

М.И. Тлеубаева<sup>1\*</sup>, А.Н. Омарбаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Ботаника және фито жерсіндіру институты филиалының Астана ботаникалық бағы, Астана, Қазақстан

\*Хат-хабарларға арналған автор: meruert\_iliassovna@mail.ru

## Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы

Гистохимиялық талдау биологиялық белсенді заттардың өсімдік жасушалары мен мүшелерінде шоғырлануы мен орналасуын анықтауға мүмкіндік береді. Бақша қараот халық медицинасында қолданылатын, дүниежүзінде кең таралған біржылдық өсімдік. Мақалада бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жапырағының, сабағының және бүтін гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық талдау нәтижелері берілген. Алғаш рет бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігіне гистохимиялық реакцияларды жарық микроскопымен біріктіре отырып зерттеу жүргізілді. Жапырақтың, сабақтың және бүтін гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық реакцияларының нәтижелері фенолдық қосылыстардың, флавоноидтардың, алкалоидтар іздерінің, сесквитерпендік лактондардың, инулиннің, полисахаридтердің бар екендігін және шоғырлану орнын анықтау жүргізілді. Гистохимиялық зерттеулердің нәтижелері бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жерүсті бөлігінің түпнұсқалығын, сәйкестендіруін және стандарттауды растау үшін қолданылды.

*Кілт сөздер:* бақша қараот, *Portulaca oleracea* L., гистохимиялық талдау, екіншілік метаболиттер, биологиялық белсенді заттар, дәрілік өсімдік шикізаты.

### *Kipicne*

Дәрілік өсімдік — бұл құрамында емдік мақсатта қолданылатын биологиялық белсенді заттары бар өсімдік [1, 2]. Дәрілік өсімдіктердің құрамында әсер ету механизмі, фармакологиялық белсенділігі әртүрлі екіншілік метаболиттер алкалоидтар, фенолдық, иілік заттар, каротиноидтар, флавоноидтар, полисахаридтер, өсімдік стериндері, терпеноидтар т.б. кездеседі. Бұл биологиялық белсенді заттар фармацевтикалық өндірісте үлкен сұранысқа ие [2, 3].

Дәрілік өсімдік шикізатының жаңа көздерін іздеуде дәрілік өсімдіктердің ресми тізіміне кірмейтін жергілікті флораның жабайы түрлерінің химиялық құрамы мен фармакогностикалық қасиеттері бойынша зерттеулер жүргізу өзекті болып отыр [4]. Сонымен, зерттеу нысаны көптеген елдердің халық медицинасында кеңінен қолданылатын бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігі (1-сурет). Жүргізілген фитохимиялық зерттеулер нәтижесі терпеноидтардың, алкалоидтардың, флавоноидтардың, органикалық қышқылдардың, қаныққан және қанықпаған май қышқылдарының, минералдардың және дәрумендердің табиғи көзі болып табылатынын растайды [5-9].

1-сурет. *Portulaca oleracea*

Өсімдіктердің құрамындағы биологиялық белсенді және қосымша заттардың шынайылығын анықтауда химиялық және физика-химиялық зерттеу әдістері кеңінен қолданылады. Гистохимиялық талдау биологиялық белсенді заттардың өсімдік жасушалары мен мүшелерінде шоғырлануы мен орналасуын анықтауға мүмкіндік береді [10-11]. Анықталған заттар мен олардың құрылымдық шоғырлануы арасындағы байланысты орнату гистохимияның негізгі мақсаты. XIX ғасырдың ортасында гистохимияның ғылыми бағыт ретінде қалыптасуына, оның негізін салушы француз фармацевті, ботанигі және микроскопшы Франсуа Винсент Распайль еңбектерінің үлесі зор. XIX ғасырдың 20-30-шы жылдары ол ботаникалық гистохимия бойынша алғашқы еңбектерін жариялады [12].

