УДК 581.192.1:635.92 DOI: 10.31360/2225-3068-2024-89-112-123
EDN WYFMYW

МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗМЕЕГОЛОВНИКА КРЫЛОВА ПРИ АДАПТАЦИИ В КУЗБАССКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Цандекова О.Л., Вронская О.О.

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, Россия, e-mail: zandekova@bk.ru, oksana_vronski@mail.ru

Цандекова О.Л. orcid.org/0000-0002-9768-3084
Вронская О.О. orcid.org/0000-0001-8718-9448

Змееголовник Крылова *(Dracocephalum krylovii* Lipsky) – узколокальный эндемик Кемеровской области. Впервые проведено исследование его морфобиохимических особенностей при интродукции в Кузбасском ботаническом саду. Анализ результатов показал, что продолжительность вегетационного периода интродуцированного вида составляла 130–150 дней. Змееголовник Крылова относится к группе длительновегетирующих весенне-летне-осеннезелёных растений с периодом зимнего покоя. Продолжительность цветения вида в условиях Кузбасского ботанического сада зависела от гидротермических условий и варьировала в среднем от 47 до 56 дней. В период цветения интродуцента сумма положительных температур составляла 650–769 °С. Созревание плодов у змееголовника Крылова находилось в интервале от 45 до 54 дней. Во второй декаде июля в 2012 и 2020 году отмечено наиболее раннее созревание плодов у растений. В условиях интродукции вид проходит полный цикл сезонного развития. Семена вызревали, реальная семенная продуктивность составляла 77 %. Биохимические показатели (водорастворимые сахара, фенольные соединения, аскорбиновая кислота) и содержание зольности отличались количественной концентрацией в листьях змееголовника

Крылова в течение вегетационного периода. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (39,84 мг/100 г) в листьях растений отмечено во время формирования соцветий (фаза бутонизации), уровень концентрации сахаров (2,63 %) и фенольных соединений (1,97 %), содержание зольности (8,26 %) – при созревании плодов (фаза плодоношения). Экспериментальные данные можно использовать для оценки состояния и механизмов адаптации растений в биомониторинге.

Ключевые слова: интродукция, змееголовник Крылова, фенология, морфология, водорастворимые сахара, фенольные соединения, аскорбиновая кислота, зольность.

Введение. Род Змееголовник (*Dracocephalum*) насчитывает около 70 видов. Наибольшее видовое разнообразие в России встречается в Средней Азии (более 20 видов), в Западной и Восточной Сибири (более 15 видов). Большинство видов приурочено к горным районам. Исследование адаптации дикорастущих видов в условиях Сибири актуально, особенно выявление биологических особенностей у узколокальных эндемиков. Змееголовник Крылова – эндемик Кузбасса, который распространён в Таштагольском районе (рис. 1).

Отдел ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ — MAGNOLIOPHYTA

Семейство ЯСНОТКОВЫЕ — LAMIACEAE (LABIATAE)

Змееголовник Крылова

Dracocephalum krylovii Lipsky

© О.Г. Вомыткина

© С.А. Шереметова

Статус. Категория редкости — 2, категория угрозы — У, категория принимаемых мер — II.

Краткое описание. Многолетнее травянистое длиннокорневищно-стержнекорневое каудексовое растение. Стебли 15–25 см дл., при основании древеснеющие, простертые или восходящие, покрытые очень короткими, вниз направленными жесткими волосками. Листья с голым ресничатым краем. Верхушечные рыхлые соцветия длиной до 12 см состоят из ложных мутовок с 2–5 цветками. Венчик 1,2–1,4 см длины, двугубый, снаружи опушенный. Венчик в 2–2,5 раза длиннее чашечки 3–3,5 см длины, фиолетовый, снаружи пушистый от густого длинных волосков, внутри, с отклонением нижней губы, коротковолосистый. Орешки черно-коричневые, треугольные, удлиненно-овальной формы, 3,5–4 мм, мелкобуторчатые, с слабым крыловидным выростом на основании [13].

Распространение. Таштагольский район: среднее течение р. Мрассу, пп. Шадрин, Тыдей, Усть-Анзас, Верхний Анзас, р. Кошкинный Карчит [2, 3].

