

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННЫХ РИТМОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *COREOPSIS* L. И НАКОПЛЕНИЕ В ИХ СОЦВЕТИЯХ АНТИОКСИДАНТОВ

E.S. Chichkanova, O.A. Grebennikova

FEATURES OF SEASONAL RHYTHMS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *COREOPSIS* L. AND THE ACCUMULATION OF ANTIOXIDANT SUBSTANCES IN THEIR INFLORESCENCES

Аннотация. В статье приведены результаты изучения особенностей роста и развития 5 исследуемых представителей рода *Coreopsis* L.: *C. basalis* (A. Dietr.) S.F. Blake, *C. grandiflora* Hogg. ex Sweet., *C. grandiflora* cv 'Plena', *C. lanceolata* L., *C. major* Walt., произрастающих в условиях открытого грунта Никитского ботанического сада. Определено содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и каротиноидов в соцветиях этих растений. Установлено, что изученные представители рода *Coreopsis*, в условиях интродукции на Южном берегу Крыма проходят полный цикл роста и развития, включая цветение и плодоношение. У видов *C. basalis*, *C. grandiflora* и сорта *C. grandiflora* cv 'Plena' наступают повторные фазы: «бутонизация» и «цветение», с последующим наступлением повторной фазы «плодоношение». Определено ключевое значение биологического минимума температуры воздуха от +5,0°C необходимое для начала наступления вегетационного периода у растений и наступления фаз генеративной сферы развития. Установлены суммы активных температур воздуха, накапливаемых к началу наступления фаз «бутонизация» (от 696,9°C до 2271,8°C), «цветение» (от 1068,2°C до 1301,2°C), «плодоношение» (от 1694,0°C до 2568,8°C) для разных представителей рода *Coreopsis*. Наибольшую концентрацию аскорбиновой кислоты и каротиноидов в соцветиях, наблюдали у *C. grandiflora* cv. 'Plena', *C. lanceolata*, *C. basalis*. Высоким содержанием сухих веществ отличались *C. lanceolata* и *C. major*. Таким образом, более приспособленными представителями рода *Coreopsis* к эколого-климатическим условиям, в частности, к температуре воздуха являются изученные виды – *C. basalis*, *C. grandiflora*, *C. lanceolata*. В связи с достаточно высоким содержанием в растительном сырье этих растений каротиноидов и аскорбиновой кислоты, их можно считать перспективными культурами для

Abstract. The article presents the results of a study of the growth and development characteristics of five studied representatives of the genus *Coreopsis* L. – *C. basalis* (A. Dietr.) S.F. Blake, *C. grandiflora* Hogg. ex Sweet., *C. grandiflora* cv 'Plena', *C. lanceolata* L., *C. major* Walt. growing in the open ground conditions of the Nikitsky Botanical Garden. The content of dry matter, ascorbate and carotenoids in the inflorescences of these plants was determined. It was established that the studied representatives of the genus *Coreopsis*, under the conditions of introduction on the southern coast of Crimea, undergo a full growth and development cycle, including flowering and fruiting. In the species *C. basalis*, *C. grandiflora* and the variety *C. grandiflora* cv 'Plena', repeated phases of "budding" and "flowering" occur, followed by the onset of a repeated phase of "fruiting". The key value of biological minimum air temperature from +5.0°C, necessary for the onset of the growing season in plants and the onset of the generative development phases, has been determined. The sums of active air temperatures accumulated by the onset of the following phases have been established: "budding" (from 696.9°C to 2271.8°C), "flowering" (from 1068.2°C to 1301.2°C), "fruiting" (from 1694.0°C to 2568.8°C) for different representatives of the genus *Coreopsis*. The highest concentration of ascorbic acid and carotenoids in inflorescences was observed in *C. grandiflora* cv. 'Plena', *C. lanceolata*, *C. basalis*. *C. lanceolata* and *C. major* were distinguished by a high dry matter content. Thus, the studied species of the genus *Coreopsis* – *C. basalis*, *C. grandiflora*, and *C. lanceolata* – are better adapted to ecological and climatic conditions. Due to the relatively high content of carotenoids and ascorbic acid in the plant material of these plants, they can be considered promising crops for the pharmaceutical industry. It should be noted that further in-depth study of certain pharmacological

фармацевтической промышленности. Следует отметить, что в дальнейшем целесообразно проводить более глубокое изучение некоторых фармакологических показателей, а также хозяйственно-ценных, агротехнических признаков выше представленных видов, с последующей возможностью применения растительного сырья кореопсисов в фармацевтической индустрии.

Ключевые слова: кореопсисы; фенология; аскорбиновая кислота; каротиноиды; сухое вещество; открытый грунт; Никитский ботанический сад; Южный берег Крыма.

Сведения об авторах: Чичканова Елена Сергеевна, SPIN-код: 4703-2678, канд. биол. наук, Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Россия, lena.chichkanovarevenko@mail.ru; Гребенникова Оксана Анатольевна, канд. биол. наук, Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Россия, oksanagrebennikova@yandex.ru.

indicators, as well as the economically valuable agronomic traits of the above-mentioned species, is advisable, with the subsequent potential use of coreopsis plant material in the pharmaceutical industry.

Key words: coreopsis; phenology; ascorbic acid; carotenoids; dry matter; open ground; Nikitsky Botanical Garden; Southern Coast of Crimea.

About the authors: Elena S. Chichkanova, SPIN-code: 4703-2678, Candidate of Biological Sciences, Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia, lena.chichkanovarevenko@mail.ru; Oksana A. Grebennikova, Candidate of Biological Sciences, Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia, oksanagrebennikova@yandex.ru.

Чичканова Е.С., Гребенникова О.А. Особенности сезонных ритмов роста и развития представителей рода *Coreopsis* L. и накопление в их соцветиях антиоксидантов // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2025. № 4(72). С. 56-69. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-4/05>

Chichkanova, E.S., & Grebennikova, O.A. (2025). Features of Seasonal Rhythms of Growth and Development of Representatives of the Genus *Coreopsis* L. and the Accumulation of Antioxidant Substances in their Inflorescences. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, 4(72), 56-69. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/25-4/05>

Введение

Род *Coreopsis* L. (семейство Asteraceae) объединяет виды с природным ареалом в Северной, Центральной и Южной Америке. В основном представители этого рода используются в озеленении, в пищевой (фиточаи) и лёгкой (красители) промышленности [22].

