

Особенности биологии и химический состав *Chrysanthemum zawadskii* – редкого вида Республики Башкортостан

К. А. Пупыкина¹, Л. М. Абрамова², И. Е. Анищенко², О. Ю. Жигунов^{2✉}

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия

² Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

E-mail: zhigunov2007@yandex.ru

Аннотация. Цель – изучение особенностей биологии (основные фенологические фазы сезонного роста и развития, морфология вегетативной и генеративной сфер, лабораторная всхожесть семян, вегетативное размножение) и химического состава (надземной части в различных фазах вегетации) *Chrysanthemum zawadskii* Herbach в условиях Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. **Методы.** Интродукционные испытания (изучение фенологии, морфометрии и др.) проведены согласно стандартным методикам. Проращивание семян собственной репродукции выполнено в соответствии с методикой в лабораторных условиях в чашках Петри в двух вариантах: без стратификации и с предварительной стратификацией. Качественное и количественное определение золы, макро- и микроэлементов и некоторых биологически активных веществ, содержащихся в надземной части *Ch. zawadskii*, проводили с использованием известных и модифицированных методик. **Результаты.** *Ch. zawadskii* характеризуется прохождением полного жизненного цикла развития, длительно вегетирующее растение (155 дней), с поздневесенним отращиванием побегов, из группы длительноцветущих растений (более 20 дней). Семена массово созревают в середине сентября. Изученный редкий вид обладает лекарственными свойствами за счет содержания в надземной части растений некоторых групп биологически активных веществ. Изучение химического состава в различные фенофазы развития показало, что наибольшее содержание аскорбиновой кислоты и флавоноидов наблюдается у травы, собранной в фазу цветения, дубильные вещества в большем количестве накапливаются в листьях, собранных в фазу плодоношения, а в меньшем количестве – в цветках, собранных в фазу цветения. Наибольшее накопление органических кислот и экстрактивных веществ наблюдается в цветках растений, собранных в фазу цветения. Больше количество макро- и микроэлементов у *Ch. zawadskii* накапливается в траве и листьях независимо от фенологической фазы развития. Установлено наличие 8 незаменимых и 6 заменимых аминокислот. **Научная новизна.** Впервые в Республике Башкортостан изучен химический состав хризантемы Завадского – редкого ресурсного лекарственного растения, интродуцированного из природной флоры.

Ключевые слова: *Chrysanthemum zawadskii*, фенология, сырье, химический состав, флавоноиды, дубильные вещества, аминокислоты.

Для цитирования: Пупыкина К. А., Абрамова Л. М., Анищенко И. Е., Жигунов О. Ю. Особенности биологии и химический состав *Chrysanthemum zawadskii* – редкого вида Республики Башкортостан // Аграрный вестник Урала. 2022. № 03 (218). С. 48–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-48-58.

Дата поступления статьи: 01.12.2021, **дата рецензирования:** 15.12.2021, **дата принятия:** 14.01.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Ввиду усиления антропогенного фактора (сокращение лесных массивов, техногенная распашка земель, использование химических средств защиты культурных растений, интенсивное градостроительство и др.) на природные экосистемы Южного Урала наблюдается истощение в природных условиях запасов растений, имеющих хозяйственно цен-

ное значение. Среди них – лекарственные растения, изучение которых в природе и условиях культуры при интродукции позволяет расширить номенклатуру лекарственного растительного сырья. Отсутствие данных об их биологии, химическом составе и фармакологических свойствах определяет актуальность настоящего исследования.

На протяжении последних лет усилилась активность населения к стихийному сбору лекарственных видов флоры, что приводит к постепенному сокращению численности, а впоследствии – к исчезновению редких лекарственных видов, среди которых эндемичные и реликтовые. Для регулирования численности природных популяций таких видов создают особо охраняемые природные территории (ООПТ). Роль в сохранении редких видов растений, в числе которых – лекарственные, принадлежит и ботаническим садам, занимающимся введением в культуру видов растений иноземной и природной флоры (интродукция).

Среди растений, представляющих интерес использования в медицинских целях, есть *Chrysanthemum zawadskii* Herbich (семейство Asteraceae Dumort. (астровые)). Вышеуказанный вид, согласно литературным источникам, ранее имел применение лишь тибетскими монахами для снятия симптомов простуды, устранения болей в мочевом пузыре, избавления от глистных инвазий, снижения давления, повышения тонуса организма и др. Наряду с лекарственными свойствами вид характеризуется также и декоративными качествами (как красивоцветущее растение) [1, с. 64].

Ch. zawadskii – редкий восточноевропейско-сибирско-азиатский вид, имеющий дизъюнктивный ареал, сокращающийся в численности (статус в РБ – II категория). Жизненная форма – рыхлокустовой дерновый летнезеленый травянистый тонко-длиннокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с полурозеточными прямостоячими побегами высотой до 60 см, с очередными цельными и перисто-лопастными листьями, образующий в начале развития прикорневую розетку из перисторассеченных листьев. Корзинки одиночные или немногочисленные, язычковые цветы белые или розоватые, плод – семянка [2, с. 1283; 3, с. 16; 4, с. 4].