Общее распространение. Узколокальный эндемик Горной Шории [4].

Экология и фитоценология. Произрастает на уступах и в расщелинах скал, на осыпях по берегам р. Мрассу и ее притокам [1].

Биология. Растения в условиях г. Кемерово отрастают в конце 3-й декады апреля, через 3 недели переходят к бутонизации, цветут в конце мая — июне. Цветение длится в течение 26 дней. Семена созревают в конце 3-й декады июля, прорастают в августе, прорастание надземное. Реальная семенная продуктивность составляет 72,3%, из них 31,8% повреждены насекомыми, что затрудняет семенное возобновление [5, 6].

Численность и тенденция ее изменения. Исследованные популяции полночленные, поддержание их идет в основном благодаря вегетативному размножению, хотя присутствует и семенное. Популяции стабильны [1, 6].

Лимитирующие факторы. С учетом труднодоступности местообитаний существованию данного вида в настоящее время ничего не угрожает. Так как вид является узколокальным эндемиком, необходима его охрана в природных местообитаниях и проведение мониторинговых наблюдений за состоянием ценопопуляций.

Охрана in situ. Внесен в Красную книгу Кемеровской области [9], охраняется на территории Шорского национального парка [7, 8].

Охрана ex situ. Интродуцирован в КузБГ, выращивается с июня 2003 г. Исходным материалом послужили живые растения (5 экземпляров), собранные в Горной Шории. Вид в культуре недостаточно устойчив, выпадает из-за весеннего выпревания, семена созревают не каждый год [9–11].

Дополнительные меры охраны. Необходима охрана в природных местообитаниях и проведение периодических наблюдений за состоянием ценопопуляций, контроль за состоянием известных популяций вида, поиск новых местонахождений.

Источники информации. 1. Черемушкина и др., 2008. 2. Крылов, 1937. 3. Мат. герб. KUZ. 4. Флора Сибири, 1997. 5. Данные Т.Е. Буко. 6. Шереметова, Буко, 2008. 7. Ключ. бот. терр. Кемеровской обл., 2009. 8. Ключ. бот. терр. Алтае-Саянского экорегиона, 2009. 9. Кр. кн. Кемеровской обл., 2012. 10. Буко, Шереметова, 2007. 11. Интр. раст. природн. ф.л. Сибири, 2017.

Составитель. С.А. Шереметова.

147

Рис. 1. Распространение Змееголовника Крылова

Fig. 1. Distribution of *Dracocephalum krylovii* Lipsky

В природе вид обитает на каменистых субстратах, на уступах и в расщелинах скал, на осыпях по берегам реки Мрассу и её притокам. Он внесён в Красную книгу Кемеровской области, охраняется на территории Шорского национального парка. Вид относится ко второй категории редкости, У – категории угрозы, II – категории принимаемых мер. С учётом труднодоступности местообитаний существованию данного вида в настоящее время ничего не угрожает. Так как вид является узколокальным эндемиком, необходима его охрана в природных местообитаниях и проведение мониторинговых наблюдений за состоянием ценопопуляций.

Змееголовник Крылова – многолетнее травянистое длиннокорневищно-стержнекорневое каудексовое растение [14]. Стебли 15–25 см, при основании древеснеющие, простертые или восходящие, покрытые очень короткими, вниз направленными и согнутыми волосками. Листья с городчатым краем. Верхушечные рыхлые соцветия длиной до 12 см. Чашечки 1,2–1,4 см длины, двугубые, короткоопушённые. Венчик в 2–2,5 раза длиннее чашечки 3–3,5 см длины, фиолетовый, снаружи пушистый от тонких длинных волосков, внутри, у основания нижней губы, коротковолосистый. Орешки чёрно-коричневые, трёхгранные, удлинённо-овальной формы, 3,5–4 мм, мелкобугорчатые, с узким крыловидным выростом на верхушке.

