

ISSN 1563-034X  
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

# ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК КазНУ

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# KazNU BULLETIN

Ecology series

№1/2(43)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2015

ӘОЖ 602.3:633/635

<sup>1</sup>Д.Н. Сатыбалдиева\*, <sup>2</sup>Б.К.Заядан, <sup>2</sup>Р. Маммадов, <sup>3</sup>В.К. Мурсалиева

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>2</sup>Памуккале университеті, Түркия, Денизли

<sup>3</sup>Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

\*E-mail: dariya107@gmail.com

### Алатау бәйшешегі

## *Crocus alatavicus* L. экстракттарының фенолдар мөлшері және антиоксидантты белсенделіктері

Мақалада алатау бәйшешегінің жерусті және жерасты бөліктерінен алынған экстракттар құрамындағы фенолды қосылыстардың жалпы мөлшерін анықтау және олардың *in vitro* антиоксидантты белсенделіктерін зерттеу бойынша нәтижелер берілген. Фенолды қосылыстардың жалпы мөлшері өсімдіктің бөлігі және экстрагенттің түріне байланысты жерусті бөлігінің дихлорметанды экстрактында 13,49 мг-эквиваленттен жерасты бөлігінің этанолды экстрактында 72,29 мг-эквивалентке дейін ауытқыды.

-каротин-линол қышқылы тест-жүйесінде жоғары жалпы антиоксидантты белсенделік дихлорметанды экстракттарда және өсімдіктің жерасты бөлігінің этанолды экстрактында анықталды. DPPH радикалдарын максималды тежеу белсенделілігі  $IC_{50}$  көрсеткіші 387  $\mu\text{g}/\text{ml}$  жерусті бөлігінің этанолды экстрактында анықталды.

**Түйін сөздер:** *Crocus alatavicus*, Алатау бәйшешегі, антиоксидантты белсенделік, фенолды қосылыстар, DPPH.

D.N. Satybaldiyeva, B.K. Zayadan, R. Mammadov, V.K. Mursaliyeva

**Phenolic content and antioxidant activity of extracts from *Crocus alatavicus* L.**

In this study, the results of total phenolic content determination and *in vitro* antioxidant activity of the extracts from different parts of *Crocus alatavicus* are presented. The total phenolic content of the extracts ranges from 13,49 mg gallic acid equivalents (GAE) in dichloromethane extract of aerial part to 72,29 mg GAE in ethanol extract from bulbs, depending on the extraction solvent.

The highest antioxidant activity through -carotene bleaching assay was observed in ethanol extract of bulbs and in all dichloromethane extracts. Maximum activity for DPPH radical scavenging was detected in ethanol extract from aerial part, with an  $EC_{50}$  value of 387  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

**Key words:** *Crocus alatavicus*, antioxidant activity, phenolic compounds, DPPH.

Д.Н. Сатыбалдиева, Б.К. Заядан, Р. Маммадов, В.К. Мурсалиева

**Содержание фенолов и антиоксидантная активность экстрактов крокуса  
алатауского *Crocus alatavicus* L.**

В статье представлены результаты определения общего содержания фенольных соединений (ОСФ) в экстрактах, выделенных из надземной части и клубнелуковиц *Crocus alatavicus* и оценки их антиоксидантной активности в модельных системах *in vitro*. ОСФ в зависимости от части растения и типа экстрагента варьировало в пределах от 13,49 мг-экв в дихлорметановом из надземной части до 72,29 мг-экв в этанольном из клубнелуковиц.

Высокая общая антиоксидантная активность в тест-системе «-каротин-линолевая кислота» выявлена у дихлорметановых экстрактов и у этанольного экстракта из клубнелуковиц. Максимальная активность ингибирования DPPH радикалов с  $IC_{50}$  387  $\mu\text{g}/\text{ml}$  обнаружена у этанольного экстракта из надземной части растений.

**Ключевые слова:** *Crocus alatavicus*, крокус алатауский, антиоксидантная активность, фенольные соединения, DPPH.

Қазақстан флорасының *Iridaceae* Juss тұмандасына жататын *Crocus alatavicus* Regel et Semen (алатау бәйшешегі) жабайы эндемик түр тіршілік формасы бойынша эфемерлі даму түркілді геофит болып табылады [1].