#### *Материалдар мен әдістер*

Зерттеу жұмысының зерзаты — Бақша қараот (*Portulaca oleracea* L.) өсімдігінің жерүсті бөлігі, 2018–2019 жылдың маусым-тамыз айларында Іле Алатауы жотасы аймағы, Алматы облысы Талғар ауданының Тұздыбастау ауылы маңынан және Талас өзенінің алқаптары, Жамбыл облысы Тараз қаласы маңынан жиналды. Зерттеу жүргізу үшін шикізат өсімдіктің гүлдеу кезеңінде жерүсті бөлігінен (сабақтары, жапырақтары және гүлдері) дайындалды.

Гистохимиялық талдау жүргізу барысында келесі реактивтер қолданылды [13–14]:

- метилен көгі (эфир майлары);
- 10% тимол ерітіндісі және концентрлі  $H_2SO_4$  (полисахаридтер);
- Люголь реактиві (крахмал); 70%  $C_2H_5OH$  (инулин);
- концентрлі  $H_2SO_4$  (сесквитерпендік лактондар);
- 10%  $K_2Cr_2O_7$  спирттік ерітіндісі (фенолдық қосылыстар);
- ванилин, концентрлі  $HCl$  ерітіндісі (флавоноидтар);
- Драгендорфф реактиві (алкалоидтар).

Белгілі тіндердің түсінің өзгеруі бақша қараот тіндерінде метаболиттердің арнайы топтарының шоғырлану белгісі болып саналады.

#### *Зерттеу нәтижелері*

Зерттеу нәтижесінде анықталатын метаболит пен реактивтердің өзара әрекеттесуі, жасушалардың әртүрлі типіне тән түске боялуымен сипатталады. Препараттағы түстің таралуы (флуоресценция) биологиялық белсенді заттардың орналасуын, ал қарқындылығы тіндер мен жасушалардағы сандық мөлшерін бағалауға мүмкіндік береді [12].

*Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен флавоноидтарды сәйкестендіру.* Зерттеу материалының микропрепаратын ванилин, концентрлі  $HCl$  ерітіндісімен өңдегеннен кейін жапырақ мезофилінің; сабақтың бұрышты колленхимасының, эпидермисінің, хлоренхимасының және түтікшелі өткізгіш шоғырлардың; сағақтың хлоренхимасының және өткізгіш шоғырлардың айқын боялғаны байқалды; гүлдің боялғаны байқалмады.

*Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен фенолдық қышқылдарды сәйкестендіру.* Фенолдық қышқылдарды идентификациялау үшін 10%  $K_2Cr_2O_7$  спирттік ерітіндісін зерттеу материалымен араластырып, 7 тәулікке қалдырады. Бақша қараот өсімдігінің зерттелетін мүшелерінің қанық сары қо-

ңыр түске боялуы, жасушаларында фенолдық қосылыстардың бар екендігін көрсетеді. Бірақ, микропрепараттар біртегіс боялмады, бұл жасушаларда фенолдық қосылыстардың әртүрлі дәрежеде шоғырлануын көрсетеді. Осылайша, фенолдық қосылыстардың көп мөлшерде жиналған жерлері жапырақ склеренхимасы мен хлоренхимасы, сабақтың қабықты және өткізгіш аймақтары.

*Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінен алкалоидтарды сәйкестендіру.* Драгендорфф реактивімен оң реакция беруі (ашық сұрғылт түске боялуы) бақша қараот жапырақ мезофилінде алкалоидтардың бар екенін растайды.

*Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы полисахаридтерді сәйкестендіру.* Бақша қараот өсімдігінің 10% тимол ерітіндісі және концентрлі  $H_2SO_4$ -мен оң реакция берді, сабақтың қабықты аймақ паренхимасы мен жапырақ мезофилі әлсіз боялды, бірақ гүлдің беттік препаратында полисахаридтердің бар екендігі түсті реакциялармен сәйкестендірілмеді.

*Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы сесквитерпендік лактондарды сәйкестендіру.* Бақша қараот өсімдігінің микропрепаратын концентрлі  $H_2SO_4$  өңдеу нәтижесі сабақтың көлденең кесіндісінде айқын боялудың болмағанын көрсетті, бірақ жапырағы мен гүлінде әлсіз боялу анықталды. Сесквитерпендік лактондар негізінен жиналу орны жапырақтың өткізгіш аймақтарында және бағаналы мезофилде, гүлі үшін эпидермистің жекелеген жасушаларында екенін растайды.

