2000. 18 с.
- Гамалей Ю.Ф. Флоэма листа. Л., 1990. 143 с.
- Гулинова Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. Л., 1974. 151 с.

- Данилова Н.С.** Интродукция многолетних травянистых растений Якутии. Якутск, 1993. 161 с.
- Декоративные** травянистые растения для открытого грунта СССР. Т. 2. Л., 1977. 459 с.
- Дикорастущие** полезные растения России. СПб., 2001. 663 с.
- Еременко Л.Л.** Семенная продуктивность в связи с морфогенезом // Биологические основы семеноведения и семеноводства интродуцентов. Новосибирск, 1974. С. 18–20.
- Жапова О.И.** Эколого-фитоценотическая приуроченность *Hemerocallis minor* Miller и накопление в нем биологически активных веществ (Забайкалье): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Чита, 2006. 19 с.
- Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.А., Карпухина Е.А.** Основные термины и понятия биоморфологии растений. М., 1993. 149 с.
- Захаревич С.Ф.** К методике описания эпидермы листа // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. Биол. 1954. (4):64–75.
- Конспект флоры Азиатской России:** Сосудистые растения. Новосибирск, 2012. 640 с.
- Красная книга Республики Саха (Якутия):** Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Т. 1. Якутск, 2000. 266 с.
- Красная книга Забайкальского края.** Растения. Новосибирск, 2017. 384 с.
- Красная книга Красноярского края:** В 2-х т. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов. Т. 2. Красноярск, 2012. 572 с.
- Красная книга Новосибирской области:** Животные, растения и грибы. Новосибирск, 2018. 588 с.
- Крестова И.Н.** Род *Hemerocallis* L. (Семейство Nemerocallidaceae) в условиях культуры в Приморском крае: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2010. 20 с.
- Крохмаль І.І.** Інтродукція видів і сортів роду *Hemerocallis* L. (Nemerocallidaceae R. BR.) у Донбас та перспективи їх використання у декоративному садівництві: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Ялта, 2005. 26 с.
- Куперман Ф.М.** Морфофизиология растений. М., 1984. 239 с.
- Левина Р.Е.** Плоды, морфология, экология, практическое значение. Саратов, 1967. 215 с.
- Левина Р.Е.** Репродуктивная биология семенных растений. М., 1981. 95 с.
- Лекарственные растения Сибири** для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Новосибирск, 1991. 260 с.
- Методика** фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 27 с.
- Методические** указания по семеноведению интродуцентов. М., 1980. 64 с.
- Методы** определения всхожести // Семена и посадочный материал сельскохозяйственных культур. М., 1977. С. 266–280.
- Мирославов Е.А.** Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. Л., 1974. 184 с.
- Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладков В.Н.** Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985. 347 с.
- Пешкова Г.А.** Степная флора Байкальской Сибири. М., 1972. 207 с.
- Полетико О.М., Мишенкова А.П.** Декоративные травянистые растения открытого грунта. Л., 1967. 208 с.
- Приходько Л.А.** Краткие итоги интродукции видов рода *Hemerocallis* в Якутском ботаническом саду // Вестн. КрасГАУ. 2010. (7):30–34.
- Седельникова Л.Л.** Адаптация биоморф декоративных геофитов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. 2009. (5):30–35.
- Седельникова Л.Л.** Виды рода *Hemerocallis* L. при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири // Учен. зап. ЗабГУ. 2016. 11(1):46–51.
- Седельникова Л.Л.** Биоморфы корневищных геофитов в связи с адаптацией в лесостепной зоне Западной Сибири // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: Материалы V Междунар. науч. конф. Кемерово, 2018. С. 101–104.
- Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А.** Содержание некоторых групп соединений у *Hemerocallis minor* в условиях интродукции // Химия растит. сырья. 2014. (1):177–183. DOI: 10.14258/jcprm.1401177
- Седельникова Л.Л., Челтыгмашева Л.Р.** Морфология и всхожесть семян представителей рода *Hemerocallis* L. в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. 2018. (4):209–215.
- Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А., Челтыгмашева Л.Р.** Сравнительное изучение содержания запасных и биологически активных веществ в вегетативных органах некоторых видов рода *Hemerocallis* L. // Вестн. Воронеж. ГАУ. 2018. Т. 11. 2(57):20–27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.20
- Семенова Г.П.** Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск, 2007. 408 с.
- Серебряков И.Г.** Экологическая морфология растений. М., 1962. 378 с.
- Серебряков И.Г.** Структура и ритм в жизни цветковых растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1963. IX(1):43–49.
- Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др.** Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений. М., 2006. 543 с.
- Телятьев В.В.** Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск, 1985. 384 с.
- Флора** Европейской части СССР. Л., 1979. 355 с.
- Флора** Сибири. Новосибирск, 1987. 247 с.