Эфемерлі осімдіктерде геофиттік габитусы және жерасты қор мүшелерінің қалыптасуы көркінен ортаның қолайсыз жағдайларына өзін-өзі бейімделу мен төзімділік реакцияларының пайда болуына мүмкіндік береді.

Стресс жағдайда есептін жабайы өсімдік түрлері әртүрлі екінші реттік метаболиттер синтездейді және жинақтайды. Белгілі бір экологиялық жағдайда бұл қосылыстар биологиялық эволюция мен табиги сұрыптаудың нәтижесі болып табылады және өсімдіктің бейімделуі үшін өте маңызды [2].

Сонымен қатар, өсімдіктердің екінші реттік метаболиттері – фармакологиялық көптеген пайдалы қасиеттерге ие физиологиялық, биологиялық белсенді заттар [3]. Осыған байланысты, жабайы бәйшешектердің, соның ішінде алатау бәйшешегінің биологиялық және экономикалық потенциалы жоғары.

Әдебиет деректері бойынша, *Crocus* туысының екілдері көптеген құнды биологиялық белсенді заттардың – эфир майлары, flavonoидтар, хантондар, май қышқылдары, каротиноидтар, т.б. көзі болып табылады [4, 5]. *Crocus* туысының антиоксидантты белсенділіктері және бос радикалдарды тікелей тежеуге, липидтердің жылдам тотығуын және жағымсыз тотығу өнімдерінің пайда болуының алдын алуға қабілетті өсімдік шикізаты құрамындағы фенолды қосылыстары антиоксидантты заттардың жеке тобы ретінде ерекше қызығушылыққа ие [6].

*Crocus* туысының ішінде тек *C. sativus* түрінің құрамы мен әртүрлі биологиялық белсенділіктері – антирадикалды, антиоксидантты, антибактериалды, антиишемиялық, уға, жөтелге, қабынуға қарсы, гиполипидемиялық, жұмсақтартын, антиноцицепті белсенділіктері жеткілікті зерттелген [7, 8]. Сонымен қатар, жүрек-қан тамыры ауруларына, диабетке, депрессияға, ісікке, атеросклерозға қарсы әсерлер көрсетеді [9, 10].

Алатау бәйшешегі Иле және Жонғар Алатауы баурайларында, Солтүстік пен Батыс Тянь-Шаньның томен және орта белдеулерінде өседі [11].

Алатау бәйшешегі өсімдік шикізатының фитохимиялық құрамы және олардың биологиялық белсенділіктері бойынша зерттеулер аз қамтылған. Жерасты мүшесінде қор заттарының жинақталуын зерттеу бойынша көмірсүтекті қосылыстардың болатыны анықталған [12]. *In vitro* өсіру

әдістері арқылы эндемик алатату бәйшешегін микроклондық қөбейту және сақтау жұмыстары жүргізілуде [13].

Зерттеудің мақсаты Алатау бәйшешегінің әртүрлі экстракттарының фенолдық қосылыстар мөлшерін және *in vitro* антиоксидантты белсенділіктерін анықтау болып табылады.

### Зерттеу материалдары және әдістері

*C. alatavicus* өсімдік шикізаты 2014 жылы наурыз айында табиғи өсу ортасы – Алматы облысынан жиналды. Өсімдіктің жерусті және жерасты бөліктері көлеңке жағдайда кептіріліп, әртүрлі ерітінділермен (1:10 қатынаста – су, 96% этанол, дихлорметан) экстракцияланды [14]. Тәжірибелеге Алатау бәйшешегінің жерусті-сулы; жерусті-этанолды; жерасты-этанолды; жерусті-дихлорметанды; жерасты-дихлорметанды экстракттары қолданылды.

Аталған экстракттардың құрамында жалпы фенолды қосылыстар мөлшері стандарт ретінде галл қышқылын қолдану арқылы Фолин-Чиокальте әдісімен анықталды [15]. Фенолды қосылыстар концентрациясы грамм экстрактқа галл қышқылы эквивалентінің (ГКЭ) миллиграмы есебімен бағаланды.

Экстракттардың жалпы антиоксидантты белсенділіктері (АОБ) β-каротин-линов қышқылы жүйесінде олардың линол қышқылының асқын тотығуын тежеу қабілетін анықтау бойынша бағаланды [16]. Линол қышқылының тотығуы барысында β-каротин молекуласына әсер ететін пентадиенильді бос радикал түзіледі, нәтижесінде β-каротин түсін жоғалтады.