*Portulaca oleracea L. өсімдік шикізатындағы инулинді сәйкестендіру.* Бақша қараот өсімдігінің микропрепаратын 70%  $C_2H_5OH$  ерітіндісімен өңдеу нәтижесі жапырақтың және сабақтың көлденең кесіндісінің айқын боялуын көрсетті, бірақ гүлдің беттік препаратында боялу байқалмады. Инулин жапырақ мезофилінде, сабақтың өзекті және қабықты паренхимасында жиналады.

Эфир майлары және крахмал түсті реакциялармен анықталмады, бұл жоқ екендігін немесе сандық мөлшерлерінің өте аз екендігін білдіреді.

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігіндегі екіншілік метаболиттердің арнайы топтарын анықтау үшін жүргізілген гистохимиялық талдау нәтижесі 1-кестеде көрсетілген.

1 - кесте

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы

Анықталатын компонент	Реактив	Түске боялуы	Жерүсті бөліктері		
			Сабағы	Жапырақ	Гүлі
Эфир майлары	Метилен көгі	Көк	-	-	-
Сесквитерпендік лактондар	Концентрлі $H_2SO_4$	Сары	-	+	+
Флавоноидтар	Ванилин, концентрлі $HCl$	Сары, қызыл	+	+	-
Фенолдық қосылыстар	10% $K_2Cr_2O_7$ спирттік ерітіндісі	Қоңыр, сары	+	+	+
Полисахаридтер	10% тимол ерітіндісі және концентрлі $H_2SO_4$	Қызғылт-сары	+	+	-
Крахмал	Люголь реактиві	Көк	-	-	-
Инулин	$C_2H_5OH$ 70% ерітіндісі	Шар тәрізді сферокристалдар	+	+	-
Алкалоидтар	Драгендорфф реактиві	Қара	-	+	-

*Ескерту: (-) – теріс реакция; (+) – оң реакция*

Дәрілік өсімдіктердің химиялық құрамы түр айырмашылықтары және генетикалық факторлардан басқа, топырақтың құрамына, жауын-шашынның түсуіне, жарық қарқындылығына, ылғалдылыққа, өсімдікті жинау, кептіру, сақтау жағдайларына тәуелді [11, 14].

#### Қорытынды

Бақша қараот өсімдігінің жерүсті бөлігінің гистохимиялық талдауы жарық микроскопымен біріктіре отырып алғаш рет жүргізілді: фенолдық қышқылдар — жапырақ склеренхимасы мен хлоренхимасында, сабақтың қабықты және өткізгіш аймақтарында; флавоноидтар — жапырақ мезофилінде; сабақтың бұрышты колленхимасында, эпидермисте, хлоренхимасында және түтікшелі өткізгіш шоғырларында; алкалоидтар — жапырақ мезофилінде; сесквитерпендік лактондарды — жапырақтың өткізгіш аймақтарында және бағаналы мезофилде, гүлі үшін эпидермистің жекелеген жасушаларын-

да; инулин — жапырақ мезофилінде, сабақтың өзекті және қабықты паренхимасында; полисахаридтер — сабақтың қабықты аймақ паренхимасы мен жапырақ мезофилінде.