- Цингер Н.В.** Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958. 285 с.
- Цицилин А.Н.** Лекарственные растения на даче и вокруг нас: полная энциклопедия. М., 2014. 336 с.
- Шилова Н.В.** Сравнительная оценка сортов и гибридов и семенное размножение лилейников в условиях лесостепи Алтайского края // Субтропическое и декоративное садоводство. 2008. (41):173–182.
- Эзау К.** Анатомия семенных растений. Т. 2. М., 1980. 400 с.
- Chuparina E.V., Aiskeva T.S.** Determination of heavy metal levels in medicinal plant *Hemerocallis minor* Miller by x-ray fluorescence spectrometry // Environ. Chem. Letters. 2011. 9(1):19–23. DOI: 10.1007/s10311-009-0240-z.
- Sedelnikova L.L., Cheltygmasheva L.R.** Anatomic structure of leaf of some species of *Hemerocallis* genus // Prospects of Development and Challenges of Modern Botany BIO of Conferences. 2018. 11, 00037. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181100037>

Информация об авторах:

Седельникова Людмила Леонидовна – д-р биол. наук, с.н.с. лаборатории интродукции декоративных растений, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия).

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-1122-2421>

e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Челтыгмашева Лина Романовна – аспирант лаборатории интродукции декоративных растений, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия).

e-mail: chaska@mail.ru

Для цитирования: Седельникова Л.Л., Челтыгмашева Л.Р. Анатомио-морфологические особенности *Hemerocallis minor* (Hemerocallidaceae) в условиях лесостепи Новосибирской области // Раст. мир Азиатской России. 2021. 1:54–65. DOI: 10.15372/RMAR20210105

ANATOMO-MORPHOLOGICAL FEATURES OF *HEMEROCALLIS MINOR* (HEMEROCALLIDACEAE) UNDER THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

L.L. Sedelnikova, L.R. Cheltygmasheva

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia, lusedelnikova@yandex.ru

The results of studying *Hemerocallis minor* during introduction in the forest-steppe conditions of the Novosibirsk region are presented. The features of seasonal development taking into account the temperature factor are considered. It was found that in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia, the flowering of *H. minor* occurred at the sum of positive temperatures of 703.5–828.0 °C. Information about the organogenesis of monocarpic shoot is given. It is shown that the generative shoot is laid in the year preceding flowering. In the pre-winter period, its condition is characteristic of the sixth-seventh stages of organogenesis. The life form of *H. minor* in the conditions of introduction belongs to short-rooted perennials, with a monopodially increasing axial shoot system of the rosette type and erect elongated generative shoots. The adventitious root system is formed by two types of roots: feeding and storing. The morphological description of seeds, their germination and productivity is presented. It is noted that seeds after 25-day stratification at a temperature of 5–6 °C germinate faster than without stratification. It was found that the coefficient of seed productivity had a value of 47.7 %. Xeromesophytic features in the anatomical structure of the leaf blade are revealed. Ulicny apparatus tetrazine type. The number of stomata on the lower epidermis of the leaf is 1.5 times greater than on the upper one. A well – developed mechanical tissue, the conducting sclerenchyma and the xylem and phloem.

Key words: *Hemerocallis minor*, introduction, development rhythm, organogenesis, biomorph, monocarpic shoot, leaf anatomical structure, Western Siberia.

Acknowledgements. The work was performed as part of the state task for the project no. AAAA-A21-121011290025-2 of the Central Siberian Botanical garden SB RAS.