Нативно *Ch. zawadskii* распространена в Средней и Восточной Европе, Сибири, на Дальнем Востоке, в Монголии и Китае. В Республике Башкортостан, согласно современным исследованиям ученых-ботаников, вид встречается в шести локалитетах (Уфимское плато и среднее течение р. Белой). Ранее было отмечено 12 пунктов произрастания, половина из них попала в зону затопления при строительстве Юмагузинского водохранилища. Вид приурочен к выходам известняков на склонах гор, степным сообществам и светлохвойным основным лесам. Лимитирующий фактор – антропогенный [5, с. 42; 6, с. 221].

Таблица 1
Природно-климатические условия района исследования

Критерии	Характеристика
Среднегодовая температура воздуха	+2,6 °
Диапазон среднемесячной температуры воздуха зимой	От -12 °
Абсолютный минимум	-42 °
Диапазон среднемесячной температуры воздуха	От +17,1 °
Абсолютный максимум	+ 37 °
Среднемесячное количество осадков летом	54–69 мм
Среднегодовое количество осадков	580 мм
Количество весенних осадков	28–42 мм
Безморозный период	144 дня
Почвы	Лесные серые, в перегнойно-аккумулятивном горизонте содержание гумуса составляет 3–5,5 %
Реакция среды почвы	Слабокислая или близкая к нейтральной

Table 1
Natural and climatic conditions of the study area

Criteria	Characteristic
Average annual air temperature	+2.6 C
Average monthly air temperature range in winter	From -12 °
Absolute minimum	-42 °
Average monthly air temperature range	From +17.1 °
Absolute maximum	+ 37 °
Average monthly rainfall in sum	54–69 mm
Average annual rainfall	580 mm
Spring rainfall	28–42 mm
Frostless season	144 days
Soils	Gray forest, strongly compacted, in the overflow-accumulative horizon, the content of humus is 3–5.5 %
Reaction of soil environment	Slightly acidic or close to neutral

Цель исследования – изучение особенностей биологии (наступление основных фенологических фаз сезонного роста и развития, морфология вегетативной и генеративной сфер, лабораторная всхожесть семян, вегетативное размножение) и химического состава (надземной части в различных фазах вегетации) *Ch. zawadskii* в условиях ЮУБСИ.

Методология и методы исследования (Methods)

Природные условия района расположения ботанического сада (Уфа, северная лесостепь Башкирского Предуралья) представлены в таблице 1 [7, с. 11].

Ch. zawadskii интродуцирована в ЮУБСИ в 1995 г. из природных местообитаний (Башкирское

Предуралье, Кугарчинский район) в виде живых растений, в культуре устойчив [8, с. 97]. Интродукционные испытания *Ch. zawadskii* (изучение фенологии, морфометрии и др.) проведены согласно стандартным методикам [9, с. 566; 10, с. 89].

Проращивание семян собственной репродукции выполнено в соответствии с методикой в лабораторных условиях в чашках Петри в предварительно прокаленном песке, обработанном раствором перманганата калия в двух вариантах: без стратификации (температура +18...+20 °С) и с предварительной стратификацией (температура +5...+6 °С в течение 30 дней) [11, с. 24].

Таблица 2
Оценка перспективности интродукции

Вид	Интенсивность плодоношения	Всхожесть семян	Семенное размножение	Вегетативное размножение	Габитус в культуре	Повреждаемость болезнями и вредителями	Зимостойкость	Сумма баллов	Перспективность
<i>Ch. zawadskii</i>	3	3	3	3	3	3	3	21	ОП

Примечание. ОП – очень перспективные.

Table 2
Assessment of the prospects of introduction

Species	Fruiting intensity	Seed germination	Seed reproduction	Vegetative reproduction	Habitus in culture	Damage by diseases and pests	Winter hardiness	Total points	Perspective
<i>Ch. zawadskii</i>	3	3	3	3	3	3	3	21	VP

Note. VP – very promising.

Таблица 3
Содержание золы в образцах *Ch. zawadskii*

Исследуемый объект в различной фенофазе развития	Зола общая (x ± Δx), %	Зола нерастворимая в 10 % HCl (x ± Δx), %
Трава в период бутонизации	6,49 ± 0,28	1,63 ± 0,19
Цветки в период цветения	5,37 ± 0,27	1,58 ± 0,18
Листья в период цветения	6,42 ± 0,32	1,66 ± 0,18
Трава в период цветения	6,93 ± 0,35	1,76 ± 0,19
Цветки в период плодоношения	7,30 ± 0,36	1,78 ± 0,19
Листья в период плодоношения	8,78 ± 0,34	1,84 ± 0,14
Трава в период плодоношения	8,96 ± 0,41	1,93 ± 0,20

Table 3
Ash content in samples of *Ch. zawadskii*

Object under study in different developmental phenophase	Total ash (x ± Δx), %	Ash insoluble in 10 % HCl (x ± Δx), %
Grass during the period of butonization	6.49 ± 0.28	1.63 ± 0.19
Flowers during flowering	5.37 ± 0.27	1.58 ± 0.18
Leaves during flowering	6.42 ± 0.32	1.66 ± 0.18
Grass during flowering	6.93 ± 0.35	1.76 ± 0.19
Flowers during fruiting	7.30 ± 0.36	1.78 ± 0.19
Leaves during fruiting	8.78 ± 0.34	1.84 ± 0.14
Grass during fruiting	8.96 ± 0.41	1.93 ± 0.20

Качественное и количественное определение золы, макро- и микроэлементов и некоторых биологически активных веществ, содержащихся в образцах надземной части *Ch. zawadskii*, проводили с использованием известных и модифицированных методик. [12, с. 37; 13, с. 22; 14, с. 93; 15, с. 97].