Жапырақтың, сабақтың және гүлінің көлденең кесіндісінің гистохимиялық талдау нәтижелері фенолдық қосылыстардың, флавоноидтардың, алкалоидтар іздерінің, сесквитерпендік лактондардың, инулиннің, полисахаридтердің бар екендігін және шоғырлану орнын көрсетті.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Kibria A. Extraction and evaluation of phytochemicals from Banana peels (*Musa sapientum*) and Banana plants (*Musa paradisiaca*) / A. Kibria, A. Kamrunnessa, M. Rahman, A. Kar // Malaysian Journal of Halal Research Journal. — 2019. — Vol. 2, No 1. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0005>.
- 2 Shareef M. Natural cures for breast cancer treatment / M. Shareef, M.A. Ashraf, M. Sarfraz // Saudi Pharmaceutical Journal. — 2016. — Vol. 24. — P. 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2016.04.018>.
- 3 Olufunmiso O.O. Bioactive Compounds and in vitro Antimicrobial Activities of Ethanol Stem Bark Extract of *Trilepisium madagascariense* DC / O.O. Olufunmiso, T.E. Onibudo, R.M. Coopoosamy, T.O. Ashafa, A.J. Afolayan // Int. J. Pharmacol. — 2018. — Vol. 14, No 7. — P. 901–912. <https://doi.org/10.3923/ijp.2018.901.912>.
- 4 Тамахина А.Я. Микроморфологические особенности эпидермы и гистохимические методы идентификации вторичных метаболитов в листьях травянистых растений семейства *Boraginaceae* / А.Я. Тамахина, А.А. Ахжубекова // Юг России: экология, развитие. — 2018. — Т. 13. № 3. — С. 31–41. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-3-31-41>
- 5 Zhou Y.-X. *Portulaca oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects / Y.-X. Zhou, H.-L. Xin, K. Rahman, S.-J. Wang, C. Peng, H. Zhang // Biomed Res Int. — 2015. — Vol. 2015. — 11 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/925631>.
- 6 Chowdhary C.V. A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane) / C.V. Chowdhary, A. Meruva, K. Naresh, A. Elumalai // Int J Res Ayurveda & Pharm. — 2013. — Vol. 4. — No 1. — P. 34–37. <http://dx.doi.org/10.7897/2277-4343.04119>.
- 7 Lakshmi N.V. Review on phytochemistry and pharmacological activities of *Portulaca oleracea* / N.V. Lakshmi, Ch.N. Manas, P. Jaswanthi, P. Avinash, S. Tahseen, P. Rosemary // World Journal of Pharmacy and Pharm. Sci. — 2018. — Vol. 7, No 3. — P. 271–283. <https://doi.org/10.20959/wjpps20183-10967>
- 8 Okafor I.A. A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant — its nature and biomedical benefits / I.A. Okafor, M.B. Ayalokunrin, L.A. Lovina // Int J Biomed Res. — 2014. — Vol. 5 (2). — P. 75–80. <https://doi.org/10.7439/ijbr.v5i2.462>
- 9 Tleubayeva M.I. Investigation of CO<sub>2</sub> Extract of *Portulaca oleracea* for Antioxidant Activity from Raw Material Cultivated in Kazakhstan / M.I. Tleubayeva, R.M. Abdullabekova, U.N. Datkhayev, M.Yu. Ishmuratova, M.B. Alimzhanova, K.K. Kozhanova, A.M. Seitaliyeva, K.S. Zhakipbekov, Zh.B. Iskakova, E.A. Serikbayeva, E.V. Flisyuk // Int J Biomat. — 2022. — Vol. 2022. — 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/6478977>.
- 10 Разаренова К.Н. Гистохимия трихом официальных представителей семейства *Asteraceae* / К.Н. Разаренова, Е.В. Бабушкина, П.Д. Смирнов, О.В. Костина, Л.Е. Муравник // Разработка и регистрация лекарственных средств. — 2017. — Т. 3. Вып. 20. — С. 193–198. <http://dx.doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-193-198>
- 11 Никитина А.С. Морфометрическое и гистохимическое исследование травы Melissa лекарственной из коллекции Никитского ботанического сада / А.С. Никитина, Л.А. Логвиненко, Н.В. Никитина, С.А. Нигарян // Фармация и фармакология. — 2018. — № 6. — С. 504–534. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2018-6-6-504-534>
- 12 Ольшанская Л.Н. Гистохимические исследования локализации тяжелых металлов в тканях высших растений в процессе фитоэкстракции / Л.Н. Ольшанская, Е.М. Баканова, Е.В. Яковлева // Изв. вузов. Сер. Хим. и хим. технол. — 2016. — Т. 59. Вып. 5. — С. 3–15.
- 13 Rao U.S.M. Phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca* / U.S.M. Rao, M. Abdurrazak, K.S. Mohd // Malaysian Journal of Analytical Sciences. — 2016. — Vol. 20, No 5. — P. 1181–1190. <http://dx.doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>
- 14 Angelina M. Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia / M. Angelina, A. Mardhiyah, R.T. Dewi, N. Muthiah, S. Fajriah, Y. Ekaprawati, I.D. Dewijanti, J. Sukirno, S. Hartati // Pharmacia. — 2021. — Vol. 68, No 4. — P. 947–956. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e76835>