Виды рода *Coreopsis* вызывают особый интерес. В настоящее время имеется ряд работ, посвященных изучению биохимического состава [1; 3; 5; 20; 25-27], биологической активности [6], сезонных ритмов роста и развития [10; 13; 24], динамики коллекционных фондов рода *Coreopsis* [8; 21]. Эти аспекты изучают для определения возможности применения растительного сырья кореопсисов в пищевой и фармацевтической отраслях промышленности. И в медицине. А также для внедрения новых видов и сортов рода *Coreopsis* в коллекции ботанических Садов [10].

В коллекции Никитского ботанического сада, расположенного на Южном берегу Крыма (ЮБК), в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа интродукционное изучение проходили шесть видов рода *Coreopsis*: *C. basalis* (A. Dietr.) S.F.

Blake., *C. grandiflora* L., *C. lanceolata* L., *C. longipes* Hook., *C. major* Walt., *C. tripteris* L., 1 форма – *Coreopsis tinctoria* f. *atropurpurea* (Hook.) Fernald и два сорта: *C. grandiflora* “Plena”, *C. lanceolata* “Sterntaler”.

Цель работы: на основе комплексного анализа (изучения особенностей роста и развития, определения содержания некоторых антиоксидантов в соцветиях растений) нужно выявить наиболее перспективные для возможного применения в фармацевтической индустрии виды рода *Coreopsis*.

В связи с поставленной **целью**, задачами наших исследований являлось:

- изучение сезонных ритмов роста и развития кореопсисов;
- определение содержания аскорбиновой кислоты и каротиноидов в соцветиях – *C. basalis*, *C. grandiflora*, *C. grandiflora* cv. “Plena”, *C. lanceolata*, *C. major* рода *Coreopsis*, представленного в коллекции Никитского ботанического сада.

Методы исследования: Объектами исследования являлись пять представителей рода *Coreopsis* L.: *C. basalis* (A. Dietr.) S.F. Blake, *C. grandiflora* Hogg. ex Sweet., *C. grandiflora* cv. “Plena”, *C. lanceolata* L., *C. major* Walt.

Получены средние даты наступления фенологических фаз изученных видов рода *Coreopsis* за 2020, 2021, 2023 гг., а также проведена их статистическая обработка с помощью программы Statistica 5.0.

Оценка сезонного роста и развития у кореопсисов проведена согласно «Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» [12]. Приводится характеристика природных условий западного южнобережного субтропического района (от мыса Айя до горы Кастель, включая земли городского округа Ялты и западной части городского округа Алушты).

Климат засушливый жаркий субтропический, с умеренно-теплой зимой. Средняя годовая температура воздуха – +12,0–+14,0°C холодного месяца (февраль) – +2,5–+4,5°C, самого теплого (июль, август) – +23,0–+25,0°C. Безморозный период длится 259 дней, вегетационный – 212. Сумма температур выше 10,0°C составляет 3940°C. При годовом количестве осадков 550 мм, в вегетационное время выпадает 260 мм. Годовая испаряемость воды – 900–1100 мм. Рельеф ступенчато-террасный, овражно-балочный. Радиационный баланс Южнобережного климатического района равен – 53 ккал/см², причем на испарение расходуется 21,6 ккал/см².

По многолетним данным Агрометеостанции Никитского сада, поселка городского типа (далее – пгт) Никита, как места интродукции представителей изучаемого рода, климатические условия на территории Никитского сада характеризуются годовой нормой осадков – 589 мм, абсолютный минимум температур –14,6°C. Абсолютный максимум +39,0°C, средняя годовая температура – +12,4°C.

Приводим сведения о некоторых эколого-климатических условиях за 2020, 2021, 2023 гг. (табл. 1-3).

Таблица 1

Средние арифметические значения температуры (°C) воздуха $\pm$ ошибка среднего ($M \pm m$) за годы исследования (2020, 2021 и 2023) в пгт Никита, Никитский ботанический сад

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
2020	9,5 $\pm$ 0,6	19,7 $\pm$ 2,3	19,1 $\pm$ 1,8	26,5 $\pm$ 1,9	23,6 $\pm$ 2,2	23,4 $\pm$ 1,5
2021	9,2 $\pm$ 0,7	16,4 $\pm$ 1,4	19,7 $\pm$ 2,6	28,7 $\pm$ 1,8	24,2 $\pm$ 1,7	19,7 $\pm$ 2,9
2023	12,0 $\pm$ 0,6	17,6 $\pm$ 1,4	20,9 $\pm$ 0,6	24,0 $\pm$ 0,3	28,1 $\pm$ 0,4	21,0 $\pm$ 0,5

Таблица 2

Средние арифметические значения влажности воздуха выраженной в % $\pm$ ошибка среднего ($M \pm m$) за годы исследования (2020, 2021 и 2023) в пгт Никита, Никитский ботанический сад

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
2020	63,0 $\pm$ 1,5	62,0 $\pm$ 2	69,0 $\pm$ 1,5	53,0 $\pm$ 2,5	53,0 $\pm$ 3,0	54,0 $\pm$ 2,0
2021	60,2 $\pm$ 1,2	65,0 $\pm$ 1	70,3 $\pm$ 1,2	58,3 $\pm$ 2,4	53,6 $\pm$ 2,3	55,0 $\pm$ 4,5
2023	74,0 $\pm$ 1,7	48,0 $\pm$ 1,5	75,0 $\pm$ 2,8	58,0 $\pm$ 1,7	50,0 $\pm$ 2,4	51,0 $\pm$ 2,3

Таблица 3

Средние арифметические значения осадков (мм) $\pm$ ошибка среднего ($M \pm m$) за годы исследования (2020, 2021 и 2023) в пгт Никита, Никитский ботанический сад

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
2020	16,4 $\pm$ 5,0	30,7 $\pm$ 7,0	34,2 $\pm$ 1,0	4,9 $\pm$ 1,2	1,6 $\pm$ 0,8	0,4 $\pm$ 0
2021	15,9 $\pm$ 1,2	6,0 $\pm$ 5,6	59,0 $\pm$ 1,0	29,5 $\pm$ 4,5	48,8 $\pm$ 10,0	16,6 $\pm$ 1,2
2023	8,1 $\pm$ 1,0	4,0 $\pm$ 3,0	30,9 $\pm$ 1,2	2,4 $\pm$ 2,3	1,3 $\pm$ 1,0	0

Сумму накопленных активных температур воздуха (при которых у растений наступали фазы: «вегетация», «бутонизация», «цветение», «плодоношение»), рассчитывали согласно методическому пособию Л.С. Кельчевской [11].