Результаты (Results)

Ch. zawadskii в ЮУБСИ выращивается на коллекции редких и исчезающих растений (в том числе эндемики и реликты), которая включает более 130 видов, интродуцированных из нативных мест произрастания (Республика Башкортостан). Сбор посадочного материала редких видов, который представляет собой семена и живые растения, проводится научными сотрудниками в ходе полевых экспедиций.

В условиях культуры в ботаническом саду хризантема Завадского характеризуется прохождением полного жизненного цикла развития. Является длительно вегетирующим растением (155 дней), отличается поздневесенним отрастанием побегов (10–12.05), в фазу бутонизации вид вступает в третьей декаде июля, цветет продолжительно – с первых дней августа до конца месяца на протяжении более 20 дней. По срокам цветения вид отнесен к группе длительноцветущих растений. Семена начинают созревать во второй декаде августа (13–15.08), когда цветение подходит к концу, массово семена созревают во второй декаде сентября (17–19.09). Растения данного вида заканчивают вегетировать с наступлением холодов, в наших климатических условиях этот период отмечен в середине октября.

При проращивании семян *Ch. zawadskii* собственной репродукции в лабораторных условиях получены следующие результаты: при комнатной температуре без стратификации лабораторная всхожесть семян составила 74,0 %, с предварительной стратификацией – 84,6 %. В первом случае семена проросли в течение четырех дней, во втором – в течение двух дней. Прорастание семян с учетом стратификации в течение одного месяца выше. Отмечено, что влияние низкой положительной температуры способствует более быстрому прорастанию семян (как в природе).

Вегетативное размножение в весенний период (путем деления куста и отделения прикорневых розеток) показало стопроцентную приживаемость растений.

Некоторые морфобиологические параметры особей хризантемы Завадского, культивируемых на коллекционной экспозиции лекарственных растений, следующие (средние значения): высота особей достигает 40,5 см, толщина стебля – 0,3 см, число листьев на стебле – 46,5 шт., длина листа – 4,5 см, ширина листа – 24 см, диаметр соцветия – 4 см.

Проведена комплексная оценка успешности введения в культуру *Ch. zawadskii*, при этом учитывались семь критериев, оценка дана по шкале от 1 до 3 баллов (таблица 2). В ходе многолетних исследований интродукента нами установлено, что хризантема Завадского является перспективным растением для введения в культуру, проходит все фазы развития, устойчива в культуре и успешно размножается семенами и вегетативно.

В настоящей работе представлены данные изучения содержания в надземной части растений хризантемы Завадского некоторых групп БАВ, которые проводили в различные фенологические фазы развития.

Результаты выявления золы отражены в таблице 3.

При исследовании аминокислотного состава *Ch. zawadskii* нами выявлено 14 аминокислот: 8 незаменимых и 6 заменимых (таблица 4).

Макро- и микроэлементный состав в растительном сырье *Ch. zawadskii* отражен в таблице 5.

Из табличных данных выявлено, что большее количество макро- и микроэлементов у *Ch. zawadskii* накапливается в вегетативных частях растения (траве и листьях) независимо от фенологической фазы развития.

Результаты количественного определения аскорбиновой кислоты в надземной части *Ch. zawadskii* приведены в таблице 6.

Изученные особенности накопления аскорбиновой кислоты в образцах хризантемы Завадского выявили различие ее содержания в образцах растений в различные периоды роста и развития. В ходе исследований установлено, что наибольшее содержание аскорбиновой кислоты наблюдается у травы, собранной в фазу цветения.

Нами отмечено, что накопление свободных органических кислот (таблица 7) различно в зависимости от части растения и фазы вегетации – больше всего их содержится в корзинках данного вида во время массового цветения.

Был установлен высокий уровень выхода суммы экстрактивных веществ с использованием реагента – этиловый спирт (40 %) в траве и цветках в фазе цветения.

Дубильных веществ в большем количестве накапливается в листьях, собранных в фазу плодоношения, в меньшем количестве – в цветках, собранных в фазу цветения (таблица 9).

Экстрактивные вещества, выделенные из образцов *Ch. zawadskii* при использовании этилового в разных концентрациях, отражены в таблице 8.

По данным количественного определения суммы флавоноидов надземной части хризантемы Завадского установлено (таблица 10), что содержание флавоноидов преобладает в траве, собранной в фазу цветения.