Важнейшим механизмом адаптации интродуцентов при введении их в инорайонные условия культивирования проявляются на морфобиохимическом уровне, формируя лабильный и устойчивый фенотип. В литературе достаточно много сведений о биологических особенностях растений рода *Dracocephalum* [17, 18], среди которых большинство работ посвящено изучению змееголовника молдавского [12, 15, 16, 19, 20]. Однако исследования по морфологическим и биохимическим показателям змееголовника Крылова отсутствуют. Морфобиологическая оценка эндемика позволяет определить сезонный ритм развития растений, оценить зимостойкость, засухоустойчивость, декоративность, особенности размножения в конкретных условиях их возделывания. Многолетнее культивирование змееголовника Крылова в условиях Кузбасского ботанического сада позволило впервые подойти к исследованию содержания вторичных метаболитов и зольности в ассимиляционных органах, что представляет новизну и актуальность данной работы.

Цель данной статьи – изучение морфобиологических особенностей змееголовника Крылова при адаптации в Кузбасском ботаническом саду.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили растения змееголовника Крылова (*Dracocephalum krylovii* Lipsky) из семейства Яснотковых (Lamiaceae), произрастающие на коллекционном

участке Кузбасского ботанического сада (г. Кемерово). Климат района исследований – резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 0,9 °С. Наиболее высокая температура воздуха летом +35…+38 °С., зимой – 57 °С. Последние весенние заморозки отмечаются с 28 мая по 11 июня, первые осенние заморозки – с 26 августа по 14 сентября. Среднегодовое количество осадков – 450–500 мм. Высота снежного покрова варьирует от 47 до 72 см.

Оценку декоративности проводили по методике Госсортоиспытания [8]. Фенологические наблюдения – согласно методике фенологических наблюдений в ботанических садах [9]. Сумму температур определяли при использовании методических подходов: положительных температур выше 0 °С, эффективных – выше +5 °С, активных – выше +10 °С [4]. Семенная продуктивность вида оценивалась по общепринятым методикам [2, 10]. При оценке первичной интродукции использовалась 100-бальная шкала, по которой оценивались зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, общее состояние растений, способы размножения в культуре, развитие растений в период вегетации. К малоперспективным видам относились растения, набравшие менее 90 баллов, к перспективным – более 90 баллов, очень перспективным – 100 баллов [7].

Сбор растений для биохимических исследований проводили в периоды вегетации: отрастания, бутонизации, цветения и плодоношения. Проведены исследования по содержанию водорастворимых сахаров, фенольных соединений (танинов), аскорбиновой кислоты, общей и нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты золы в надземных органах (листьях) змееголовника Крылова. Определение водорастворимых сахаров проводили по методике Филипцовой и Смолича [13]. Взвешивали 5 г листьев растений, затем их размельчали и растирали до гомогенной массы в фарфоровой ступке с небольшим количеством воды, нагретой до 70 °С. Растёртую массу переносили в коническую колбу на 100 мл, объём вытяжки доводили до 50 мл горячей дистиллированной водой и оставляли на 10 мин для экстракции. По истечении времени экстракт отфильтровывали через воронку Шотта и переносили в мерную колбу. Осветлённой отфильтрованной вытяжки отбирали 1 мл, добавляли глицерата меди 15 мл, перемешивали и в течение 6 минут нагревали при 70 °С на водяной бане. Оптическую плотность раствора определяли при длине волны 582 нм («LEKI SS 1207», Финляндия). С помощью калибровочной кривой, построенной по глюкозе, рассчитывали концентрацию сахаров. Содержание фенольных соединений (танинов) определяли методом Левенталя-Нейбауера в модификации А.Л. Курсанова, основанным на лёгкой окисляемости фенолов

калия перманганатом в присутствии индигосульфокислоты [5]. Уровень накопления аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом с применением 2,6-дихлорфенолиндофенола натрия [11]. Определение зольности (общей золы и нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты) – путём сухого озоления в муфельной печи по ГОСТ 24027.2-80 [13]. Повторность опытов трёхкратная из смешанной пробы. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ Statistica 10 и Microsoft Office Excel 2007, где M – среднее арифметическое значение параметра, ошибка среднего значения (±m).

Результаты и их обсуждение. При изучении феноритмов роста и развития выяснили, что наиболее раннее весеннее отрастание у змееголовника Крылова наступало во второй декаде апреля в 2012 и 2020 году. В период отрастания сумма положительных температур составляла 342,5 °С, эффективных – 328 °С и активных – 231,4 °С. Начало цветения наступало через 42–51 день после отрастания. Наиболее ранее начало цветения наблюдалось в 2020 году. Сумма активных температур составила 904,3 °С (табл. 1).