Сбор соцветий для определения концентрации антиоксидантов осуществляли при массовом и обильном цветении кореопсисов в период с первой по вторую декады июня, а для *C. basalis* – в третью декаду июля (рис. 1). Все отобранные соцветия кореопсисов использовали для извлечения и дальнейшего исследования содержания некоторых биологически активных веществ (аскорбиновой кислоты, каротиноидов). Определяли процентное содержание сухого вещества. Концентрацию аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим титрованием [14], каротиноидов – спектрофотометрически в ацетоновых экстрактах [15]. Содержание сухого вещества определяли гравиметрическим методом [15]. Статистическую обработку данных проводили с помощью методического пособия Матвеева В.А. «Статистика» [9]. На рисунке 2 представлены среднеарифметические значения $\pm$ ошибка среднего.

Результаты

Особенности сезонных ритмов роста и развития кореопсисов в условиях открытого грунта в Никитском ботаническом саду. Кореопсис (лат. *Coreopsis* L.), Парижская

красавица, или Ленок – род травянистых цветковых однолетних, или многолетних растений семейства Сложноцветные, или Астровые. В роду более ста видов растений, разделенных на 11 секций. Около тридцати видов происходят из Северной Америки, а остальные – из Южной и Центральной Америки. Некоторые кореопсисы иногда ошибочно относят к роду Черёда, и наоборот: часть растений рода Черёда причисляют к роду кореопсис.

Посев семян кореопсисов в открытый грунт осуществляли в мае, в теплице – в середине апреля. Посев многолетника на рассаду – в начале марта, пересадка сеянцев в грунт – в конце мая. Цветение: с июля по октябрь. Растения предпочитают яркий солнечный свет. Для некоторых видов предпочтительней полутень. Почва влажная, рыхлая, легкая. Хорошо дренированная, не слишком плодородная, нейтральной реакции. Полив регулярный и умеренный, пока сеянцы не окрепнут. Взрослые растения нуждаются в поливе только в засушливое время. Подкормки осуществляли раствором комплексного минерального удобрения. Размножали растения семенами, черенками и делением кустов [22].

Все исследуемые представители рода *Coreopsis* являются ранневегетирующими растениями. У которых рост наступал в начале первой декады марта (02.03 ± 2 дня), при повышении температуры воздуха от $+5,0^{\circ}\text{C}$.

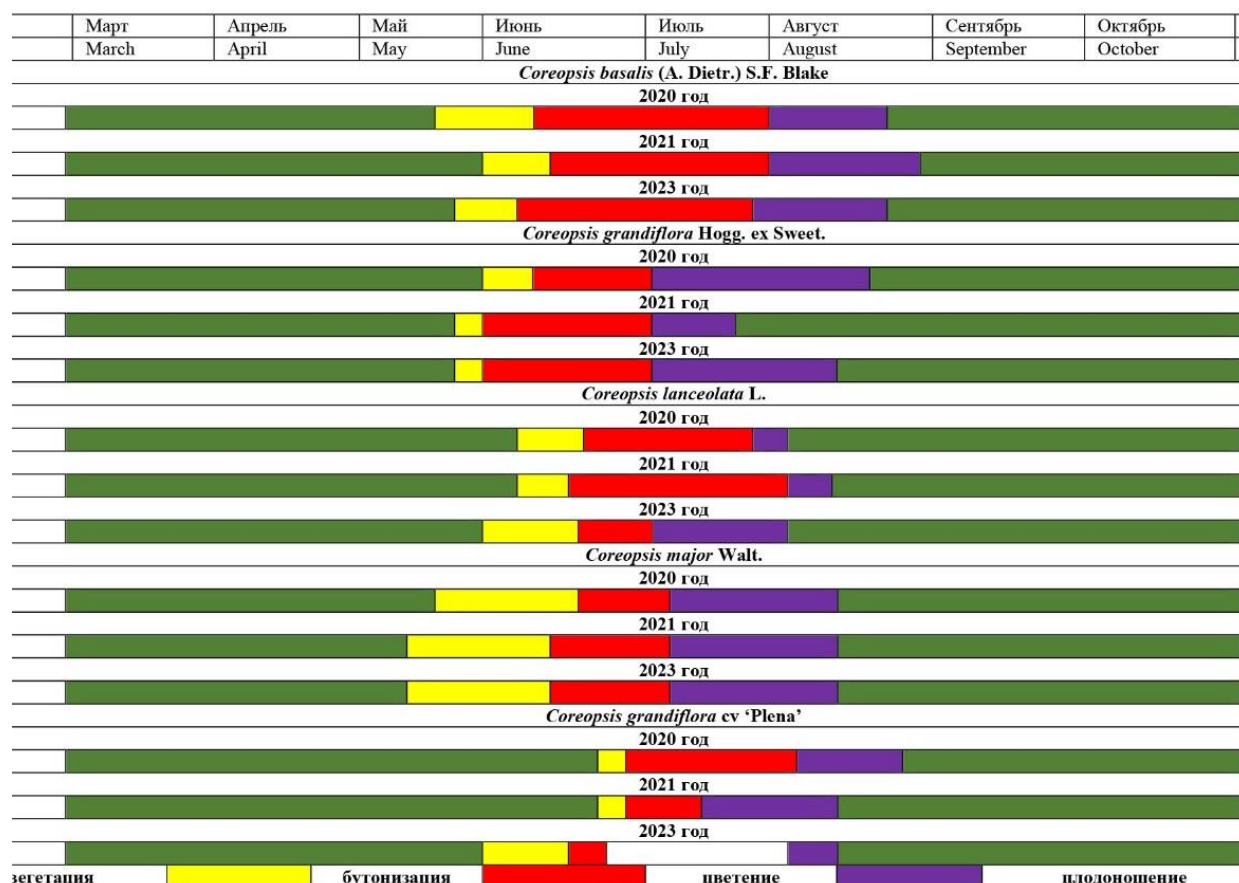


Рис. 1. Феноспектры представителей рода *Coreopsis* L. в условиях открытого грунта Никитского ботанического сада