REFERENCES

- Artyushenko Z.T.** Atlas on descriptive morphology of higher plants. Semya. [Atlas po opisatel'noj morfolozhii vysshih rastenij. Semya]. Leningrad, 1990. 204 p. (In Russ.).
- Bazilevskaya N.A.** On the basics of the theory of plant adaptation during introduction // Byul. Glavn. Bot. Sada AN SSSR. 1981. 120:3–9. (In Russ.).
- Baranov P.A.** On the method of quantitative anatomical study of plants // Byul. SAGU. 1924. 1:1–6. (In Russ.).
- Beideman I.N.** Methods for studying the phenology of plants and plant communities [Metodika izucheniya fenologii rastenij i rastitel'nyh soobshchestv]. Novosibirsk, 1974. 156 p. (In Russ.).
- Borodich G.S.** Daylilies [Lilejniki]. Moscow, 2006. 32 p. (In Russ.).
- Chuparina E.V., Aysueva T.S., Zhapova O.I., Antsupova T.P.** Determination of metals Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba and Pb in medicinal plants by x-ray fluorescence analysis // Analitika i kontrol'. 2008. 12(1–2):2–10. (In Russ.).
- Chuparina E.V., Aiskeva T.S.** Determination of heavy metal levels in medicinal plant *Hemerocallis minor* Miller by x-ray fluorescence spectrometry // Environ. Chem. Letters. 2011. 9(1):19–23. DOI: 10.1007/s10311-009-0240-z.
- Danilova N.S.** Introduction of perennial herbaceous plants in Yakutia [Introdukciya mnogoletnih travyanistykh rastenij Yakutii]. Yakutsk, 1993. 161 p. (In Russ.).
- Decorative** herbaceous plants for open ground of the USSR [Dekorativnye travyanistye rasteniya dlya otкрытого grunta SSSR]. T. 2. Leningrad, 1977. 459 p. (In Russ.).
- Eremenko L.L.** Seed productivity in connection with morphogenesis [Semennaya produktivnost' v svyazi s morfogenezom] // Biologicheskie osnovy semenovedeniya i semenovodstva introducentov. Novosibirsk, 1974. P. 18–20. (In Russ.).
- Ezau K.** Anatomy of seed plants [Anatomiya semennykh rastenij]. Vol. 2. Moscow, 1980. 400 p. (In Russ.).
- Flora** of the European part of the USSR [Flora Evropejskoj chasti SSSR]. Leningrad, 1979. 355 p. (In Russ.).
- Flora** of Siberia [Flora Sibiri]. Novosibirsk, 1987. 247 p. (In Russ.).
- Gamaley Yu.F.** The phloem of the leaf [Floema lista]. Leningrad, 1990. 143 p. (In Russ.).
- Gulieva N.V.** Methods for agroclimatic processing of observations [Metody agroklimaticheskoy obrabotki nablyudenij]. Leningrad, 1974. 151 p. (In Russ.).
- Krestova I.N.** The Genus *Hemerocallis* L. (family *Hemerocallidaceae*) in the conditions of culture in the Primorsky territory [Rod *Hemerocallis* L. (Semejstvo *Hemerocallidaceae*) v usloviyah kul'tury v Primorskom krae]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci.]. Vladivostok, 2010. 20 p. (In Russ.).
- Krohmal' I.I.** Introduction of species and varieties of the genus *Hemerocallis* L. (Hemerocallidaceae R. BR.) to the Donbass and prospects for their use in decorative gardening [Introdukciya vidov i sortiv rodu *Hemerocallis* L. (Hemerocallidaceae R. BR.) u Donbas ta perspektivi ih vikoristannya u dekorativnomu sadivnictvi]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci.]. Yalta, 2005. 26 p. (In Ukr.).
- Kuperman F.M.** Morphophysiology of plants [Morfofiziologiya rastenij]. Moscow, 1984. 239 p. (In Russ.).
- Levina R.E.** Fruits, morphology, ecology, practical significance [Plody, morfologiya, ekologiya, prakticheskoe znachenie]. Saratov, 1967. 215 p. (In Russ.).
- Levina R.E.** Reproductive biology of seed plants [Reproduktivnaya biologiya semennykh rastenij]. Moscow, 1981, 95 p. (In Russ.).
- Medicinal** plants of Siberia for the treatment of cardiovascular diseases [Lekarstvennye rasteniya Sibiri dlya lecheniya serdechno-sosudistykh zabolevanij]. Novosibirsk, 1991. 260 p. (In Russ.).
- Methodical** instructions on seed science of introducents [Metodicheskie ukazaniya po semenovedeniyu introducentov]. Moscow, 1980. 64 p. (In Russ.).
- Methods** of phenological observations in the Botanical gardens of the USSR [Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadah SSSR]. Moscow, 1975. 27 p. (In Russ.).
- Methods** for determining germination // Semena i posadochnyj material sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Moscow, 1977. P. 266–280. (In Russ.).
- Miroslavov E.A.** Structure and function of the leaf epidermis of angiosperms [Struktura i funkciya epidermisa lista pokrytosemennykh rastenij]. Leningrad, 1974. 184 p. (In Russ.).
- Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkov V.N.** Handbook of germination of dormant seeds [Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchihsya semyan]. Leningrad, 1985. 347 p. (In Russ.).
- Peshkova G.A.** Steppe flora of Baikal Siberia [Stepnaya flora Bajkal'skoj Sibiri]. Moscow, 1972. 207 p. (In Russ.).
- Poletiko O.M., Mishenkova A.P.** Decorative herbaceous plants of open ground [Dekorativnye travyanistye rasteniya otкрытого grunta]. Leningrad, 1967. 208 p. (In Russ.).
- Prikhodko L.A.** Brief results of the introduction of species of the genus *Hemerocallis* in the Yakut Botanical garden // Vestnik KrasGAU. 2010. (7):30–34. (In Russ.).
- Red** book of the Republic of Sakha (Yakutia): Rare and endangered species of plants and fungi [Krasnaya kniga Respubliki Saha (Yakutiya): Redkie i nahodyashchihsya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy rastenij i gribov]. T. 1. Yakutsk, 2000. 266 p. (In Russ.).
- Red** book of the TRANS-Baikal territory. Plants [Krasnaya kniga Zabajkal'skogo kraja. Rasteniya]. Novosibirsk, 2017. 384 p. (In Russ.).