Таблица 4

Показатели содержания аминокислот

Биология и биотехнологии

Аминокислоты	Числовые показатели аминокислот, %						
	1	2	3	4	5	6	7
Cysteine	0,79	0,90	0,71	0,76	0,95	0,92	0,94
Histidine*	0,05	0,59	0,06	0,08	0,44	0,12	0,56
Arginine	0,94	0,42	0,81	0,94	0,27	0,73	0,21
Threonine*	0,50	0,22	0,42	0,52	0,07	0,34	0,03
Serine	0,68	0,08	0,58	0,71	0,28	0,56	0,13
Proline	2,56	1,98	2,46	2,40	1,90	2,30	1,99
Glycine	1,12	1,00	1,14	1,14	0,91	0,99	0,99
Valine*	0,27	1,40	0,66	0,6	0,46	0,25	1,03
Izoleytsin*	0,52	0,44	0,43	0,39	0,73	0,61	0,51
Leucine*	0,03	1,10	0,19	0,68	0,86	0,32	1,05
Tyrosine	0,15	0,29	0,23	0,23	0,14	0,11	0,23
Phenylalanine*	0,59	0,14	0,53	0,62	0,33	0,42	0,15
Lysine*	0,25	0,93	0,09	0,29	0,93	0,26	0,98
Methionine*	0,27	0,10	0,21	0,27	0,18	0,11	0,10
Суммарное содержание аминокислот	9,84	10,12	8,82	10,19	9,46	8,41	9,98

Примечание. 1 – трава в фазу бутонизации, 2 – листья в фазу цветения, 3 – цветки в фазу цветения, 4 – трава в фазу цветения, 5 – листья в фазу плодоношения, 6 – цветки в фазу плодоношения, 7 – трава в фазу плодоношения, * – незаменимые аминокислоты.

Table 4
Amino acid indicators

Amino acids	Amino acid numbers, %						
	1	2	3	4	5	6	7
Cysteine	0.79	0.90	0.71	0.76	0.95	0.92	0.94
Histidine*	0.05	0.59	0.06	0.08	0.44	0.12	0.56
Arginine	0.94	0.42	0.81	0.94	0.27	0.73	0.21
Threonine*	0.50	0.22	0.42	0.52	0.07	0.34	0.03
Serine	0.68	0.08	0.58	0.71	0.28	0.56	0.13
Proline	2.56	1.98	2.46	2.40	1.90	2.30	1.99
Glycine	1.12	1.00	1.14	1.14	0.91	0.99	0.99
Valine*	0.27	1.40	0.66	0.6	0.46	0.25	1.03
Izoleytsin*	0.52	0.44	0.43	0.39	0.73	0.61	0.51
Leucine*	0.03	1.10	0.19	0.68	0.86	0.32	1.05
Tyrosine	0.15	0.29	0.23	0.23	0.14	0.11	0.23
Phenylalanine*	0.59	0.14	0.53	0.62	0.33	0.42	0.15
Lysine*	0.25	0.93	0.09	0.29	0.93	0.26	0.98
Methionine*	0.27	0.10	0.21	0.27	0.18	0.11	0.10
Total amino acid content	9.84	10.12	8.82	10.19	9.46	8.41	9.98

Note. 1 – grass in the butonization phase, 2 – leaves in the flowering phase, 3 – flowers in the flowering phase, 4 – grass in the flowering phase, 5 – leaves in the fruiting phase, 6 – flowers in the fruiting phase, 7 – grass in the fruiting phase, * – essential amino acids.

Таблица 5
Макро- и микроэлементы в образцах *Ch. zawadskii*

Элементы	Содержание в разные фенологические фазы развития						
	1	2	3	4	5	6	7
Макроэлементы, мг%							
K	0,97	0,87	1,23	1,83	0,71	0,43	2,15
Na	0,29	0,30	0,22	0,24	0,11	0,10	0,21
Ca	1,30	1,54	1,10	1,42	1,95	2,23	1,11
P	0,14	0,19	0,14	0,03	0,47	0,31	0,03
Микроэлементы, мг%							
Zn	55,44	78,03	72,38	28,20	15,39	29,42	27,56
Fe	105,25	438,55	422,99	889,33	136,10	43,43	898,60
Cu	9,26	6,72	4,83	4,14	5,10	7,12	4,31
Mn	442,37	578,98	502,68	754,92	124,68	151,16	702,08
I	0,20	0,22	0,16	0,21	0,08	0,33	0,19

Примечание. 1 – трава в фазу бутонизации, 2 – листья в фазу цветения, 3 – цветки в фазу цветения, 4 – трава в фазу цветения, 5 – листья в фазу плодоношения, 6 – цветки в фазу плодоношения, 7 – трава в фазу плодоношения.

Table 5

Macro- and trace elements in *Ch. zawadskii* samples

Elements	Content in different phenological phases of development						
	1	2	3	4	5	6	7
Macroelements, mg%							
<i>K</i>	0.97	0.87	1.23	1.83	0.71	0.43	2.15
<i>Na</i>	0.29	0.30	0.22	0.24	0.11	0.10	0.21
<i>Ca</i>	1.30	1.54	1.10	1.42	1.95	2.23	1.11
<i>P</i>	0.14	0.19	0.14	0.03	0.47	0.31	0.03
Trace elements, mg%							
<i>Zn</i>	55.44	78.03	72.38	28.20	15.39	29.42	27.56
<i>Fe</i>	105.25	438.55	422.99	889.33	136.10	43.43	898.60
<i>Cu</i>	9.26	6.72	4.83	4.14	5.10	7.12	4.31
<i>Mn</i>	442.37	578.98	502.68	754.92	124.68	151.16	702.08
<i>I</i>	0.20	0.22	0.16	0.21	0.08	0.33	0.19

Note. 1 – grass in the butonization phase, 2 – leaves in the flowering phase, 3 – flowers in the flowering phase, 4 – grass in the flowering phase, 5 – leaves in the fruiting phase, 6 – flowers in the fruiting phase, 7 – grass in the fruiting phase.