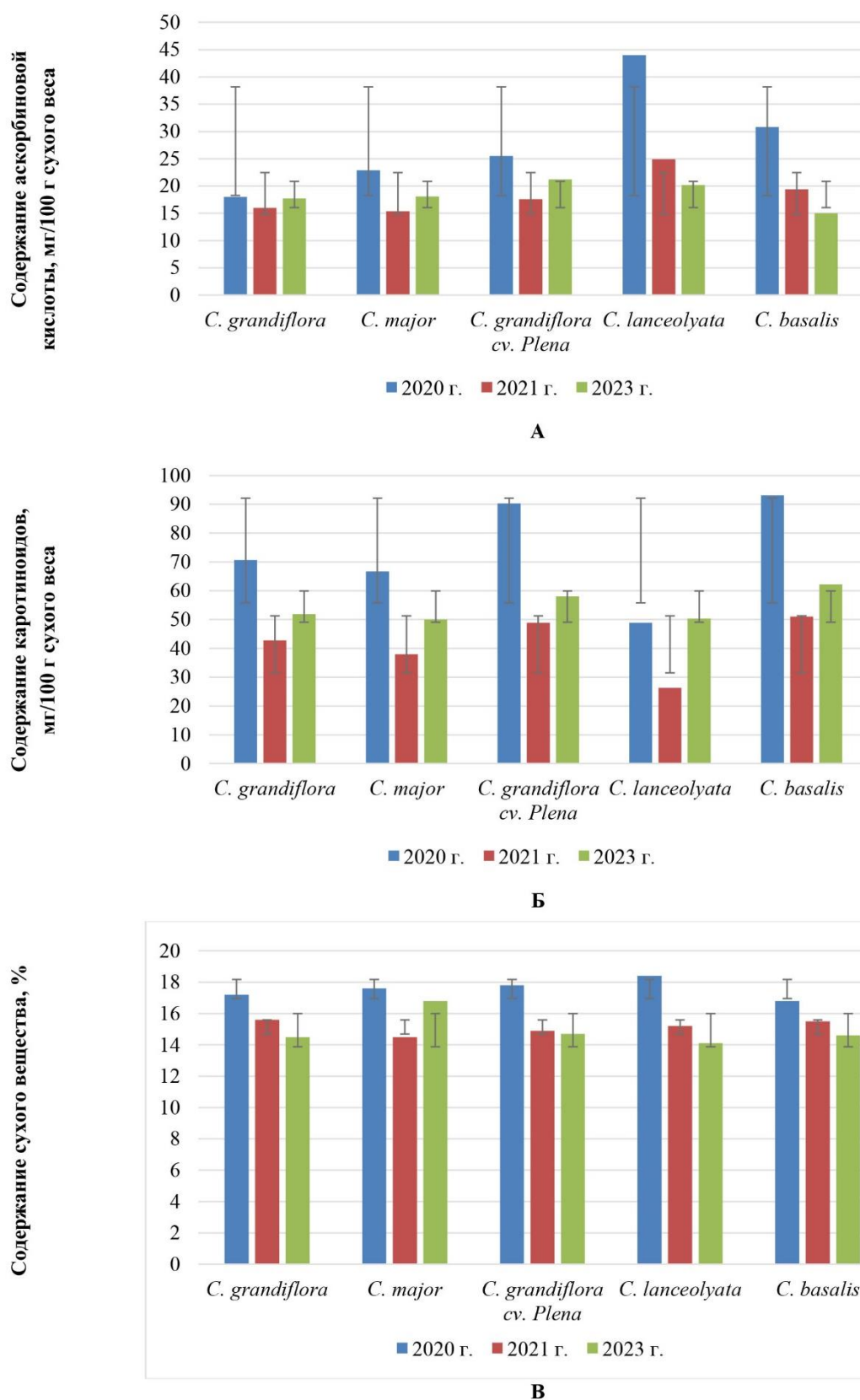


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты (А), каротиноидов (Б) и сухого вещества (В) в соцветиях кореопсисов

Все растения вступают в фазу «бутонизация». Установлено, что от начала роста и развития, у представителей рода *Coreopsis*, до наступления фазы «бутонизация» потребовалось суммы активных температур воздуха от 696,9°C для *C. major*, 945,1°C для *C. basalis* и *C. grandiflora*, до 1068,2°C для *C. lanceolata* и *C. grandiflora* cv “Plena”. Фаза бутонизация у *C. major* происходила с начала второй декады мая, при среднедекадной температуре воздуха – +16,7°C и относительной влажности воздуха – 76,5%; у 2 представителей – *C. lanceolata* и *C. grandiflora* cv. “Plena” фаза «бутонизация» начиналась с первой декады июня, при среднедекадной температуре воздуха +18,5°C и относительной влажности воздуха – 62,5%.

Исходя из выше сказанного, мы можем отметить, что наиболее приспособленными к температуре воздуха являются – *C. major*, *C. basalis* и *C. grandiflora*. Им потребовалась наименьшая сумма активных температур воздуха для наступления фазы «бутонизация».

Наиболее раннее наступление фазы «бутонизация» в 2020 г происходила у *C. basalis* (рис. 1). Вероятнее всего, это обусловлено наиболее высокими показателями температуры воздуха за 2020 г., в сравнении с 2021 и 2023 гг. (табл. 1).

Для остальных представителей рода *Coreopsis* – *C. grandiflora*, *C. lanceolata*, *C. major*, *C. grandiflora* cv “Plena” наиболее раннее наступление фазы «бутонизация» происходила с наступлением последующих фаз развития – «цветение» и «плодоношение» в 2023 г. (рис. 1, табл. 3).

В связи с тем, что виды кореопсисов являются декоративной культурой и в значительной степени привлекают своим обилием цветения, то по результатам 3-летних фенологических наблюдений, по началу наступления генеративного периода и, в частности, наступления фазы «цветение», изученные представители были распределены в 2 группы: *ранне-* и *среднецветущие* растения. К первой группе отнесен – *C. grandiflora*, цветение которого начиналось с третьей декады мая при среднем значении (за 3-х летний период) температуры воздуха за декаду +17,0°C, при относительной влажности воздуха – 76,5%. Остальные виды отнесены ко второй группе – «*среднецветущие*» растения.