Таблица 1. Фенодаты *Dracocephalum krylovii* (средние данные за 2009–2020 гг.)

Table 1. Phenodates of *Dracocephalum krylovii* (average data for 2009–2020)

Начало отрастания	Начало цветения	Конец цветения	Начало плодоношения	Конец плодоношения	Начало отмирания	Отмирание
29.04 ±6	05.06 ±5	26.07 ±1	23.06 ±5	08.08 ±3	30.07 ±3	26.09 ±5

Продолжительность цветения варьировала от 47 до 56 дней и зависела от гидротермических условий. Отмечено, что в тёплые и сухие периоды вегетации продолжительность цветения короткая, во влажные – продолжительная (табл. 2). Созревание плодов варьировало в интервале от 45 до 54 дней. Самое раннее созревание плодов было отмечено во второй декаде июля в 2012 и 2020 году. Сумма положительных температур составляла 650–769 °С. Период вегетации интродуцированного вида составил 130–150 дней.

Морфометрические параметры вегетативных органов показали, что вид в культуре превышал природные параметры по длине побегов (25–30 см). Коэффициент вариации высоты побегов за 15 лет составлял 7,4 %. Максимальное число цветков в соцветии 45–50 шт. Продолжительность цветения змееголовника Крылова тесно связана с количеством цветков в соцветии и не зависит от высоты растений и диаметра цветка.

Таблица 2. Агроклиматические показатели вегетационных периодов (2009–2023 гг.)

Table 2. Agroclimatic indicators of the growing seasons (2009–2023)

Год	Сумма осадков, *мм*	Сумма температур выше 10 °С	Гидротермический коэффициент (ГТК)	Характеристика тепло- и влагообеспеченности
2009	79,4	436,4	1,82	влажный
2010	89,1	376,1	2,37	влажный
2011	103,5	868,0	1,19	слабозасушливый
2012	99,2	1015,9	0,98	засушливый
2013	62,7	238,3	2,63	влажный
2014	119,9	710,0	1,69	влажный
2015	103,5	868,0	1,19	слабозасушливый
2016	63,6	812,3	0,78	засушливый
2017	145,7	938,1	1,55	влажный
2018	58,7	658,9	0,89	засушливый
2019	86,8	854,2	1,02	слабозасушливый
2020	77,4	1028,0	0,75	засушливый
2021	119,9	710,0	1,69	влажный
2022	60,4	771,3	0,78	засушливый
2023	93,8	750,2	1,25	слабозасушливый

Показатель цветочной продуктивности по годам варьировал. Так, низкая цветочная продуктивность отмечена в тёплый засушливый вегетационный период (2012 и 2020 гг.), высокая – в слабозасушливые года (2011, 2015, 2019 и 2023 гг.) (табл. 2). По комплексу декоративных признаков установлено, что она составила 96 баллов. Исключение составил 2017 год, когда цветения у змееголовника Крылова не наблюдалось (табл. 3).

По характеру феноритмотипа в соответствии с классификацией, разработанной И.В. Борисовой [1], *D. krylovii* относится к группе длительновегетирующих весенне-летне-осеннезелёных растений с периодом зимнего покоя. В условиях интродукции в Кузбасском ботаническом саду эндемик проходил полный цикл сезонного развития. Змееголовник Крылова устойчив в культуре, он цветёт и плодоносит, не даёт самосев и требует особых агротехнических мероприятий (растёт на почвах с хорошим дренажем). Из-за возможности его выпревания необходимо выбирать участок с меньшей высотой снегового покрова (табл. 4).

Таблица 3. Оценка декоративных признаков змееголовника Крылова (данные за 2009–2023 гг.)