- Red book of the Krasnoyarsk territory: Rare and endangered species of wild plants and fungi** [Krasnaya kniga Krasnoyarskogo kraya: Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy dikorastushchih rastenij i gribov]. T. 2. Krasnoyarsk, 2012. 572 p. (In Russ.).
- Red book of the Novosibirsk region: Animals, plants and fungi** [Krasnaya kniga Novosibirskoj oblasti: Zhivotnye, rasteniya i griby]. Novosibirsk, 2018. 588 p. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L.** Adaptation of biomorphs of decorative geophytes in the forest-steppe zone of Western Siberia // Vestnik KrasGAU. 2009. (5):30–35. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L.** Species of the genus *Hemerocallis* L. introduced in the forest-steppe zone of Western Siberia // Uchyonye zapiski ZabGU. 2016. 11(1):46–51. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L.** Biomorphs of rhizomatous geophytes in connection with adaptation in the forest-steppe zone of Western Siberia [Biomorfy kornevishchnyh geofitov v svyazi s adaptaciej v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri] // Problemy promyshlennoj botaniki industrial'no razvityh regionov: Materialy V mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Kemerovo. 2018. P. 101–104. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L., Kukushkina T.A.** The Content of some groups of compounds in *Hemerocallis minor* under conditions of introduction // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2014. (1):177–183. DOI: 10.14258/jcpm.1401177 (In Russ.).
- Sedelnikova L.L., Cheltygmasheva L.R.** Morphology and seed germination of representatives of the genus *Hemerocallis* L. in the forest-steppe zone of Western Siberia // Vestnik KrasGAU. 2018. (4):209–215. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L., Kukushkina T.A., Cheltygmasheva L.R.** Comparative study of the content of spare and biologically active substances in the vegetative organs of some species of the genus *Hemerocallis* L. // Vestnik Voronezh. GAU. 2018. 11(2(57)):20–27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.20 (In Russ.).
- Semyonova G.P.** Rare and endangered species of Siberian flora: biology, conservation [Redkie i ischezayushchie vidy flory Sibiri: biologiya, ohrana]. Novosibirsk, 2007. 408 p. (In Russ.).
- Serebryakov I.G.** Ecological morphology of plants [Ekologicheskaya morfologiya rastenij]. Moscow, 1962. 378 p. (In Russ.).
- Serebryakov I.G.** Structure and rhythm in the life of flowering plants // Byull. MOIP. Otd. biologiya. 1963. IX(1):43–49. (In Russ.).
- Serebryakova T.I., Voronin N.S., Elenevsky A.G. et al.** Botany with the basics of phytocenology: Anatomy and morphology of plants [Botanika s osnovami fitocenologii: Anatomiya i morfologiya rastenij]. Moscow, 2006. 543 p. (In Russ.).
- Sedelnikova L.L., Cheltygmasheva L.R.** Anatomic structure of leaf of some species of *Hemerocallis* genus // Prospects of Development and Challenges of Modern Botany BIO of Conferences. 2018. 11, 00037. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181100037> (Engl.).
- Shilova N.V.** Comparative evaluation of varieties and hybrids and seed propagation of daylilies in the forest-steppe of the Altai territory // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2008. (41):173–182. (In Russ.).