Фаза «цветение» у всех исследуемых представителей наступала практически в один и тот же летний период. А именно, с первой по вторую декады июня, при среднедекадных температурах воздуха – +18,5 и +20,9°C и относительной влажности воздуха – 62,5 и 73,3%, соответственно, для 1-й и 2-й декады. Длилось цветение у исследуемых растений до первой и второй декады (*C. lanceolata*, *C. major*, *C. grandiflora* cv “Plena”) по третью (*C. basalis*, *C. grandiflora*) декады июля.

Установлено, что от начала вегетации у представителей рода *Coreopsis* до наступления фазы «цветение» потребовалась сумма активных температур воздуха от 1068,2°C для *C. grandiflora*, 1152,2°C для *C. major*, 1193,1°C для *C. basalis*, 1259,6°C для *C. grandiflora* cv “Plena” до 1301,2°C для *C. lanceolata*.

Исходя из вышесказанного, мы можем отметить, что наиболее приспособленными к температуре воздуха являются *C. grandiflora* и *C. major*. Им потребовалась наименьшая сумма активных температур воздуха для наступления фазы «цветение».

У исследуемых представителей рода *Coreopsis* фаза «плодоношение» наступала с первой декады июля до первой декады августа, в зависимости от исследуемого вида (см. рис. 1). Так, у вида *C. grandiflora* фаза «плодоношение» наступала в конце третьей декады июня – в начале

первой декады июля, при среднедекадной температуре воздуха – +22,6°C и относительной влажности воздуха – 70,5%. У *C. lanceolata* и *C. major* в первой декаде июля при среднедекадной температуре воздуха – +25,1°C, относительной влажности воздуха – 56,3%, а у *C. basalis* плодоношение наступало в третьей декаде июля при средней температуре воздуха – +24,9°C, относительной влажности воздуха – 58%. Наиболее позднее наступление фазы «плодоношение» происходило у *C. grandiflora* cv “Plena” с первой декады августа при среднедекадной температуре воздуха – +25,6°C, относительной влажности воздуха – 43,6%. Сбор семян у всех представителей рода *Coreopsis*, как правило, осуществлялся с первой и второй декады августа и до конца третьей декады сентября.

Установлено, что от начала роста и развития видов рода *Coreopsis* (при температуре воздуха от +5,0°C) до наступления фазы «плодоношение» потребовалась сумма активных температур воздуха от 1694,0°C для *C. grandiflora*, 1921,2°C для *C. lanceolata* и *C. major*, 2363,8°C для *C. basalis* и до 2568,8°C для *C. grandiflora* cv “Plena”.

Таким образом, согласно нашим сведениям наиболее приспособленными к температуре воздуха являются – *C. grandiflora*, *C. lanceolata*, *C. major*. Им потребовалась наименьшая сумма активных температур воздуха для наступления фазы «плодоношение».

Следует отметить, что в целом все исследуемые представители рода *Coreopsis* – *C. basalis*, *C. grandiflora*, *C. lanceolata*, *C. major* и сорт *C. grandiflora* cv “Plena” проходят полный цикл роста и развития в условиях открытого грунта на ЮБК. От наступления фазы «вегетация» до наступления фазы «плодоношение» и дальнейшего самостоятельного обсеменения этих растений. У видов *C. basalis*, *C. grandiflora* и сорта *C. grandiflora* cv “Plena” наступали повторные фазы «бутонизация» и «цветение» с последующим наступлением фазы «плодоношение» (см. рис. 1). На основе анализа сезонных особенностей роста и развития (по фазам: «бутонизация», «цветение», «плодоношение») можно отметить, что наиболее адаптированными и приспособленными представителями рода *Coreopsis* к эколого-климатическим условиям вероятнее всего являются – *C. basalis*, *C. grandiflora*, *C. lanceolata*, *C. major*. Этим растениям потребовалась наименьшая сумма активных температур воздуха для наступления основных фенологических фаз роста и развития.

Содержание низкомолекулярных антиоксидантов и сухого вещества в соцветиях исследуемых представителей рода Coreopsis.

Измеряли некоторые низкомолекулярные антиоксиданты на примере аскорбиновой кислоты и каротиноидов. Следует отметить, что основная роль антиоксидантов заключается в ингибировании окислительного процесса и нейтрализации действия свободных радикалов, а также в предотвращении разрушительного действия свободных радикалов на клетки и замедлении процесса их старения [4].

В результате определения содержания антиоксидантов, рассчитанных на сухое вещество и сухого вещества в соцветиях разных видов рода *Coreopsis* за 2020, 2021, 2023 гг. установлено, что собранные в период массового цветения соцветия, накапливали значительные количества данных соединений: 15,0–44,0 мг аскорбиновой кислоты/100 г сухого веса, 26,3–93,1 мг каротиноидов/100 г сухого веса и 14,1–18,4% сухого вещества (рис. 2).

Следует отметить, что содержание аскорбиновой кислоты в цветках у ромашки аптечной составляет 17,3 мг/100 г сухого веса [16]. В цветках календулы лекарственной, которая во многих странах мира признана как лекарственное растение, благодаря накоплению большого числа разнообразных классов биологически активных веществ, концентрация каротиноидов варьирует в пределах от 33,5 до 101,5 мг/100 г сухого веса [2; 7]. В цветках одуванчика лекарственного содержание каротиноидов составляет 14,0 мг/100 г сухого веса и т.д. [19].

Анализируя накопление аскорбиновой кислоты в соцветиях изученных видов/сортов кореопсиса в течение 3-х лет можно отметить, что ее количественное содержание значительно отличалось по годам, что, вероятно, связано с погодными особенностями конкретного года. Максимальное накопление аскорбиновой кислоты отмечено у всех видов кореопсиса в 2020 г., в сравнении с 2021 и 2023 гг. В 2021 г. у исследуемых представителей выявили минимальное накопление аскорбиновой кислоты в соцветиях.

Этому, вероятно, способствовали как самая высокая среднедекадная температура воздуха +22,1°C (в сравнении с другими годами исследования), так и, превышающая показатели других лет, сумма активных температур воздуха, накопленной от начала наступления фазы «вегетация» кореопсисов до начала наступления фазы «цветение» – 1312,7°C, (см. табл. 1).