Table 3. Assessment of decorative characters in *Dracocephalum krylovii* Lipsky (data for 2009–2023)

Декоративные признаки	Коэффициент значимости	Оценка декоративных признаков по 5/100-балльной шкале
Окраска цветка и её устойчивость	3	5/15
Размер цветка	2	5/10
Форма цветка	2	5/10
Аромат	2	4/4
Цветонос (длина и прочность)	1	4/4
Соцветие (размер, форма, количество цветков)	2	5/10
Обилие цветения	2	5/10
Одновременность цветения (количество одновременно раскрывшихся цветков)	1	5/10
Габитус растения	1	4/4
Оригинальность	3	5/15
Состояние растений	1	4/4
Общая оценка сорта по 100-балльной шкале		96

Таблица 4. Оценка успешности первичной интродукции змееголовника Крылова

Table 4. Assessment of the success of the primary introduction of *Dracocephalum krylovii* Lipsky

Вид	Оценка зимостойкости	Устойчивость к болезням и вредителям	Общее состояние	Способы размножения в культуре	Развитие растений в период вегетации	Общее количество баллов
Dracocephalum krylovii	20	10	15	15	15	75

Число семян в соцветии одного побега варьировало от 48 до 55 штук. Коэффициент семенификации составил 60 %, что свидетельствует о средней реализации репродуктивного потенциала опытных образцов, реальная семенная продуктивность – 77 %. Масса 1000 семян *D. krylovii* находилось в пределах от 0,18 до 0,20 грамм.

Для понимания механизмов адаптации и оценки приспособительных свойств змееголовника Крылова к экологическим условиям его произрастания важными биохимическими показателями являются аскорбиновая кислота, фенольные соединения и водорастворимые сахара. Результаты проведённых исследований показали, что уровень накопления метаболитов в листьях змееголовника Крылова изменялся в зависимости от фаз вегетации (табл. 5). В период активного роста растений происходило энергичное образование аскорбиновой кислоты у исследуемых образцов, но снижение уровня водорастворимых сахаров и фенольных соединений, что, очевидно, связано с усиленными обменными процессами органических веществ и с новообразованием растительных органов. Максимум накопления аскорбиновой кислоты (39,84 мг/100 г) в листьях растений отмечен во время формирования соцветия (фаза бутонизации), которая используется, очевидно, в энергетических процессах цветения. Далее наблюдали снижение уровня аскорбиновой кислоты в листьях змееголовника Крылова от фазы цветения к фазе плодоношения до 31,50 мг/100 г.

Таблица 5. Динамика содержания биохимических показателей (M ±m) в листьях змееголовника Крылова

Table 5. Dynamics of the content of biochemical parameters (M ±m) in leaves of *Dracocephalum krylovii* Lipsky

Наименование показателя	Отрастание	Бутонизация	Цветение	Плодоношение
Водорастворимых сахаров (*%*)	2,54 ±0,015	1,35 ±0,012	2,09 ±0,023	2,63 ±0,014
Фенольных соединений в перерасчёте на танин (*%*)	0,93 ±0,028	0,86 ±0,034	1,82 ±0,028	1,97 ±0,020
Аскорбиновая кислота (*мг/100 г*)	25,41 ±0,35	39,84 ±0,25	38,04 ±0,33	31,50 ±0,52
Золы общей (*%*)	7,78 ±0,13	8,07 ±0,15	8,15 ±0,32	8,26 ±0,29
Золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты (*%*)	1,04 ±0,098	1,26 ±0,074	1,56 ±0,064	1,70 ±0,098

Примечание: различия достоверны при уровне значимости P = 0,95

Важными показателями, характеризующими потенциальную фитохимическую активность, являются динамика накопления фенольных соединений и водорастворимых сахаров. За весь период наблюдений отмечали стабильное повышение фенольных соединений от периода отрастания до плодоношения с варьированием значений от 0,86 до 1,97 %. Максимум накопления водорастворимых сахаров приходился на период плодоношения (2,63 %).

Одним из информативных показателей приспособленности растений к условиям произрастания является зольность, количество которой определяется у разных видов растений в пределах от 3 до 25 %. По сведениям А.С. Никитиной [12] в листьях *D. moldavica* L. содержание общей золы отмечено не более 9 %, золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты – не более 2 %. Анализ результатов показал, что уровень содержания общей золы у исследуемых образцов в течение вегетационного периода варьировал в пределах от 7,8 до 8,3 %, золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, – в среднем 1,4 %, с увеличением к концу вегетации.