- Synopsis of the flora of Asian Russia: Vascular plants** [Konspekt flory Aziatskoj Rossii: Sosudistye rasteniya]. Novosibirsk, 2012. 640 p. (In Russ.).
- Telyatev V.V.** Useful plants of Central Siberia [Poleznye rasteniya Central'noj Sibiri]. Irkutsk, 1985. 384 p. (In Russ.).
- Tsitsilin A.N.** Medicinal plants in the country and around us: complete encyclopedia [Lekarstvennye rasteniya na dache i vokrug nas: polnaya enciklopediya]. Moscow, 2014. 336 p. (In Russ.).
- Vaynagiy I.V.** Methods of study of seed productivity of plants // Bot. zhurn. 1974. 59(6):826–831. (In Russ.).
- Vasilevskaya V.K.** Anatomical and morphological features of plants in cold and hot deserts of Central Asia // Uchen. Zap. LGU. Ser. Biol. 1940. 14(62):48–158. (In Russ.).
- Volkova G.A., Kochetkova S.V.** Introduction species of the genus *Hemerocallis* L. (day lilies, trazodne) on the European North-East // Vestnik Instituta biologii Komi NC UrO RAN. 2007. (4):17–19. (In Russ.).
- Vyatkin A.I.** Genus *Krasodnev* (*Hemerocallis* L.) in Siberia [Rod Krasodnev (*Hemerocallis* L.) v Sibiri]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci.]. Novosibirsk, 2000. 18 p. (In Russ.).
- Wild** useful plants of Russia [Dikorastushchie poleznye rasteniya Rossii]. St. Petersburg, 2001. 663 p. (In Russ.).
- Zakharevich S.F.** On the method of describing the leaf epidermis // Vestnik Leningradskogo universiteta. Ser. Biologiya. 1954. (4):64–75. (In Russ.).
- Zhapova O.I.** Ecological and phytocenotic Association of *Hemerocallis minor* Miller and accumulation of biologically active substances in It (Transbaikalia) [Ekologo-fitocenoticheskaya priurochennost' *Hemerocallis minor* Miller i nakoplenie v nem biologicheski aktivnyh veshchestv (Zabajkal'e)]: Abstr. ... Diss. Kand. Sci.]. Chita, 19 p. (In Russ.).
- Zhmylyov P.Yu., Alekseev S.A., Karpukhina E.A.** Basic terms and concepts of biomorphology plants [Osnovnye terminy i ponyatiya biomorfologii rastenij]. Moscow, 1993. 149 p. (In Russ.).
- Zinger N.V.** Seed, its development and physiological properties [Semya, ego razvitie i fiziologicheskie svoystva]. Moscow, 1958. 285 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 17.04.20 г.,
после доработки – 03.08.20 г.,
принята к публикации 25.08.20 г.

Author info:

Sedelnikova Lyudmila L., Dr. Sci. in Biology, Senior Researcher, Laboratory of Ornamental Plant Introduction, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101, Zolotodolinskaia str., Novosibirsk, 630090, Russia).

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-1122-2421>

e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Cheltygmasheva Lina R., Postgraduate student, Laboratory of Ornamental Plant Introduction, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101, Zolotodolinskaia str., Novosibirsk, 630090, Russia).

e-mail: chaskaa@mail.ru

For citation: Sedelnikova L.L., Cheltygmasheva L.R. Anatomico-morphological features of *Hemerocallis minor* (Hemerocallidaceae) under the forest-steppe of the Novosibirsk region // Flora and vegetation of Asian Russia. 2021. 1:54–65. DOI: 10.15372/RMAR20210105