Подтверждением этому является установленная нами высокая положительная корреляционная связь между содержанием аскорбиновой кислоты в соцветиях всех представителей рода *Coreopsis* с температурой воздуха ($R^2=0,997$; $p = 0,070$). Установлено, что максимальной концентрацией аскорбиновой кислоты в соцветиях практически во все годы выделялся вид *C. lanceolata*. Высокое содержание аскорбиновой кислоты в соцветиях также было характерно для видов *C. basalis* и *C. grandiflora* cv. “Plena” (рис. 2А).

Содержание каротиноидов в соцветиях кореопсисов на протяжении 3-х лет также значительно варьировало по годам. В накоплении каротиноидов прослеживалось аналогичная тенденция к снижению и повышению содержания в зависимости от определённого года. Так, у всех представителей рода *Coreopsis* содержание каротиноидов в соцветиях в 2020 г. было максимальным; а в 2021 г. – минимальным. Наибольшее содержание каротиноидов за 2020, 2021, 2023 гг. выявлено у *C. basalis* и *C. grandiflora* cv. “Plena” (рис. 2Б).

Наблюдалась тенденция к увеличению количества каротиноидов при возрастании температуры воздуха в определенных годах, однако корреляционная связь была недостоверной ($R^2=0,652$; $p = 0,402$).

Содержание сухих веществ не отличалось высокой вариабельностью среди исследуемых видов и сорта кореопсисов по годам. При этом содержание сухого вещества в соцветиях кореопсисов также максимально накапливалось в 2020 г. у всех исследуемых растений. Такие особенности накопления соединений могут быть связаны как с высокой среднедекадной температурой воздуха в этом году, так и с оптимальными условиями вегетации. А именно, с достаточным содержанием влаги в почве благодаря большому количеству осадков. Высоким содержанием сухого вещества отличались представители *C. lanceolata*, *C. grandiflora* cv. “Plena” и *C. major* (рис. 2В; см. табл. 1).

В целом, все исследуемые представители рода *Coreopsis* – *C. basalis*, *C. grandiflora*, *C. lanceolata*, *C. major* и сорт *C. grandiflora* cv. “Plena” проходят полный цикл роста и развития в условиях открытого грунта на ЮБК. Виды *C. basalis*, *C. grandiflora* и сорт *C. grandiflora* cv “Plena” вступали в повторные фазы «бутонизация» и «цветение» с последующим наступлением фазы «плодоношение». Наиболее адаптированными и приспособленными представителями рода *Coreopsis* к эколого-климатическим условиям являются *C. grandiflora*, *C. basalis*, *C. lanceolata*, *C. major*.

В результате изучения содержания антиоксидантов в соцветиях разных представителей рода *Coreopsis* за 2020, 2021, 2023 гг. было установлено, что собранные в вышеуказанный период соцветия, накапливали значительное количество аскорбиновой кислоты и каротиноидов, наряду с высоким содержанием сухого вещества. Выявлено, что наибольшее количество аскорбиновой кислоты, во все годы исследования, содержалось у *C. lanceolata*, каротиноидов у *C. basalis* и *C. grandiflora* cv. “Plena”. Накопление высокого количества антиоксидантов в соцветиях разных представителей рода *Coreopsis*, вероятнее всего, обусловлено накоплением максимальных сумм активных температур воздуха. Отметим, что для накопления изучаемых каротиноидов предпочтительны засушливые условия с достаточно высокими температурами.

Следует отметить, ранними исследованиями было подтверждено, что между температурным режимом и физиолого-биохимическими механизмами существует связь, отвечающая за накопление антиоксидантов [18]. Также было показано, что кроме температурно-влажностного режима и количества осадков, на уровень синтеза антиоксидантов влияет интенсивность солнечного света [17; 23].

Заключение

Таким образом, на основе проведенного анализа, перспективными представителями рода *Coreopsis* являются: *C. grandiflora*, *C. basalis*, *C. lanceolata*. Следует отметить, что в дальнейшем важно и целесообразно проводить более глубокое комплексное изучение урожайности соцветий, семенной продуктивности и других хозяйственно-ценных агротехнических, некоторых фармакологических показателей выше представленных видов. С последующей возможностью предоставления рекомендаций относительно применения растительного сырья в фармацевтической индустрии.

Литература

1. А.с. 276291 СССР, МПК СО 9В 61/00. Способ получения пищевого красителя из сырья растительного происхождения – кореопсиса крупноцветкового / И.В. Касперская, Ю.А. Лукс (СССР). № 1123916/28-13; Заявлено 06.01.67; опубл. 14.07.70; Бюл. № 23. 2 с.
2. Афанасьева П.В., Куркин В.А., Куркина А.В. Оптимизация подходов к стандартизации фитопрепаратов на основе календулы лекарственной // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т.17. №5(3). С. 930-934. E-Library: 26371109.
3. Букин В.П., Букин А.В., Букина-Хрунык А.В. Научные основы интродукции красильных растений Юга Украины. К.: ПП «РК Мастер-принт», 2008. С. 226.
4. Брин В.Б. Нормальная физиология: учебник. 3-е изд., испр. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 688 с.