Заключение. В условиях Кузбасского ботанического сада продолжительность вегетационного периода змееголовника Крылова составляла 130–150 дней. Вид проходит полный цикл сезонного развития. Продолжительность цветения вида зависела от гидротермических условий и варьировала в среднем от 47 до 56 дней, созревание плодов – в среднем от 45 до 54 дней. Во второй декаде июля в 2012 и 2020 году отмечено наиболее раннее созревание плодов у растений. Семена вызревали, реальная семенная продуктивность составляла 77 %. Биохимические показатели отличались количественной концентрацией в листьях змееголовника Крылова в течение вегетационного периода. Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (39,84 мг/100 г) в листьях растений отмечено во время формирования соцветий (фаза бутонизации), уровень концентрации сахаров (2,63 %) и фенольных соединений (1,97 %), содержание зольности (8,26 %) – при созревании плодов (фаза плодоношения). Экспериментальные данные можно использовать для оценки механизмов адаптации растений в биомониторинге.

Публикация подготовлена в рамках реализации
ГЗ ФИЦ УУХ СО РАН № FWEZ-2024-0022 и на базе УНУ
Интродукционный фонд КузБС № USU 508670

Список литературы/References

1. Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества, Полевая геоботаника. 1972; 4 : 5-94. [Borisova I.V. Seasonal dynamics of the plant community, Field geobotany. 1972; 4 : 5-94. (in Rus)].

2. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений, Ботанический журнал. 1974; 59(6) : 826-831. [Vainagiy I.V. On the methodology for studying seed productivity of plants, Botanical journal. 1974; 59(6) : 826-831. (in Rus)].
3. ГОСТ 24027.2–80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М.: Изд-во стандартов, 1981. [GOST 24027.2–80. Herbal medicinal raw materials. Methods for determining humidity, ash content, extractives and tannins, essential oil. M.: Standards Publishing House, 1981. (in Rus)].
4. Гулинова Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. [Gulinova N.V. Methods for agroclimatic processing of observations. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. (in Rus)].
5. Коренская И.М., Ивановская Н.П., Измалкова И.Е. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие антраценпроизводные, простые фенолы, лигнаны, дубильные вещества. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2007. [Korenskaya I.M., Ivanovskaya N.P., Izmalkova I.E. Medicinal plants and medicinal plant raw materials containing anthracene derivatives, simple phenols, lignans, tannins. Voronezh: Voronezh State University Publishing House, 2007. (in Rus)].
6. Красная книга Кузбасса. Том I. / отв. ред. А.Н. Куприянов. Кемерово: ВЕКТОР-ПРИНТ, 2021. [Red Book of Kuzbass. Vol. I. / executive editor A.N. Kupriyanov. Kemerovo: VECTOR-PRINT, 2021. (in Rus)].
7. Куприянов А.Н. Теория и практика интродукции растений: учебное пособие. Кемерово: Ирбис, 2013. [Kupriyanov A.N. Theory and practice of plant introduction: textbook. Kemerovo: Irbis, 2013. (in Rus)].
8. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур: Декоративные культуры. М.: Колос, 1968. [Methodology for state testing of agricultural crops: Ornamental crops. Moscow: Kolos, 1968. (in Rus)].
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Наука, 1975. [Methodology for phenological observations in botanical gardens of the USSR. M.: Science, 1975. (in Rus)].
10. Методические указания по семеноведению интродуцентов. М.: Наука, 1980. [Guidelines for seed production of introduced species. M.: Science, 1980. (in Rus)].
11. Неверова О.А. Практикум по биохимии. Кемерово: КемТИПП, 2005. [Neverova O.A. Workshop on biochemistry. Kemerovo: Publishing house of the Kemerovo Technological Institute of Food Industry, 2005. (in Rus)].
12. Никитина А.С. Фармакогностическое изучение змееголовника молдавского (Dracocephalum moldavica L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) с целью обоснования применения в фармации и медицине. Автореф. канд. дис. Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2008. [Nikitina A.S. Pharmacognostic study of the Moldovan snakehead (Dracocephalum moldavica L.) and medicinal hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) in order to justify their use in pharmacy and medicine. Abstract cand. dis. Pyatigorsk: Pyatigorsk State Pharmaceutical Academy, 2008. (in Rus)].
13. Филипцова Г.Г., Смолич И.И. Биохимия растений: методические рекомендации. Минск: БГУ, 2004. [Filiptsova G.G., Smolich I.I. Biochemistry of plants: methodological recommendations. Minsk: BSU, 2004. (in Rus)].
14. Черемушкина В.А. Шереметова С.А. Буко Т.Е. Ценопопуляции *Dracocephalum krylovii* (Lamiaceae) в Горной Шории (Кемеровская область), Ботанический журнал. 2008; 93(10) : 1565-1577. [Cheremushkina V.A. Sheremetova S.A. Buko T.E. Cenopopulations of *Dracocephalum krylovii* (Lamiaceae) in Gornaya Shoria (Kemerovo region), Bo-