Таблица 6

Показатели содержания аскорбиновой кислоты

Наименование пробы сырья	Содержание аскорбиновой кислоты, %
Трава в фазу бутонизации	0,30 ± 0,012
Листья в фазу цветения	0,38 ± 0,012
Цветки в фазу цветения	0,17 ± 0,008
Трава в фазу цветения	0,44 ± 0,015
Листья в фазу плодоношения	0,21 ± 0,009
Цветки в фазу плодоношения	0,18 ± 0,009
Трава в фазу плодоношения	0,24 ± 0,010

Table 6

Ascorbic acid content indicators

Name of raw material sample	Ascorbic acid content, %
Grass in the butonization phase	0.30 ± 0.012
Leaves in the flowering phase	0.38 ± 0.012
Flowers in the flowering phase	0.17 ± 0.008
Grass in the flowering phase	0.44 ± 0.015
Leaves in the fruiting phase	0.21 ± 0.009
Flowers in the fruiting phase	0.18 ± 0.009
Grass in the fruiting phase	0.24 ± 0.010

Таблица 7

Содержание органических кислот

Наименование пробы сырья	Содержание органических кислот, %
Трава в фазу бутонизации	4,96 ± 0,25
Листья в фазу цветения	3,06 ± 0,10
Цветки в фазу цветения	6,09 ± 0,30
Трава в фазу цветения	5,40 ± 0,27
Листья в фазу плодоношения	4,15 ± 0,20
Цветки в фазу плодоношения	5,37 ± 0,22
Трава в фазу плодоношения	5,12 ± 0,18

Table 7

Organic acid content

Name of raw material sample	Organic acid content, %
Grass in the butonization phase	4.96 ± 0.25
Leaves in the flowering phase	3.06 ± 0.10
Flowers in the flowering phase	6.09 ± 0.30
Grass in the flowering phase	5.40 ± 0.27
Leaves in the fruiting phase	4.15 ± 0.20
Flowers in the fruiting phase	5.37 ± 0.22
Grass in the fruiting phase	5.12 ± 0.18

Таблица 8
Показатели содержания экстрактивных веществ

Наименование пробы сырья	Спирт этиловый			
	30 %	40 %	70 %	95 %
	Сумма экстрактивных веществ, %			
Трава в фазу бутонизации	36,66	41,04	42,22	34,99
Листья в фазу цветения	38,19	40,28	38,19	26,37
Цветки в фазу цветения	39,09	46,94	36,87	35,37
Трава в фазу цветения	41,77	47,85	30,59	24,64
Листья в фазу плодоношения	25,76	39,97	27,31	13,60
Цветки в фазу плодоношения	33,98	41,95	34,06	16,65
Трава в фазу плодоношения	30,77	43,27	38,99	22,09

Table 8
Extractive matter content indicators

Name of raw material sample	Ethyl alcohol			
	30 %	40 %	70 %	95 %
	Sum of extractive substances, %			
Grass in the butonization phase	36.66	41.04	42.22	34.99
Leaves in the flowering phase	38.19	40.28	38.19	26.37
Flowers in the flowering phase	39.09	46.94	36.87	35.37
Grass in the flowering phase	41.77	47.85	30.59	24.64
Leaves in the fruiting phase	25.76	39.97	27.31	13.60
Flowers in the fruiting phase	33.98	41.95	34.06	16.65
Grass in the fruiting phase	30.77	43.27	38.99	22.09

Таблица 9
Содержание дубильных веществ

Наименование пробы сырья	Содержание дубильных веществ, %
Трава в фазу бутонизации	4,80 ± 0,24
Листья в фазу цветения	6,60 ± 0,33
Цветки в фазу цветения	4,20 ± 0,21
Трава в фазу цветения	6,34 ± 0,32
Листья в фазу плодоношения	7,80 ± 0,39
Цветки в фазу плодоношения	5,00 ± 0,25
Трава в фазу плодоношения	6,31 ± 0,31

Table 9
Tannins content

Name of raw material sample	Tannins content, %
Grass in the butonization phase	4.80 ± 0.24
Leaves in the flowering phase	6.60 ± 0.33
Flowers in the flowering phase	4.20 ± 0.21
Grass in the flowering phase	6.34 ± 0.32
Leaves in the fruiting phase	7.80 ± 0.39
Flowers in the fruiting phase	5.00 ± 0.25
Grass in the fruiting phase	6.31 ± 0.31

Таблица 10
Показатели содержания флавоноидов

Наименование пробы сырья	Содержание флавоноидов, %
Трава в фазу бутонизации	2,35 ± 0,08
Листья в фазу цветения	1,78 ± 0,05
Цветки в фазу цветения	2,92 ± 0,08
Трава в фазу цветения	3,25 ± 0,12
Листья в фазу плодоношения	1,64 ± 0,05
Цветки в фазу плодоношения	2,46 ± 0,08
Трава в фазу плодоношения	2,51 ± 0,14

Table 10
Flavonoid content indicators

Name of raw material sample	Содержание флавоноидов, %
Grass in the butonization phase	2.35 ± 0.08
Leaves in the flowering phase	1.78 ± 0.05
Flowers in the flowering phase	2.92 ± 0.08
Grass in the flowering phase	3.25 ± 0.12
Leaves in the fruiting phase	1.64 ± 0.05
Flowers in the fruiting phase	2.46 ± 0.08
Grass in the fruiting phase	2.51 ± 0.14

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Интродукционные испытания *Ch. zawadskii* в культуре позволили выявить, что для него характерно прохождение всех фаз жизненного цикла, вид прекрасно размножается вегетативно и семенным способом.