5. Гавриченко Ю.Ю., Сафронюк С.Л., Кацев А.М., Шевчук О.М., Логвиненко Л.А., Феськов С.А. Скрининг антимикробной активности водных и спиртовых извлечений из растительного сырья с использованием биолюминесцентных бактерий // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2022. № 1. С. 60-69. E-Library ID: 48548437.
6. Гавриченко Ю.Ю., Шевчук О.М., Кацев А.М. Биотестирование водных и водно-спиртовых извлечений *Coreopsis grandiflora* Hogg. ex. Sweet. с использованием светящихся бактерий // IV Межвузовская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 100-летию Самарского государственного медицинского университета. Сборник материалов (Самара, 28 октября 2019 года). Самара, 2019. С. 68-72.
7. Дайнека В.И., Гостищев И.А., Третьяков М.Ю., Индина И.В. Каротиноиды лепестков цветков календулы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 15/2. № 9 (104). С. 279-287. E-Library ID: 21315709; EDN: RYLTD
8. Исаенко Т.Н. Малораспространенные цветочные многолетники, их использование в культуре // Сельскохозяйственный журнал. 2020. Вып. 3. № 13. С. 29-35.
9. Матвеев В.А. Статистика. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2015. 84 с.
10. Кабанов А.В. Интродукция поздно цветущих декоративных травянистых многолетников в Главном ботаническом саду РАН // Мат. XVIII Международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». 2019. С. 589-593. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019124>.
11. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Л.: Гидрометеиздат. 1971. 216 с.
12. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюллетень ГБС АН СССР. 1979. Вып. 113. С. 3.
13. Нигматянова С.Э. Оценка декоративных многолетних интродуцентов в условиях Южного Приуралья // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 69. С. 58-63. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-58-63>.
14. Рихтер А.А. Использование в селекции взаимосвязей биохимических признаков // Сборник научных трудов ГНБС. 1999. Т. 108. С. 121-129. e-LIBRARY ID: 37335593.
15. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 241 с.
16. Ушанова В.М., Воронин В.М., Репях С.М. Исследование влияния компонентов лекарственного растительного сырья на состав получаемых экстрактов // Химия растительного сырья. 2001. №3. С. 105-110. E-Library ID: 9337170; EDN: HWILVF.
17. Тарханов С.Н., Пинаевская Е.А., Аганина Ю.Е., Пахов А.С. Изменчивость биохимических признаков *Pinus sylvestris* (Pinaceae) при адаптации форм в условиях избыточного увлажнения // «Известия вузов. Лесной журнал». 2023. № 4. С. 58-75. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-4-58-75>.
18. Ткачева Е.Н. Особенности накопления биологически активных веществ с антиоксидантной активностью представителями семейства яснотковые (Lamiaceae). Автореф. дисс. канд. сельхоз. наук. Специальность: 03.01.05 – Физиология и биохимия растений. М., 2021. 23 с.
19. Терлецкая В.А., Лукашов Р.И. Зависимость содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях и цветках *Taraxacum officinale* от периода заготовки // Современные технологии в медицинском образовании: междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 2021). С. 2082-2084. <https://doi.org/10.7868/S0015330313050072>.
20. Ходаков Г.В. Желтый пищевой краситель из соцветий растений рода *Coreopsis* L. // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36. Вып.1. С. 86-90.

21. Хлыпенко Л.А., Логвиненко Л.А., Марко Н.В., Работягов В.Д. Генофондовая коллекция эфиромасличных, лекарственных и пряно-ароматических растений Никитского ботанического сада (на 01.12.2014 г.) // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». 2015. Вып. 16. С. 268-276.
22. Чичканова Е.С., Шевчук О.М., Кравченко Е.Н., Пищенко Е.А. Морфология и качество семян видов рода *Coreopsis* L. коллекции Никитского ботанического сада // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2023. № 2 (167). С. 61-70. <https://doi.org/10.25684/2712-7788-2023-2-167-62-71>.
23. Шапчиц М.П. Биохимия лекарственных растений: электронный учебно-методический комплекс с креативным компонентом для специальности 6-05-0511-02 «Биохимия». Минск: БГУ, 2025. 207 с. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/327690>.
24. Фомина Т.И. Ритмологические особенности видов весенне-летне-осенне-зеленого феноритмотипа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 11. № 85. С 64-67. E-Library ID: 25805930.
25. Abdurehman D., Guoruoluo Y., Li J., Liu G.Y., Xin X.L., Aisa H.A. Chemical constituents of *Coreopsis tinctoria* // Chemistry of natural compounds. 2022. Vol. 58. № 4. P. 741-745. <https://doi.org/10.1007/s10600-022-03782-y>.
26. Jiang H., Li Zh., Jiang X., Qin Y. Comparison of metabolome and transcriptome of flavonoid biosynthesis in two colors of *Coreopsis tinctoria* Nutt. // Frontiers in plant science. 2022. Vol. 13. P. 1-13. Article: 810422. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.810422>.
27. Shen J., Jiang B., He C., Xiao P., Hu M., Tan W., Ding J., Xu L., Hamulati H., Sun Y. Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology of *Coreopsis tinctoria* Nutt.: a review // Journal of ethnopharmacology. 2021. Vol. 269. P. 113690. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113690>.

References

1. А.с. 276291 USSR, MPK SO 9B 61/00. Способ получения пшхевого красителя из сы`ра растител`ного проихзохдениа – koreopsisa krupnoczvetkovogo / I.V. Kasperskaya, Yu.A. Luks (SSSR). № 1123916/28-13; Zayavleno 06.01.67; opubl. 14.07.70; Byul. 23. 2 p. (In Russ.)
2. Afanasyeva, P.V., Kurkin, V.A., & Kurkina, A.V. (2015). Optimizaciya podxodov k standartizacii fitopreparatov na osnove kalenduly` lekarstvennoj. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 17.5(3):930-934. E-Library: 26371109. (In Russ.)
3. Bukin, V.P., Bukin, A.V., & Bukina-Khrunyk, A.V. (2008). Nauchny`e osnovy` introdukcii krasil`ny`x rastenij Yuga Ukrainy`. K.: PP «RK Master-print», 226. (In Russ.)
4. Brin, V.B. (2016). Normal`naya fiziologiya: uchebnik. 3-e izd., ispr. i dop. Moskva: GE`OTAR-Media. 688 s. (In Russ.)
5. Gavrichenko, Yu.Yu., Safronyuk, S.L., Kacev, A.M., Shevchuk, O.M., Logvinenko, L.A., & Fes`kov, S.A. (2022). Skrining antimikrobnj aktivnosti vodny`x i spirtovy`x izvlechenij iz rastitel`nogo sy`r`ya s ispol`zovaniem bioluminescentny`x bakterij. *Vestnik VGU. Seriya: Ximiya. Biologiya. Farmaciya*. 1:60-69. E-Library ID: 48548437 (In Russ.)
6. Gavrichenko, Yu.Yu., Shevchuk, O.M., & Katsev, A.M. (2019). Biotestirovanie vodny`x i vodno-spirtovy`x izvlechenij *Coreopsis grandiflora* Hogg. ex. Sweet. s ispol`zovaniem svetyashhixsya bakterij. *IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodny`m uchastiem, posvyashhennaya 100-letiyu Samarskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Sbornik materialov* (Samara, 28 oktyabrya 2019 goda). 68-72. (In Russ.)