М.И. Тлеубаева, А.Н. Омарбаева

### Гистохимический анализ наземной части растений портулака огородного

Гистохимический анализ позволяет выявить наличие и размещение биологически активных веществ в тканях и органах. Портулак огородный применяется в народной медицине, широко распространенное однолетнее растение. В статье представлены результаты гистохимического анализа листьев, цветков и стеблей портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.). Впервые проведено изучение надземных органов портулака огородного методами световой микроскопии в сочетании с гистохимическими реакци-

ями. В результате проведенных гистохимических реакций на поперечных срезах листа, стебля и цельного цветка обнаружены фенольные соединения, флавоноиды, следы алкалоидов, сесквитерпеновые лактоны, инулин, полисахариды, а также установлена их локализация. Результаты гистохимических реакций использовали для подтверждения подлинности, идентификации стандартизации надземных частей портулака огородного (*Portulaca oleracea* L.).

*Ключевые слова:* портулак огородный, *Portulaca oleracea* L., гистохимический анализ, вторичные метаболиты, биологически активные вещества, лекарственное растительное сырье.

M.I. Tleubayeva, A.N. Omarbayeva

## Histochemical analysis of the ground part of garden pursuit

Histochemical analysis reveals the presence and placement of secondary metabolites in tissues and organs. *Portulaca oleracea* is used in folk medicine, a widespread annual plant. This article presents results of histochemical analysis of the leaves, flowers and stems of *Portulaca oleracea* L. The study of the aerial organs of *Portulaca oleracea* L. by light microscopy in combination with histochemical reactions was performed for the first time. As a result of the carried out histochemical reactions, phenolic compounds, flavonoids, traces of alkaloids, sesquiterpene lactones, inulin, and polysaccharides were found on the cross sections of the leaf, stem and whole flower, and their localization was established. The results of histochemical studies were used to confirm the authenticity, identification and standardization of aboveground parts of *Portulaca oleracea* L. (*Portulaca oleracea* L.).

*Keywords:* garden pursuit, *Portulaca oleracea* L., histochemical analysis, secondary metabolites, biologically active substances, medicinal plant materials.

