

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР И НАТИВНОГО РАСТЕНИЯ РЕДКОГО ВИДА *SILENE TATARICA* (L.) PERS., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Чижова А. А. , Пунгин А. В.

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
alena_chizhova_2019@mail.ru

Silene tatarica (L.) Pers. – многолетнее травянистое растения, которое включено в Красную книгу Калининградской области. Благодаря присутствию фитоэкдистероидов и других биологически активных соединений, экстракты *S. tatarica* обладают мембранотропным, мембраностабилизирующим, обезболивающим, противоотечным, противовоспалительным и гемореологическим действием. Несмотря на это фитохимический состав растения *S. tatarica* и его каллусных культур остается малоизучен. Целью работы стало исследование фитохимического профиля и антиоксидантной активности экстрактов каллусных культур и нативного растения *S. tatarica*.

Каллусная ткань *S. tatarica* культивировалась на среде Мурасиге–Скуга, содержащей следующие комбинации регуляторов роста: 0,5 мг/л ТДЗ + 2 мг/л ИМК, 0,5 мг/л ТДЗ + 2 мг/л НУК, 0,5 мг/л 2iP + 2 мг/л НУК, 0,5 мг/л БАП + 2 мг/л НУК. Экстракты были получены путем мацерации высушенного растительного материала в 70%-ном этаноле в течение

24 часов. Содержание фенольных соединений, флавоноидов, гидроксикоричных кислот (ГК) оценивалось спектрофотометрическим методом. Методы высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ) применялись для скрининга индивидуальных фенольных соединений и β -экдизона. Антиоксидантная активность (АОА) экстрактов определялась методами ABTS, FRAP и DPPH. Результаты были выражены в мг–эквивалентах стандартного соединения или мкг на грамм сухой массы образца.

Высокое содержание ГК выявлено в каллусных культурах (2,80–3,17 мг–экв. хлорогеновой кислоты/г) и соцветиях растения (2,55 $\pm$ 0,43 мг–экв. хлорогеновой кислоты/г). Наибольшее накопление флавоноидов отмечено в листьях растения и составило 28,19 $\pm$ 1,75 мг–экв. рутина/г. В каллусных культурах концентрация флавоноидов была ниже, варьируясь от 1,29 до 1,87 мг–экв. рутина/г. В семенах растения зафиксировано наибольшее содержание фенольных соединений – 12,17 $\pm$ 1,93 мг–экв. галловой кислоты/г. В каллусных культурах отмечено более низкое накопление фенольных веществ, которое варьировалось от 1,57 до 3,00 мг–экв. галловой кислоты/г. Экстракт соцветий показал высокую ингибирующую активность в отношении свободных радикалов ABTS и DPPH – 183,12 $\pm$ 3,77 и 16,82 $\pm$ 0,17 мг–экв. аскорбиновой кислоты (АК)/г соответственно. При оценке методом FRAP, экстракт листьев проявил наибольшую восстанавливающую активность – 34,83 $\pm$ 2,04 мг–экв. АК/г. В свою очередь экстракты каллусных культур характеризовались низкой АОА по сравнению с экстрактами нативного растения при оценки методами DPPH (0,59–0,79 мг–экв. АК/г), ABTS (30,22–54,17 мг–экв. АК/г) и FRAP (1,68–6,79 мг–экв. АК/г). По результатам первичного скрининга экстрактов методом ТСХ было обнаружено присутствие β -экдизона в растении *S. tatarica*. ВЭЖХ–анализ позволил идентифицировать в нативном растении β -экдизон (351–11000 мкг/г), 3,4–дигидроксibenзойную кислоту (5,00–23,60 мкг/г), флавоноиды апигенин–7–О–глюкозид (9,00–45,00 мкг/г) и лютеолин–7–глюкозид (876 $\pm$ 40 мкг/г). В каллусных культурах обнаружены 3,4–дигидроксibenзойная (1,70–4,50 мкг/г), р–кумаровая (1,30–11,60 мкг/г) и феруловая (5,00 $\pm$ 0,23 мкг/г) кислоты.

Таким образом, существуют различия в фитохимическом составе и антиоксидантной активности каллусных культур и растения *S. tatarica*. Растение характеризовалось более высоким выходом фенольных соединений и антиоксидантным потенциалом. Вместе с тем, каллусные культуры *S. tatarica* могут стать источником получения фенольных веществ.