7. Daineka, V.I., Gostishchev, I.A., Tretyakov, M.Yu., & Indina, I.V. (2011). Karotinoidy` lepestkov czvetkov kalenduly`. *Nauchny`e vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvenny`e nauki*, 15/2, no. 9 (104):279-287. E-Library ID: 21315709. (In Russ.)
8. Isaenko, T.N. (2020). Malorasprostrannyy`e czvetochnyy`e mnogoletniki, ix ispol`zovanie v kul`ture. *Sel`skoxozyajstvenny`j zhurnal*. 3(13):29–35. (In Russ.)
9. Matveev, V.A. (2015). Statistika. Uchebno-metodicheskoe posobie. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij gosuniversitet. 84 p. (In Russ.)
10. Kabanov, A.V. (2019). Introdukciya pozdno czvetushhix dekorativny`x travyanisty`x mnogoletnikov v Glavnom botanicheskom sadu RAN. *Mat. XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Problemy` botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii»*, 589-593. (In Russ.)
11. Kelchevskaya, L.S. (1971). Metody` obrabotki nablyudenij v agroklimatologii. L.: Gidrometeoizdat. 216. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019124>. (In Russ.)
12. Metodika fenologicheskix nablyudenij v botanicheskix sadax SSSR (1979). *Byulleten` GBS AN SSSR*, 113:3. (In Russ.)
13. Nigmatyanova, S.E. (2019). Ocenka dekorativny`x mnogoletnix introducentov v usloviyax Yuzhnogo Priural`ya. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 69:58-63. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-58-63>. (In Russ.)
14. Richter, A.A. (1999). Ispol`zovanie v selekcii vzaimosvyazej bioximicheskix priznakov. *Sbornik nauchny`x trudov GNBS*, (108):121-129. e-LIBRARY ID: 37335593. (In Russ.)
15. Pleshkov, B.P. (1985). Praktikum po bioximii rastenij. M.: Kolos, 241. (In Russ.)
16. Ushanova, V.M., Voronin, V.M., & Repyakh, S.M. (2001). Issledovanie vliyaniya komponentov lekarstvennogo rastitel`nogo sy`r`ya na sostav poluchaemy`x e`kstraktov. *Ximiya rastitel`nogo sy`r`ya*, 3:105-110. E-Library ID: 9337170. (In Russ.)
17. Tarxanov, S.N., Pinaevskaya, E.A., Aganina, Yu.E., & Paxov, A.S. (2023). Izmenchivost` bioximicheskix priznakov *Pinus sylvestris* (Pinaceae) pri adaptacii form v usloviyax izby`tochnogo uvlazhneniya. *«Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal»*, 4:58-75. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2023-4-58-75>. (In Russ.)
18. Tkacheva, E.N. (2021). Osobennosti nakopleniya biologicheski aktivny`x veshhestv s antioksidantnoj aktivnost`yu predstavatelyami semejstva yasnotkovy`e (Lamiaceae). Avtoref. diss. kand. sel`hoz. nauk. Special`nost`: 03.01.05 – Fiziologiya i bioximiya rastenij. Moscow. 23 p. (In Russ.)
19. Terletsкая, V.A., & Lukashov, R.I. (2021). Zavisimost` sodержaniya xlorofillov i karotinoidov v list`yax i czvetkax *Taraxacum officinale* ot perioda zagotovki. *Sovremenny`e texnologii v medicinskom obrazovanii: mezhdunar. nauch. -prakt. konf.* Minsk. 2082-2084. <https://doi.org/10.7868/S0015330313050072>. (In Russ.)
20. Khodakov, G.V. (2000). Zhelty`j pishhevoj krasitel` iz soczvetij rastenij roda *Coreopsis* L. *Rastitel`ny`e resursy`*, 36(1):86-90. (In Russ.)
21. Khlypenko, L.A., Logvinenko, L.A., Marko, N.V., & Rabotyagov, V.D. (2015). Genofondovaya kollekcija e`firomaslichny`x, lekarstvenny`x i pryano-aromaticeskix rastenij Nikitskogo botanicheskogo sada (na 01.12.2014 g.). *Nauchny`e zapiski prirodnogo zapovednika «My`s Mart`yan»*, 16:268-276. (In Russ.)
22. Chichkanova, E.S., Shevchuk, O.M., Kravchenko, E.N., & Pishchenko, E.A. (2023). Morfologiya i kachestvo semyan vidov roda *Coreopsis* L. kollekcii Nikitskogo botanicheskogo sada. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*, 2(167):61-70. <https://doi.org/10.25684/2712-7788-2023-2-167-62-71>. (in Russ.)

23. Shapchicz, M.P. (2025). Bioximija lekarstvenny`x rastenij: e`lektronny`j uchebno-metodicheskij kompleks s kreativny`m komponentom dlya special`nosti 6-05-0511-02 «Bioximija». Minsk: BGU. 207 s. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/327690>. (In Russ.)

24. Fomina, T.I. (2011). Ritmologicheskie osobennosti vidov vesenne-letne-osenne-zelenogo fenoritmotipa. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 11(85):64-67. E-library ID: 25805930 (In Russ.)

25. Abdurehman, D., Guoruoluo, Y., Li, J., Liu, G.Y., Xin, X.L., & Aisa, H.A. (2022). Chemical constituents of *Coreopsis tinctoria*. *Chemistry of natural compounds*. 58(4):741-745. <https://doi.org/10.1007/s10600-022-03782-y>. (In Engl.)

26. Jiang, H., Li, Zh., Jiang, X., & Qin Y. (2022). Comparison of metabolome and transcriptome of flavonoid biosynthesis in two colors of *Coreopsis tinctoria* Nutt. *Frontiers in plant science*. 13:1-13. Article: 810422. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.810422>. (In Engl.)

27. Shen, J., Jiang, B., He, C., Xiao, P., Hu, M., Tan, W., Ding, J., Xu, L., Hamulati, H., & Sun, Y. (2021). Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology of *Coreopsis tinctoria* Nutt.: a review. *Journal of ethnopharmacology*, 269:113690. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113690>. (In Engl.)

дата поступления: 20.05.2025

дата принятия: 28.11.2025

© Чичканова Е.С., Гребенникова О.А., 2025