tanical journal. 2008; 93(10) : 1565-1577. (in Rus)].
15. Borghei S.F., Azizi A., Pourhosseini S.H., Rahimi-Rizi M. Characterization of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) landraces: Genetic, chemotypic, and agro-morphologic perspectives, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 2024; 38 : 100522. DOI: 10.1016/j.jarmap.2023.100522.
16. Dastmalchi K., Dorman D., Laakso I., Hiltunen R. Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts, LWT – Food Science and Technology. 2007; 40(9) : 1655-1663. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.11.013.
17. Fattahi M., Bonfill M., Fattahi B. et. al. Secondary metabolites profiling of Dracocephalum kotschyi Boiss at three phenological stages using uni- and multivariate methods, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 2016; 3(4) : 177-185. DOI: 10.1016/j.jarmap.2016.04.002.
18. Weremczuk-Jeżyna I., Kuźma Ł., Grzegorczyk-Karolak I. The effect of different light treatments on morphogenesis, phenolic compound accumulation and antioxidant potential of *Dracocephalum forrestii* transformed shoots cultured *in vitro*, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 2021; 224 : 112329. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2021.112329.
19. Yang L.-N., Xing J.-G., He C.-H., Wu T. The phenolic compounds from *Dracocephalum moldavica* L., Biochemical Systematics and Ecology, 2014; 54 : 19-22. DOI: 10.1016/j.bse.2013.12.009.
20. Zhan M., Ma M., Mo X. et al. *Dracocephalum moldavica* L.: An updated comprehensive review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and application aspects, Fitoterapia. 2024; 172 : 105732. DOI: 10.1016/j.fitote.2023.105732.

MORPHOBIOCHEMICAL FEATURES OF THE KRYLOV DRAGONHEAD DURING ADAPTATION IN THE KUZBASS BOTANICAL GARDEN

Tsandekova O.L., Vronskaya O.O.

Federal Research Centre for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russia, e-mail: zandekova@bk.ru, oksana_vronski@mail.ru

Dracocephalum krylovii Lipsky is a narrow – locality endemic to the Kemerovo region. For the first time, a study of its morphobiochemical features was conducted during introduction in the Kuzbass Botanical Garden. The analysis of the results showed that the duration of the vegetation period for the introduced species was 130–150 days. *Dracocephalum krylovii* belongs to the group of long-term vegetating spring-summer-autumn green plants with a period of winter dormancy. The duration of flowering in the conditions of the Kuzbass Botanical Garden depended on hydrothermal conditions and varied on average from 47 to 56 days. During the flowering period of the introduced plant, the sum of positive temperatures was 650–769 °C. Fruit ripening was in the range from 45 to 54 days. The earliest ripening of fruits was noted in mid-July in 2012 and 2020. Under the conditions of introduction, the species undergoes a full cycle of seasonal development. The seeds ripened, the real seed productivity was 77 %. Biochemical parameters (water-soluble sugars, phenolic compounds, ascorbic acid) and ash content differed by

quantitative concentration in *Dracocephalum krylovii* Lipsky leaves during the growing season. The highest content of ascorbic acid (39.84 mg/100 g) in leaves was noted during the formation of inflorescences (budding phase), the concentration of sugars (2.63 %) and phenolic compounds (1.97 %), ash content (8.26 %) – during fruit ripening (fruiting phase). Experimental data can be used to assess the state and mechanisms of plant adaptation in biomonitoring.

Key words: introduction, *Dracocephalum krylovii* Lipsky, phenology, morphology, water-soluble sugars, phenolic compounds, ascorbic acid, ash content.