Изученный редкий вид обладает лекарственными свойствами. В его химическом составе содержатся ценные БАВ, среди которых – дубильные вещества, флавоноиды, аскорбиновая кислота, заменимые и незаменимые аминокислоты, органи-

ческие кислоты, макро- и микроэлементы, которые могут позволить использовать хризантему Завадского в научной медицине.

Редкий вид природной флоры РБ *Ch. zawadskii* можно рекомендовать для выращивания с целью использования в качестве лекарственного сырья и как декоративного растения.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № АААА-А18-118011990151-7.

Библиографический список

1. Миронова Л. Н., Реут А. А. Краткие итоги интродукции декоративных многолетников в Башкортостане // Субтропическое и декоративное садоводство. 2016. № 56. С. 64–69.
2. Тетерюк Л. В., Канев В. А., Валуйских О. Е., Тетерюк Б. Ю. Редкие и охраняемые растения во флоре южной части национального парка «Югыд Ва» (Республики Коми) // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 8. С. 1283–1298. DOI: 10.1134/S0006813619080118.
3. Тетерюк Л. В., Дегтева С. В., Канев В. А., Валуйских О. Е., Тетерюк Б. Ю., Кулюгина Е. Е. Редкие и охраняемые растения национального парка «Югыд Ва» (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5. № 4. С. 16–29. DOI: 10.24189/ncr.2020.051.
4. Бобров Ю. А., Чудинова И. А., Булышева В. В., Поздеева Л. М. Биоморфы охраняемых растений Республики Коми // Биологический журнал. 2019. № 1 (1). С. 4–8. DOI: 10.32743/2658-6460.2019.1.1.37.
5. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / Под ред. д-ра биол. наук В. Б. Мартыненко. 3-е изд., доп. и перераб. Москва: Студия онлайн, 2021. 392 с.
6. Муллагулов Р. Ю., Муллагулова Э. Р. *Chrysanthemum zawadskii* Herbich на территории национального парка «Башкирия»: состояние ценопопуляций, вопросы охраны // Вопросы степеведения. 2019. № XV. С. 221–224. DOI: 10.24411/9999-006А-2019-11532.
7. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. Уфа: Мир печати, 2019. 304 с.
8. Абрамова Л. М., Каримова О. А., Вафин Р. В., Миронова Л. Н. Редкие виды Урала и Поволжья в коллекциях Ботанического сада г. Уфы // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2016. Т. 10. № 3. С. 97–127.
9. Вронская О. О., Роднова Т. В. Интродукция редких и исчезающих видов в Кузбасском ботаническом саду // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019. № 18. С. 566–569. DOI: 10.14258/pbssm.2019119.
10. Минин А. А., Ананин А. А., Буйволов Ю. А., Ларин Е. Г., Лебедев П. А., Поликарпова Н. В., Прокошева И. В., Руденко М. И., Сапельникова И. И., Федотова В. Г., Шуйская Е. А., Яковлева М. В., Янцер О. В. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5. № 4. С. 89–110. DOI: 10.24189/ncr.2020.060.
11. Солдатов С. А., Карпова Г. А. Способы преодоления покоя семян и особенности культивирования растений рода *Iris* в условиях *in vitro* // Известия Высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2020. № 4 (32). С. 24–31. DOI: 10.21685/2307-9150-2020-4-3.
12. Брыкалов А. В., Якуба Ю. Ф., Пилипенко Н. Ю., Белик Е. В., Ришоме П., Симоне Ф., Грядских Д. А. Современные методы выделения и исследования биологически-активных веществ и микроорганизмов. Краснодар: КубГАУ, 2016. С. 37–46.

13. Грядских Д. А., Брыкалов А. В., Белик Е. В. Изучение химического состава лекарственных растений // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сборник статей Международной научно-практической конференции. Самара, 2018. С. 22–28.

14. Макарова М. П., Сыроешкин А. В., Максимова Т. В., Матвеева И. С., Плетенева Т. В. Особенности экспресс-определения микроэлементов в лекарственных и неофициальных растениях // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2019. Т. 8. № 2. С. 93–97. DOI: 10.33380/2305-2066-2019-8-2-93-97.

15. Goncharuk V. V., Syroeshkin A. V., Zlatskiy I. A., Uspenskaya E. V., Orekhova A. V., Levitskaya O. V., Dobrovolskiy V. I., Pleteneva T. V. Quasichemical description of the cell death kinetics of cellular biosensor *Spirostomum Ambigua* for testing the biological activity of aqueous solutions // Journal of Water Chemistry and Technology. 2017. No. 39 (2). Pp. 97–102. DOI: 10.3103/S1063455X17020072.