Ключевые слова: *Silene tatarica*, каллусные культуры, флавоноиды, фенольные соединений, фитоэкдистероиды, антиоксидантная активность

PHYTOCHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CALLUS CULTURES AND THE NATIVE PLANT OF THE RARE SPECIES *SILENE TATARICA* (L.) PERS. GROWING IN THE KALININGRAD REGION

Chizhova A. A. , Pungin A. V.

Immanuel Kant Baltic Federal University
alena_chizhova_2019@mail.ru

Silene tatarica (L.) Pers. is a perennial herbaceous plant, which is included in the Red Book of the Kaliningrad region. Due to the presence of phytoecdysteroids and other biologically active compounds, extracts of *S. tatarica* exhibit membranotropic, membrane-stabilizing, analgesic, anti-edematous, anti-inflammatory, and hemorheological properties. Nevertheless, the phytochemical composition of the *S. tatarica* plant and its callus cultures remains poorly studied. The aim of this research was to investigate the phytochemical composition and antioxidant activity of extracts from callus cultures and the native plant *S. tatarica*.

Callus tissue of *S. tatarica* was cultured on Murashige-Skoog medium supplemented with the following combinations of growth regulators: 0.5 mg/L TDZ+2 mg/L IBA, 0.5 mg/L TDZ+2 mg/L NAA, 0.5 mg/L 2iP+2 mg/L NAA, 0.5 mg/L BAP+2 mg/L NAA. The extracts were obtained by macerating dried plant material in 70% ethanol for 24 hours. The total content of phenolic compounds, flavonoids, hydroxycinnamic acids were determined by spectrophotometric method. High-performance liquid chromatography (HPLC) and thin-layer chromatography (TLC) methods were used for the screening of individual phenolic compounds and β -ecdysone. Antioxidant activity of extracts was determined by ABTS, FRAP and DPPH methods. The results were expressed in mg equivalents of standard or μg per gram of dry weight ($\text{mg}/\mu\text{g g}^{-1}$ DW).

The highest concentration of hydroxycinnamic acids was observed in callus cultures (2.80–3.17 mg chlorogenic acid g^{-1} DW) and inflorescences of the plant (2.55 ± 0.43 mg chlorogenic acid g^{-1} DW). The highest accumulation of flavonoids was detected in the leaves of the plant, with a concentration of 28.19 ± 1.75 mg rutin g^{-1} DW. The flavonoid content in the callus cultures was found to be relatively lower, with values ranging from 1.29 to 1.87 mg rutin g^{-1} DW. The seeds of the plant exhibited the highest concentration of phenolic compounds, with a value of 12.17 ± 1.93 mg gallic acid g^{-1} DW. The accumulation of phenolic compounds was lower in callus cultures, ranging from 1.57 to 3.00 mg gallic acid g^{-1} DW. The inflorescence extract exhibited high inhibitory activity against ABTS and DPPH free radicals, with values of 183.12 ± 3.77 and 16.82 ± 0.17 mg of ascorbic acid per gram of dry weight (mg AA g^{-1} DW), respectively. The leaf extract demonstrated the highest reducing activity (34.83 ± 2.04 mg AA g^{-1} DW) when evaluated using the FRAP method. The antioxidant activity of callus extracts was found to be lower compared to that of plant extracts, as assessed using the DPPH (0.59–0.79 AA g^{-1} DW), ABTS (30.22–54.17 AA g^{-1} DW) and FRAP (1.68–6.79 mg AA g^{-1} DW) methods. The primary screening of the extracts using TLC revealed the presence of β -ecdysone in *S. tatarica* plant. HPLC analysis demonstrated the presence of β -ecdysone (351–11000 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW), 3,4-dihydroxybenzoic acid (5.00–23.60 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW), and flavonoids apigenin-7-O-glucoside (9.00–45.00 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW) and luteolin-7-glucoside (876 ± 40 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW) in the native plant. The presence of 3,4-dihydroxybenzoic acid (1.70–4.50 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW), p-coumaric acid (1.30–11.60 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW) and ferulic acid (5.00 ± 0.23 $\mu\text{g g}^{-1}$ DW) was identified in callus cultures.

The phytochemical composition and antioxidant activity differed between callus cultures and the *S. tatarica* plant. The plant showed a higher yield of phenolic compounds and greater antioxidant capacity. At the same time, *S. tatarica* callus cultures can be used as a source of phenolic compounds.

Keywords: *Silene tatarica*, callus cultures, flavonoids, phenolic compounds, phytoecdysteroids, antioxidant activity.