### References

- 1 Kibria, A., Kamrunnessa, A., Rahman, M. & Kar, A. (2019). Extraction and evaluation of phytochemicals from Banana peels (*Musa sapientum*) and Banana plants (*Musa paradisiaca*). *Malaysian Journal of Halal Research Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0005>.
- 2 Shareef, M., Ashraf, M. A. & Sarfraz, M. (2016). Natural cures for breast cancer treatment. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(6) 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.sjps.2016.04.018>.
- 3 Olufunmiso, O.O., Onibudo, T.E., Coopoosamy, R.M., Ashafa, T.O. & Afolayan, A.J. (2018). Bioactive Compounds and in vitro Antimicrobial Activities of Ethanol Stem Bark Extract of *Trilepisium madagascariense* DC. *Int. J. Pharmacol.*, 14(7), 901-912. <https://doi.org/10.3923/ijp.2018.901.912>.
- 4 Tamakhina, A.Ya. & Akhkubekova, A.A. (2018). Mikromorfologicheskie osobennosti epidermy i gistokhimicheskie metody identifikatsii vtorichnykh metabolitov v listiakh travianistykh rastenii semeistva *Boraginaceae* [Micromorphological features of the epidermis and histochemical methods for identifying secondary metabolites in the leaves of herbaceous plants of the *Boraginaceae* family]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye — South of Russia: ecology, development*, 13(3), 31-41. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-3-31-41> [in Russian].
- 5 Zhou, Y.-X., Xin, H.-L., Rahman, K., Wang, S.-J., Peng, C. & Zhang, H. (2015). *Portulaca oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects. *Biomed Res Int.*, 11. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/925631>.
- 6 Chowdhary, C.V., Meruva, A., Naresh, K. & Elumalai, A. (2013). A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (Purslane). *Int J Res Ayurveda & Pharm.*, 4(1), 34-37. <http://dx.doi.org/10.7897/2277-4343.04119>.
- 7 Lakshmi, N.V., Manas, Ch.N., Jaswanthi, P., Avinash, P., Tahseen, S. & Rosemary, P. (2018). Review on phytochemistry and pharmacological activities of *Portulaca oleracea*. *World Journal of Pharmacy and Pharm. Sci.*, 7(3), 271-283. <https://doi.org/10.20959/wjpps20183-10967>.
- 8 Okafor, I.A., Ayalokunrin, M.B. & Lovina, L.A. (2014). A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant — its nature and biomedical benefits. *Int J Biomed Res.*, 5(2), 75-80. <https://doi.org/10.7439/ijbr.v5i2.462>.
- 9 Tleubayeva, M.I., Abdullabekova, R.M., Datkhayev, U.N., Ishmuratova, M.Yu., Alimzhanova, M.B., Kozhanova, K.K., Seitaliyeva, A.M., Zhakipbekov, K.S., Iskakova, Zh.B., Serikbayeva, E.A. & Flisyuk, E.V. (2022). Investigation of CO<sub>2</sub> Extract of *Portulaca oleracea* for Antioxidant Activity from Raw Material Cultivated in Kazakhstan. *Int J Biomat.*, 11. <https://doi.org/10.1155/2022/6478977>.
- 10 Razarenova, K.N., Babushkina, E.V., Smirnov, P.D., Kostina, O.V. & Muravnik, L.E. (2017). Gistokhimiya trikhom ofitsialnykh predstavitelei semeistva *Asteraceae* [Histochemistry trichome of official representatives of the *Asteraceae* family]. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv — Development and registration of medicines*, 3 (20), 193–198. <http://dx.doi.org/10.21145/2499-9954-2017-3-193-198> [in Russian].
- 11 Nikitina, A.S., Logvinenko, L.A., Nikitina, N.V. & Nigarian, S.A. (2018). Morfometricheskoe i gistokhimicheskoe issledovanie travy melissy lekarstvennoi iz kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada [Morphometric and histochemical study of

medicinal balm grass from the collection of the Nikitsky Botanical Garden]. *Farmatsiia i farmakologiya — Pharmacy and pharmacology*, 6, 504–534. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2018-6-6-504-534> [in Russian].

12 Olshanskaia, L.N., Bakanova, E.M. & Yakovleva, E.V. (2016). Gistokhimicheskie issledovaniia lokalizatsii tiazhelykh metallov v tkaniakh vysshikh rastenii v protsesse fitoekstratsii [Histochemical studies of localization of heavy metals in tissues of higher plants during phytoextraction]. *Izvestiia vuzov. Seriya Khimiia i khimicheskaiia tekhnologiya — Proceeding of High School Institutions. Series Chemistry and Chemical technology*, 59 (5), 3–15 [in Russian].

13 Rao, U.S.M., Abdurrazak, M. & Mohd, K.S. (2016). Phytochemical screening, total flavonoid and phenolic content assays of various solvent extracts of tepal of *Musa paradisiaca*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(5), 1181–1190. <http://dx.doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-25>

14 Angelina, M., Mardhiyah, A., Dewi, R.T., Muthiah, N., Fajriah, S., Ekapriati, Y., Dewijanti, I. D., Sukirno, J. & Hartati, S. (2021). Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia. *Pharmacia*, 68(4), 947–956. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e76835>

Букетов Университеті