Об авторах:

Кира Александровна Пупыкина¹, доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии, ORCID 0000-0001-8817-7289, AuthorID 416674; +7 (347) 271-22-85, pupykinaka@gmail.com

Лариса Михайловна Абрамова², доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, ORCID 0000-0002-3196-2080, AuthorID 97208; +7 (347) 286-12-55, abramova.lm@mail.ru

Ирина Евгеньевна Анищенко², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, ORCID 0000-0001-6851-310X, AuthorID 116918; +7 (347) 286-12-55, irina6106@mail.ru

Олег Юрьевич Жигунов², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений, ORCID 0000-0003-1159-146X, AuthorID 156533; +7 (347) 286-12-55, zhigunov2007@yandex.ru

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия

² Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

Features of biology and chemical composition of *Chrysanthemum zawadskii* – a rare species of the Republic of Bashkortostan

K. A. Pupykina¹, L. M. Abramova², I. E. Anishchenko², O. Yu. Zhigunov²✉

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

² South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉E-mail: zhigunov2007@yandex.ru

Abstract. The purpose is to study the features of biology (the onset of the main phenological phases of seasonal growth and development, the morphology of the vegetative and generative spheres, laboratory germination of seeds, vegetative reproduction) and the chemical composition (above-ground part in various phases of vegetation) of *Chrysanthemum zawadskii* under the conditions of the South Ural Botanical Garden Institute of UFRC RAS. **Methods.** Introduction tests (study of phenology, morphometry, etc.) were carried out according to standard methods. Germination of own reproduction seeds is carried out in accordance with the procedure in laboratory conditions in petri dishes in two versions: without stratification and with preliminary stratification. Qualitative and quantitative determination of ash, macro- and trace elements, and some biologically active substances contained in the aboveground part of *Ch. zawadskii* was carried out using known and modified techniques. **Results.** *Ch. zawadskii* is characterized by the complete life cycle of development, a long-growing plant (155 days), with late-spring growth of shoots, from the group of long-flowering plants (more than 20 days). Seeds ripen massively in mid-September. The studied rare species has medicinal properties due to the content of certain groups of biologically active substances in the above-ground part of plants. A study of the chemical composition in various developmental phenophases showed that the highest content of ascorbic acid and flavonoids is observed in grass collected in the flowering phase, tannins in a larger amount accumulate in leaves collected in the fruiting phase,

and in a smaller amount in flowers collected in the flowering phase. The greatest accumulation of organic acids and extractive substances is observed in plant flowers collected in the flowering phase. More macro- and trace elements in *Ch. zawadskii* accumulates in grass and leaves, regardless of the phenological phase of development. The presence of eight essential and six replaceable amino acids has been established. **Scientific novelty.** For the first time in the Republic of Bashkortostan, the chemical composition of the *Ch. zawadskii*, a rare resource medicinal plant, was studied.

Keywords: *Chrysanthemum zawadskii*, phenology, raw materials, chemical composition, flavonoids, tannins, amino acids.

For citation: Pupykina K. A., Abramova L. M., Anishchenko I. E., Zhigunov O. Yu. Osobennosti biologii i khimicheskiiy sostav *Chrysanthemum zawadskii* – redkogo vida Respubliki Bashkortostan [Features of biology and the chemical composition of *Chrysanthemum zawadskii* – a rare species of the Republic of Bashkortostan] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 03 (218). Pp. 48–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-48-58. (In Russian.)

Date of paper submission: 01.12.2021, **date of review:** 15.12.2021, **date of acceptance:** 14.01.2022.