Экстракттардың антирадикалды белсенділіктерін (АРБ) анықтау DPPH-тест спектрофотометриялық әдісі бойынша жүргізілді [17]. Әдіс дифенилпикрилгидразил (DPPH) бос радикалдарының антиоксидант молекулаларымен тотықсыздану реакцияларына негізделген.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Фенолды қосылыстар антиоксидантты қасиет көрсететін заттардың жеке тобы ретінде қарастырылатыны белгілі. Осыған байланысты Алатау бәйшешегінің жерусті және жерасты бөліктерінен алынған әртүрлі экстракттардың құрамында фенолды қосылыстардың жалпы мөлшері анықталды. 0,01-0,200 мг концентрацияда галл қышқылының стандартты сыйбасы жасалды және нәтижелер  $y=1,1592x-0,0015$  ( $R^2 = 0,9986$ ) тендеуіне негізделіп есептеді (1-шарт).

**1-кесте – *C. alatavicus* экстракттарындағы фенолды қосылыстардың жалпы мөлшері, мг-экв/г**

Экстракт түрі	Фенолды қосылыстардың жалпы мөлшері, мг-экв/г	
	жерусті болігі	жерасты болігі
сұлы	39,94±0,86 <sup>a</sup>	-
этанолды	72,29±2,16 <sup>c</sup>	48,28±3,60 <sup>b</sup>
дихлорметанды	13,49±1,26 <sup>d</sup>	20,21±1,25 <sup>e</sup>

Ескерту: а, b, c, d, e – варианттар арасындағы сенімділік айырмашылықтары ( $P<0,01$ )

1-кестедегі мәліметтер бойынша экстракттар құрамындағы фенолды қосылыстардың мөлшері экстракцияға қолданылған өсімдік бөлігі мен экстрагенттің түріне тәуелді әртүрлі болатыны байқалады. Фенолды қосылыстардың жалпы мөлшері өсімдіктің жерусті болігінің сұлы экстрактында 39,94, этанолды экстрактта одан екі есе жоғары (72,29) және дихлорметанды экстрактта минималды мөлшерде (13,49) болды.

Алатау бәйшешегінің жерасты болігінен алынған этанолды экстракт құрамында фенолды қосылыстардың мөлшері оларды дихлорметанды экстракттармен салыстарғанда екі есе жоғары болды (48,28), бірақ жерусті болігінің этанолды экстрактына қарағанда 1,5 есе төмен.

Өсімдік шикізатынан екінші реттік метаболиттерді шығару тиімділігіне органикалық еритінділердің полярлығы әртүрлі деңгейде әсер ететіні белгілі. Фенолды қосылыстар этанолмен жақсы және дихлорметан полярлы еріткішімен төмен деңгейде белініп алынады.

**2-кесте – *C. alatavicus* экстракттарының антиоксидантты белсенделіктері (β-каротин-линоол қышқыл жүйесі)**

Өсімдік бөлігі	Экстракт	АОБ, %
Жерусті	сұлы	13,36±6,13 <sup>a</sup>
	этанолды	30,10±6,50 <sup>b</sup>
	дихлорметанды	63,02±2,91 <sup>b</sup>
Жерасты	этанолды	65,44±1,94 <sup>c</sup>
	дихлорметанды	62,65±2,78 <sup>c</sup>
Стандарт – синтетикалық антиоксидант ВНТ		91,4 ± 1,19 <sup>c</sup>

Ескерту: ВНТ – бутил-гироксилтолуол а, b, c – варианттар арасындағы сенімділік айырмашылықтары ( $P<0,05$ )

Тәжірибелік экстракттар құрамындағы антиоксиданттардың липидтік тотыгууды тезже нәтижелері 2-кестеде көрсетілген. Кестеде мәліметтер бойынша экстрактты алуға қолданылған өсімдік бөлігі мен экстрагенттің рөлі тура тұжырым жасауға болады. Өсімдіктің жерусті және жерасты болігінің этанолды экстракттарды антиоксидантты белсенделіктері бойынша бір-бірінен ерекшеленді, сәйкесінше, 30,10% және 65,44%. Дихлорметанды экстракттар бір-бірімен және жерасты болігінің этанолды экстракттың салыстырғанда АОБ бойынша шамамен бірдей белсенделік көрсетті (сәйкесінше, 63,0%, 62,6% және 65,44%). Сұлы экстракттың белсенделілік төмен болды, 13,36%. Жалпы, Алатау бәйшешегі экстракттарының белсенделіктері ВНТ (бутил-гидроксилтолуол) стандартымен салыстырғанда төмен болды, 91,4%.



Сурет – Алатау бәйшешегі экстракттарының 500 мкг/мл концентрациядағы антиоксидантты белсенделіктері (DPPH-тест)

Экстракттардың DPPH-тест әдісімен анықталған антирадикалды белсенделіктегі де Алатау бәйшешегінің жерусті және жерасты бөлігінен алынған этанолды экстракттардың жоғары антиоксидантты қабілетін көрсетті. 1-суретте 500 мкг/мл концентрацияда экстракттардың дифенилпикрилгидразил радикалдарын тежеуі бойынша мәліметтер берілген.

Сулы экстракттың антиоксидантты белсенделігінің (34,7 %) этанолды экстракттан екі есе төмендігін (65,5%), бірақ дихлорметанды экстракттардың жоғары (17,9% және 13,9%) екендігін байқауға болады. Өсімдіктің жерасты бөлігінің этанолды экстракти жоғары 54% белсенделік көрсетті.

DPPH-тест бойынша сипатталатын антиоксидантты белсенделік көрсеткіштерінің бірі радикалдардың 50% тежелуі байқалатын  $IC_{50}$  – концентрация болып табылады (3-кесте).

3-кестеде көлтірілген мәліметтерді талдау минималды эсер ету 387  $\mu\text{g}/\text{ml}$   $IC_{50}$  концентрациясының өсімдіктің жерусті бөлігінің этанолды экстрактинда анықталғанын көрсетеді. Өсімдік экстракттарының белсенделігі тролокс және аскорбин қышқылына қарағанда 10-15 есе төмен, сәйкесінше, 37,16% және 26,35%.

**3-кесте – *C. alatavicus* экстракттарының DPPH радикалдарын стандарттармен салыстырмалы тежеуі**

Өсімдік бөлігі	Экстракт/стандарт	$IC_{50}$ , $\mu\text{g}/\text{ml}$
Жерусті	сулы	655
	этанолды	387
	дихлорметанды	926
Жерасты	этанолды	443
	дихлорметанды	3221
Аскорбин қышқылы		26,35
Тролокс		37,16

Алынған мәліметтерді әртүрлі *Crocus* түрлері негізінде алынған экстракттардың белсенделіктегі бойынша жарияланған тәжірибелік

деректермен салыстыру *C. sativus* егіс бәйшешегімен салыстарғанда Қазақстандық Алатау бәйшешегінің антиоксидантты белсенделігінің төмендігі байқалады, бірақ бәйшешектің басқа да зерттелген түрлерімен салыстырмалы түрде жоғары белсенделік танытады. Мысалы, *C. sativus*-тың  $IC_{50}$  мәні әртүрлі дерек көздері бойынша метанолды экстрактта 210,79-231,75  $\mu\text{g}/\text{ml}$  аралығында ауытқиды, сулы экстрактта 255,44  $\mu\text{g}/\text{ml}$  және этанолды экстрактта 299,44  $\mu\text{g}/\text{ml}$  [18, 7].

Зерттеу деректері бойынша [19], *C. baytopiorum*, *C. flavus*, *C. biflorus* түрлерінің метанолды экстракттарының 1,6 мг/мл концентрацияда антирадикалды белсенделіктегі (DPPH-тест) 78,21%, 90,51% және 76,52% болған. Ал, осы зерттеуде Алатау бәйшешегінің этанолды экстракттарының үш есе төмен концентрациясы (500 мкг/мл) белсенделікті 65,5 % және 54,98 % шамасында ынталандырды.

DPPH-тест әдісі арқылы алынған деректерді талдай келе, Алатау бәйшешегінің әртүрлі бөліктерінен алынған экстракттардың антиоксидантты белсенделіктегін келесі ретпен көрсетуге болады: жерусті-этанолды > жерасты-этанолды > жерусті-сулы > жерасты-дихлорметанды > жерусті дихлорметанды. Экстракттардың  $\beta$ -каротинді тест жүйедегі АОБ реті: жерасты-этанолды > жерусті дихлорметанды > жерасты-дихлорметанды > жерусті-этанолды > жерусті-сулы.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері алатау бәйшешегінің екінші реттік метаболиттері негізінде этанолды және дихлорметанды экстракттарының жоғары антиоксидантты белсенделігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Алатау бәйшешегі экстракттарының  $\beta$ -каротинлинол қышқылы жүйесіндегі тотығуды және DPPH радикалдарын тежеу деңгейі өсімдіктің бастанғы түрі және экстрагент типімен анықталады. Өсімдіктің бірдей шикізатынан алынған әртүрлі экстракттардың АОБ айырмашылықтары полярлығы әртүрлі ерітінділердің екінші реттік метаболиттер тобының әртүрін бөліп шығару ерекшеліктерімен байланысты.

### Әдебиеттер

- 1 Красная книга Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1981. – Т. 2. – С. 35.
- 2 Мамонов Л.К., Музычкина Р.А. Введение в фитохимические исследования и выявление биологической активности веществ растений. – Алматы: Школа XXI века, 2008. – 216 с.
- 3 Ловкова М.Я., Рабинович А.М, Пономарева С.М., Бузук Г.Н., Соколова С.М. Почему растения лечат. – М.: Наука, 1989. – 255 с.
- 4 Головкин Б.Н., Руденская Р.Н., Трофимова И.А., Шретер А.И. Биологически активные вещества растительного происхождения. – М.: Наука, 2001. – Т. 1. – С. 7.

- 5 Максютина Н.П., Комисаренко Н.Ф. и др. Растительные лекарственные средства. – Киев: Здоровья, 1985.
- 6 Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительных веществ. – 2004. – №3. – С. 63–75.
- 7 Karimi E., Oskoueian E., Hendra R., Hawa Z.E. Jaafar. Evaluation of *Crocus sativus* L. Stigma Phenolic and Flavonoid compounds and Its Antioxidant Activity // Molecules. – 2010. – 15. – P. 6244-6256.
- 8 Hosseinzadeh H., Sadeghnia H.R. Safranal, a constituent of *Crocus sativus* (saffron), attenuated cerebral ischemia-induced oxidative damage in rat hippocampus // J. Pharm Pharm Sci. – 2005. – 8. – P. 394–399.
- 9 Bathaie S.Z., Mousavi S.Z. New applications and mechanisms of action of saffron and its important ingredients. Crit Rev Food Sci Nutr. – 2010. – 50. – P. 761–786.
- 10 Bhargava V.K. Medicinal uses and pharmacological properties of *Crocus sativus* Linn. Int J. Pharm Pharm Sci. – 2011. – P. 22–26.
- 11 Флора Казахстана. – Алма-Ата: Издательство Академии наук Казахской ССР, 1958. – Т. 2. – С. 233.
- 12 Кукушкина Т.А., Седельникова Л.Л. Динамика накопления запасных веществ в клубнелуковицах *Crocus alatavicus* Gladiolus hybridus // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 123-126.
- 13 Сатыбалдиева Д.Н., Нам С.В., Мурсалиева В.К., Зајдан Б.К., Маммадов Р.М. Введение в культуру *in vitro* алатаяуского *Crocus alatavicus* L. // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2014. – №1/2 (60). – С. 336-339.
- 14 Aburjai T., Darwish R.M., Al-Khalil S., Mahafzah A., Al-Abbad A. Screening of Antibiotic Resistance Inhibitors from Plant Materials Against Two Different Strains of *Pseudomonas Aeruginosa* // J. Ethnopharm. – 2001. – 76. – 39.
- 15 Slinkard K., Singleton V.L. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods // Am J Enol Vitic. – 1977. – 28. – P. 49–55.
- 16 Wettasinghe M., Shahidi F. Antioxidant and Free Radical Scavenging Properties of Ethanolic Extracts of *Borage officinalis* L.) Seeds // Food Chem. – 1999. – 67. – P. 399.
- 17 Sanja S.D., Sheth N.R., Patel N.K., Dhaval Patel, Biraju Patel. Characterization and Evaluation of Antioxidant activity of *Portulaca oleracea* // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sci. – 2009. – 1(1). – P. 74-84.
- 18 Sariri R., Sabbaghzaden R., Poumohamad F. In-vitro antioxidant and anti-tyrosinase activity of methanol extracts from *Crocus sativus* flowers // Pharmacologyonline. – 2011. – N.3. – P. 1-11.
- 19 Acar G., Dogan N. M. Duru M. E., Kivrak I. Phenolic profiles, antimicrobial and antioxidant activity of various *Crocus* species in Anatolia // Afr. J. of Microbiol. Resear. 2010. – V. 4 (11). – P. 1154-1161.

### References

- 1 Krasnaja kniga Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka, 1981. – Т. 2. – С. 35.
- 2 Mamonov L.K., Muzychkina R.A. Vvedenie v fitohimicheskie issledovanija i vyjavlenie biologicheskoy aktivnosti rastenij. – Almaty: Shkola XXI veka, 2008. – 216 s.
- 3 Lovkova M.Ja., Rabinovich A.M, Ponomareva S.M., Buzuk G.N., Sokolova S.M. Pochemu rastenija lechat. – M.: Nauka, 1989. – 255 s.
- 4 Golovkin B.N., Rudenskaja R.N., Trofimova I.A., Shrreter A.I. Biologicheski aktivnye veshhestva rastitel'nogo pridenija. – M.: Nauka, 2001. – Т. 1. – С. 7.
- 5 Maksjutina N.P., Komissarenko N.F. i dr. Rastitel'nye lekarstvennye sredstva. – Kiev: Zdorov'ja, 1985. – 279 s.
- 6 Hasanov V.V., Ryzhova G.L., Mal'ceva E.V. Metody issledovanija antioksidantov // Himija rastitel'nogo syr'ja. – №3. – С. 63–75.
- 7 Karimi E., Oskoueian E., Hendra R., Hawa Z.E. Jaafar. Evaluation of *Crocus sativus* L. Stigma Phenolic and Flavonoid compounds and Its Antioxidant Activity // Molecules. – 2010. – 15. – P. 6244-6256.
- 8 Hosseinzadeh H., Sadeghnia H.R. Safranal, a constituent of *Crocus sativus* (saffron), attenuated cerebral ischemia-induced oxidative damage in rat hippocampus // J. Pharm Pharm Sci. – 2005. – 8. – P. 394–399.
- 9 Bathaie S.Z., Mousavi S.Z. New applications and mechanisms of action of saffron and its important ingredients. Crit Rev Food Sci Nutr. – 2010. – 50. – P. 761–786.
- 10 Bhargava V.K. Medicinal uses and pharmacological properties of *Crocus sativus* Linn. Int J. Pharm Pharm Sci. – 2011. – P. 22–26.
- 11 Flora Kazahstana. – Alma-Ata: Izdatel'stvo Akademii nauk Kazahskoj SSR, 1958. – Т. 2. – С. 233.
- 12 Kukushkina T.A., Sedel'nikova L.L. Dinamika nakoplenija zapasnyh veshhestv v klubnelukovicach *Crocus alatavicus* Gladiolus hybridus // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2010. – № 2. – С. 123-126.
- 13 Catybaldieva D.N., Nam S.V., Mursalieva V.K., Zajadan B.K., Mammadov R.M. Vvedenie v kul'turu *in vitro* alatauskogo *Crocus alatavicus* L. // Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja. – 2014. – №1/2 (60). – С. 336-339.
- 14 Aburjai T., Darwish R.M., Al-Khalil S., Mahafzah A., Al-Abbad A. Screening of Antibiotic Resistance Inhibitors from Plant Materials Against Two Different Strains of *Pseudomonas Aeruginosa* // J. Ethnopharm. – 2001. – 76. – 39.
- 15 Slinkard K., Singleton V.L. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods // Am J Enol Vitic. – 1977. – 28. – P. 49–55.
- 16 Wettasinghe M., Shahidi F. Antioxidant and Free Radical Scavenging Properties of Ethanolic Extracts of *Borage officinalis* L.) Seeds // Food Chem. – 1999. – 67. – R. 399.
- 17 Sanja S.D., Sheth N.R., Patel N.K., Dhaval Patel, Biraju Patel. Characterization and Evaluation of Antioxidant activity of *Portulaca oleracea* // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sci. – 2009. – 1(1). – P. 74-84.
- 18 Sariri R., Sabbaghzaden R., Poumohamad F. In-vitro antioxidant and anti-tyrosinase activity of methanol extracts from *Crocus sativus* flowers // Pharmacologyonline. – 2011. – N.3. – P. 1-11.
- 19 Acar G., Dogan N. M. Duru M. E., Kivrak I. Phenolic profiles, antimicrobial and antioxidant activity of various *Crocus* species in Anatolia // Afr. J. of Microbiol. Resear. 2010. – V. 4 (11). – P. 1154-1161.