References

1. Mironova L. N., Reut A. A. Kratkie itogi introduktsii dekorativnykh mnogoletnikov v Bashkortostane [Brief results of the introduction of decorative perennials in Bashkortostan] // Subtropical and ornamental gardening. 2016. No. 56. Pp. 64–69. (In Russian.)
2. Teteryuk L. V., Kanev V. A., Valuiskey O. E., Teteryuk B. Yu. Redkie i okhranyaemye rasteniya vo flore yuzhnoy chasti natsional'nogo parka "Yugyd Va" (Respubliki Komi) [Rare and protected plants in the flora of the southern part of the Ugyd Va National Park (Komi Republic)] // Botanical journal. 2019. Vol. 104. No. 8. Pp. 1283–1298. DOI: 10.1134/S0006813619080118. (In Russian.)
3. Teteryuk L. V., Degteva S. V., Kanev V. A., Valuiskey O. E., Teteryuk B. Yu., Kulyugina E. E. Redkie i okhranyaemye rasteniya natsional'nogo parka "Yugyd Va" (Rossiya) [Rare and protected plants of the Ugyd Va National Park (Russia)] // Nature Conservation Research. Conservation science. 2020. Vol. 5. No. 4. Pp. 16–29. DOI: 10.24189/ncr.2020.051. (In Russian.)
4. Bobrov Yu. A., Chudinova I. A., Bulysheva V. V., Pozdeeva L. M. Biomorfy okhranyaemykh rasteniy Respubliki Komi [Biomorphs of protected plants of the Komi Republic] // Biological journal. 2019. No. 1 (1). Pp. 4–8. DOI: 10.32743/2658-6460.2019.1.1.37. (In Russian.)
5. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan: v 2 t. T. 1: Rasteniya i griby / Pod red. d-ra biol. nauk V. B. Martynenko [Red Book of the Republic of Bashkortostan: in 2 vol. Vol. 1: Plants and Mushrooms/ Under the editorship of dr. of biol. sciences V. B. Martynenko]. 3rd ed., additional and reworks. Moscow: Studio online, 2021. 392 p. (In Russian.)
6. Mullagulov R. Yu., Mullagulova E. R. *Chrysanthemum zawadskii* Herbich na territorii natsional'nogo parka "Bashkiriya": sostoyanie tsenopopulyatsiy, voprosy okhrany [*Chrysanthemum zawadskii* Herbich in the territory of the Bashkiriya National Park: the state of censorship, security issues] // Steppe questions. 2019. No. XV. Pp. 221–224. DOI: 10.24411/9999-006A-2019-11532. (In Russian.)
7. Rasteniya Yuzhno-Ural'skogo botanicheskogo sada-instituta UFITs RAN [Plants of the South Ural Botanical Garden Institute of the UFRC RAS]. Ufa: World of Press, 2019. 304 p. (In Russian.)
8. Abramova L. M., Karimova O. A., Vafin R. V., Mironova L. N. Redkie vidy Urala i Povolzh'ya v kollekttsiyakh Botanicheskogo sada g. Ufy [Rare species of the Urals and the Volga region in the collections of the Botanical Garden of Ufa] // Phytorasica of Eastern Europe. 2016. Vol. 10. No. 3. Pp. 97–127. (In Russian.)
9. Vronskaya O. O., Rodnova T. V. Introdukciya redkih i ischezayushchih vidov v Kuzbasskom botanicheskom sadu [Introduction of rare and endangered species in the Kuzbass Botanical Garden] // Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia. 2019. No. 18. Pp. 566–569. DOI: 10.14258/pbssm.2019119. (In Russian.)
10. Minin A. A., Ananin A. A., Buyvolov Yu. A., Larin E. G., Lebedev P. A., Polikarpova N. V., Prokosheva I. V., Rudenko M. I., Sapel'nikova I. I., Fedotova V. G., Shuyskaya E. A., Yakovleva M. V., Yantser O. V. Rekomendatsii po unifikatsii fenologicheskikh nablyudeniy v Rossii [Recommendations for the unification of phenological observations in Russia] // Nature Conservation Research. Conservation science. 2020. Vol. 5. No. 4. Pp. 89–110. DOI: 10.24189/ncr.2020.060. (In Russian.)
11. Soldatov S. A., Karpova G. A. Sposoby preodoleniya pokoya semyan i osobennosti kul'tivirovaniya rasteniy roda *Iris* v usloviyakh *in vitro* [Methods of overcoming the rest of seeds and the peculiarities of cultivation of plants of *Iris* genus *in vitro*] // News of Higher Educational Institutions. Volga region. Natural sciences. 2020. No. 4 (32). Pp. 24–31. DOI: 10.21685/2307-9150-2020-4-3. (In Russian.)

12. Brykalov A. V., Yakuba Yu. F., Pilipenko N. Yu., Belik E. V., Rishome P., Simone F., Gryadskikh D. A. Sovremennyye metody vydeleniya i issledovaniya biologicheskii-aktivnykh veshchestv i mikroorganizmov [Modern methods of isolation and research of biologically active substances and microorganisms]. Krasnodar: KubGAU, 2016. Pp. 37–46. (In Russian.)
13. Gryadskikh D. A., Brykalov A. V., Belik E. V. Izuchenie khimicheskogo sostava lekarstvennykh rasteniy [Study of the chemical composition of medicinal plants] // Materialy i metody innovatsionnykh issledovaniy i razrabotok: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Samara, 2018. Pp. 22–28. (In Russian.)
14. Makarova M. P., Syroeshkin A. V., Maksimova T. V., Matveeva I. S., Pleteneva T. V. Osobennosti ekspress-opredeleniya mikroelementov v lekarstvennykh i neofitsinal'nykh rasteniyakh [Features of the express determination of trace elements in medicinal and unofficial plants] // Development and registration of medicines. 2019. Vol. 8. No. 2. Pp. 93–97. DOI: 10.33380/2305-2066-2019-8-2-93-97. (In Russian.)
15. Goncharuk V. V., Syroeshkin A. V., Zlatkiy I. A., Uspenskaya E. V., Orekhova A. V., Levitskaya O. V., Dobrovolskiy V. I., Pleteneva T. V. Quasichemical description of the cell death kinetics of cellular biosensor *Spirostomum Ambigua* for testing the biological activity of aqueous solutions // Journal of Water Chemistry and Technology. 2017. No. 39 (2). Pp. 97–102. DOI: 10.3103/S1063455X17020072.

Authors' information:

Kira A. Pupykina¹, doctor of pharmaceutical sciences, professor of department of pharmacognosy with a course of botany and bases of phytotherapy, ORCID 0000-0001-8817-7289, AuthorID 416674; +7 (347) 271-22-85, pupykinaka@gmail.com

Larisa M. Abramova², doctor of biological sciences, professor, the chief researcher of the laboratory of wild flora and herbaceous plant introduction, ORCID 0000-0002-3196-2080, AuthorID 97208; +7 (347) 286-12-55, abramova.lm@mail.ru

Irina E. Anishchenko², candidate of biological sciences, the leading researcher of the laboratory of wild flora and herbaceous plant introduction, ORCID 0000-0001-6851-310X, AuthorID 116918; +7 (347) 286-12-55, irina6106@mail.ru

Oleg Yu. Zhigunov², candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of wild flora and herbaceous plant introduction, ORCID 0000-0003-1159-146X, AuthorID 156533; +7 (347) 286-12-55, zhigunov2007@yandex.ru

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

² South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia