

**А. Е. Соловьева,
Т. В. Шеленга,
М. О. Бурляева**

Федеральный исследовательский
центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова,
190000 Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д. 42, 44
e-mail: m.burlyeva@vir.nw.ru

Ключевые слова:

аскорбиновая кислота,
каротиноиды, каротины,
β-каротин, хлорофиллы *a* и *b*,
фенольные соединения,
Lathyrus sativus, *L. latifolius*,
L. linifolius, *L. sylvestris*, *L.*
tuberosus, *L. vernus*

Поступление:

12.07.2018

Принято:

19.09.2018

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *LATHYRUS* L.

Актуальность. Многие однолетние и многолетние и однолетние виды чины используются в сельском хозяйстве как кормовые культуры. При поиске образцов, отличающихся наибольшей кормовой ценностью, и для создания сортов с повышенным качеством зеленой массы важно изучение содержания биологически активных веществ (БАВ).

Материалы и методы. Изучали 35 образцов 6 видов рода *Lathyrus* L. из коллекции ВИР – *L. sativus* L., *L. vernus* (L.) Bernh., *L. latifolius* L., *L. tuberosus* L., *L. linifolius* (Reichard) Bassler, *L. sylvestris* L. Биологически активные вещества исследовали в зеленой массе чины в фазу начала налива бобов. Материал обрабатывали и анализировали по методикам ВИР (Ermakov et al., 1987). Для определения фенольных соединений был использован метод газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией (ГЖХ МС) на хроматографе «Agilent 6850» (USA).

Результаты. Впервые проведено исследование содержания аскорбиновой кислоты, каротиноидов, каротинов, β-каротина, хлорофиллов *a* и *b*, фенольных соединений у *Lathyrus* species. По содержанию биологически активных веществ в траве чины были выявлены значительные межвидовые и межсортовые различия. Диапазон изменчивости значений этих признаков составил: у аскорбиновой кислоты – 39,0–133,0, хлорофиллов *a* и *b* – 55,5–365,5, каротиноидов – 10,6–44,5, каротинов – 3,6–30,0, β-каротина – 2,6–24,8, фенольных соединений – 4,4–199,4, мг/100 г сырого вещества. Самые высокие показатели наблюдались у *L. linifolius* и *L. latifolius* L. **Выводы.** Зеленая масса исследованных образцов сбалансирована по содержанию биологически активных веществ и отличается питательной ценностью. Все изученные виды представляют интерес для селекции кормовых сортов, представители чины лесной и посевной для практического использования в кормопроизводстве. Чины широколистная и льнолистная перспективны как источники биологически активных веществ.

A. E. Solovyeva,
T. V. Shelenga,
M. O. Burlyaeva

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources,
42, 44, Bolshaya Morskaya St.,
St. Petersburg, 190000, Russia,
e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

Key words:

ascorbic acid, carotenoids, carotenes,
β-carotene, chlorophyll a and b,
phenols, *Lathyrus sativus*, *L. latifolius*,
L. linifolius, *L. sylvestris*, *L. tuberosus*,
L. vernus

Received:

12.07.06.2018

Accepted:

19.09.2018

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF SOME SPECIES OF THE GENUS *LATHYRUS* L.

Background. Many of perennial and annual *Lathyrus* species have economic significance and are used of the world's agriculture. They are often cultivated as forage crops. An important role in developing new forage crops is given to selection for an increased quality of green biomass. Studying biologically active substances (BAS) in green matter of different *Lathyrus* varieties is needed to search for accessions with as high nutritional value as possible that can serve as sources of BAS. **Materials and methods.** Thirty-five accessions representing 6 species (*L. sativus* L., *L. vernus* (L.) Bernh., *L. latifolius* L., *L. tuberosus* L., *L. linifolius* (Reichard) Bassler, *L. sylvestris* L.) of the genus *Lathyrus* L. from the VIR collection were studied. BAS were detected in the green biomass of the accessions in an early phase of bean ripening. The accessions were analyzed by VIR-approved methods (Ermakov et al., 1987). The qualitative and quantitative analyses of phenolic compounds was performed by means of gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS Agilent 6850, USA). **Results.** The content of ascorbic acid, carotenoids, carotenes, β-carotene, chlorophylls a and b, phenolic compounds in the *Lathyrus* species was studied for the first time. Significant interspecific and intervarietal differences were identified in the BAS content of green matter. The range of variability was as follows: ascorbic acid: 39.0–133.0; chlorophylls a and b: 55.5–365.5; carotenoids: 10.6–44.5; carotenes: 3.6–30.0; β-carotene: 2.6–24.8; phenols: 4.4–199.4 mg/100g of raw material. The highest rates were observed in *L. linifolius* and *L. latifolius* accessions. **Conclusion.** Green biomass of the studied *Lathyrus* accessions was balanced in the BAS content and showed high nutritive value. All studied species are of interest for forage crop breeding. The accessions of flat pea (*L. sylvestris*) and grass pea (*L. sativus*) are promising for practical use in feed production. *L. linifolius* and *L. latifolius* have good prospects as sources of biologically active substances.

Введение

В связи с постоянно растущим спросом на продовольственные и кормовые ресурсы и необходимостью диверсификации современных систем земледелия, ученые из разных стран обращают внимание на виды из рода *Lathyrus* L. Многие из них имеют экономическое значение, являются дешевым источником белка для человека и животных и используются в сельском хозяйстве во всем мире. В основном виды чины возделываются для кормовых целей, на зеленое удобрение для обогащения почвы азотом, для уменьшения ветровой и водной эрозии почв (Campbell et al., 1994; Campbell, 1997; Girma et al., 2011; Piergiovanni et al., 2011).

Чина отличается высокими кормовыми качествами (содержание белка в вегетативной массе – 27,3% на сухое вещество). Сено из чины по своей питательной ценности не уступает сену из люцерны (Poland et al., 2003). Содержание белка в зеленой массе чины в % на сухое вещество у ряда видов достигает 29,7, жира до 5,32, клетчатки 25,68, золы 11,60, сахаров 7,1 (Sirona-Ikonnikova, 1960; Burlyaeva et al., 2012; Burlyaeva et al., 2017).

Однако по сравнению с другими кормовыми культурами потенциал видов из рода *Lathyrus* остается практически неиспользованным. Биохимический состав зеленой массы многих видов остается неизученным. Несмотря на общеизвестную роль биологически активных веществ (БАВ) для нормальной жизнедеятельности организмов и улучшения качества кормов, научных работ посвященных анализу растений чины по содержанию аскорбиновой кислоты, хлорофиллов *a* и *b*, каротинов, β -каротина, каротиноидов и фенольных соединений в настоящее время нет. Более детальное знание биохимического состава зеленой массы облегчило бы поиск образцов, отличающихся наибольшей кормовой ценностью, и способствовало бы созданию сортов с повышенным качеством зеленой массы.

Аскорбиновая кислота (АК) – полифункциональное соединение, которое обладает способностью обратимо окисляться и восстанавливаться, что делает возможным ее участие в важнейших энергетических процессах растительной клетки – фотосинтезе и дыхании. АК – это сильный антиоксидант. Она участвует в процессах роста, цветения, вегетативной и репродуктивной дифференциации, в водном обмене, регуляции ферментативной активности, стимуляции реакций метаболизма, связанных с обменом нуклеиновых кислот и синтезом белка, в защитных реакциях растений (Chupakhina, 1997).

Пигменты, содержащиеся в органоидах растительных клеток и клеточном соке, обеспечивают зеленую, желтую, красную и другую окраску вегетативных и генеративных органов растений. «Зеленые» пигменты представлены хлорофиллами *a* и *b*, которые принимают участие в процессах фотосинтеза и содержатся во всех ассимилирующих органах. Они находятся в хлоропластах в больших количествах, часто связаны с белком, но легко извлекаются растворами типа ацетона или эфира. «Желтые» пигменты – каротиноиды, как и хлорофиллы, чрезвычайно широко распространены в растениях и представляют собой смесь ксантофиллов (60%) и каротинов (40%). Каротиноиды – это жирорастворимые пигменты, являющиеся тетраерпиноидами C_{40} . Каротиноиды имеют две основные функции в растениях: 1) они используются как добавочные пигменты в процессах фотосинтеза и 2) определяют окраску цветов и плодов. Каротиноиды синтезируются вместе с β -каротином в листьях высших растений. Каротины в растениях представлены смесью изомеров: α -, β -, γ -, δ -, ζ - и др., но только α -, β -, γ -каротины обладают биологической активностью – способностью в организме превращаться в витамин А.

Одним из важнейших показателей, который отражает антиоксидантную активность и устойчивость к воздействию внешних факторов среды, является содержание фенольных соединений (ФС). Интерес к изучению ФС обусловлен поиском новых источников биологически активных веществ с заданными свойствами, например, антиканцерогенным и противомикробным свойствами. Эффект воздействия ФС напрямую связан их концентрацией, поэтому важен не только качественный, но и количественный анализ ФС (Spanou et al., 2010). Чину давно используют в народной медицине при лечении широкого спектра заболеваний (Plant resources of the USSR, 1987). У зарубежных исследователей вызывает интерес изучение ингибиторной активности экстрактов чины на ряд ферментов (холестераза, α -амилаза и α -глюкозидаза) для терапии болезни Альцгеймера и диабета 2-го типа (Uriarte-Pueyo, Calvo, 2011; Apostolidis et al., 2011; Llorent-Martínez et al., 2017).

В связи с вышесказанным, целью нашего исследования являлось изучение биологически активных веществ в зеленой массе чины для всесторонней оценки ее кормовой и пищевой ценности.

**Таблица 1. Изученные виды рода *Lathyrus* L.
Table 1. The studied species of the genus *Lathyrus* L.**

Вид	Происхождение	Число изученных образцов
<i>Lathyrus sativus</i> L. (чина посевная)	Азербайджан, Англия, Афганистан, Белоруссия, Германия, Грузия, Колумбия, Россия (Воронежская обл., Зауралье), Таджикистан, Турция, Украина, Франция, Чехословакия, Швеция, Эритрея, Эфиопия	25
<i>L. sylvestris</i> L. (чина лесная)	Венгрия, Германия	5
<i>L. vernus</i> (L.) Bernh. (чина весенняя)	Германия, Финляндия	2
<i>L. linifolius</i> (Reichard) Bassler (чина льнолистная)	Норвегия	1
<i>L. latifolius</i> L. (чина широколистная)	Германия	1
<i>L. tuberosus</i> L. (чина клубненосная)	Россия (Краснодарский кр.)	1

Материалы и методы

Исследовали 35 образцов зеленой массы 6 видов рода *Lathyrus* из коллекции ВИР, выращенных в 2012 и 2013 гг. на научно-производственной базе «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР; Санкт-Петербург) (табл. 1). Растения возделывали на удобренной почве при естественном увлажнении. Агротехнические приемы по уходу за растениями осуществляли по стандартным методикам, принятым в ВИР (Vishnyakova et al., 2010).

Биологически активные вещества исследовали в зеленой массе чины в фазу начала налива бобов. Для каждого образца было изучено 5 растений. Материал обрабатывали и анализировали по методикам ВИР (Ermaikov et al., 1987).

Количество аскорбиновой кислоты было определено методом прямого извлечения из растений 1% соляной кислотой, с последующим титрованием с

помощью 2,6-дихлориндофинола. Каротиноиды и хлорофиллы были выделены с помощью ацетона, и их абсорбция была измерена на спектрофотометре при различных длинах волн, суммарное содержание каротинов определяли методом бумажной хроматографии. Для определения фенольных соединений был использован метод газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией (ГЖХМС) на хроматографе «Agilent 6850» (USA).

Таблица 2. Содержание биологически активных веществ (мг/100 г сырого вещества) у видов рода *Lathyrus* L.
Table 2. The content of biologically active substances (mg/100g of raw material) in species of the genus *Lathyrus* L.

Вид	Аскорбиновая кислота	Хлорофиллы а и b	Каротиноиды	Каротины	β-каротин	Фенольные соединения
<i>Lathyrus sativus</i>	60,7* 39,0–99,3	127,2* 55,5–179,9	23,0* 13,9–32,7	9,3* 3,6–15,2	5,6* 2,6–7,5	59,2* 4,4–199,4
<i>L. sylvestris</i>	56,1* 50,0–63,9	170,0* 150,1–186,3	20,1* 10,6–34,6	9,1* 7,4–11,2	6,9* 5,8–8,6	43,1* 15,2–79,8
<i>L. vernus</i>	41,5* 40,8–42,2	181,4* 177,3–185,4	14,8* 13,1–16,4	10,8* 9,9–11,6	5,3* 5,1–5,5	28,7* 21,8–35,7
<i>L. linifolius</i>	133,3	265,1	31,1	23,93	8,48	71,59
<i>L. latifolius</i>	97,9	365,5	44,5	30,0	24,8	132,4
<i>L. tuberosus</i>	122,4	163,4	27,6	14,2	6,8	6,4

* среднее значение

Результаты и обсуждение

Наличие значительной изменчивости в содержании веществ в отдельных растениях дает возможность проводить селекционную работу на улучшение химического состава растений, выделяющихся другими ценными хозяйственными свойствами. В ходе работы нами была выявлена высокая изменчивость показателей содержания биологически активных веществ у представителей рода *Lathyrus*: по аскорбиновой кислоте, хлорофиллам, каротиноидам, каротинам, β-каротину и фенольным соединениям (табл. 2).

Аскорбиновая кислота. Ассимилирующие листья разных видов чины накапливают большое количество аскорбиновой кислоты, среднее значение аскорбиновой кислоты равнялось 62 мг/100 г. Нами была отмечена изменчивость в накоплении аскорбиновой кислоты в зеленой массе различных видов чины в годы исследования в пределах от 39 до 133 мг/100 г (см. табл. 2). В 2012 г. среднее содержание аскорбиновой кислоты было 74 мг/100 г, в 2013 г. – 50 мг/100 г. Содержание аскорбиновой кислоты чины посевной варьировало от 39 до 99 мг/100 г, чины лесной от 50 до 64 мг/100 г, чины весенней – от 40 до 42, чины льнолистной – 133 мг/100 г, чины широколистной – 98 мг/100 г, чины клубненосной – 122 мг/100 г. Наиболее высокие показатели наблюдались у трех дикорастущих видов – *L. linifolius*, *L. tuberosus*, *L. latifolius*. У возделываемой в культуре *L. sativus* содержание аскорбиновой кислоты было ниже. В изучаемом наборе было два образца чины посевной с содержанием аскорбиновой кислоты выше 60 мг/100 г, это – к-34 (Воронежская обл.), к-275 (Азербайджан) в оба года исследования (2012 – 99 и 88 мг/100 г; 2013 – 63 и 62 мг/100 г, соответственно). Образцы с высоким содержанием аскорбиновой кислоты можно рекомендовать для использования в практической селекции и в кормопроизводстве.

Хлорофиллы *a* и *b*. В наших опытах накопление хлорофиллов *a* и *b* в растениях сильно менялось в зависимости от года исследования и принадлежности образца к тому или иному виду (см. табл. 2). Содержание хлорофиллов варьировало от 55 мг/100 г (*L. sativus*) до 265 и 365 мг/100 г (*L. linifolius* и *L. latifolius* соответственно). В 2012 г. среднее значение хлорофиллов было 171 мг/100 г, в 2013 году – 108 мг/100 г. Самые высокие показатели были отмечены у чины льнолистной и широколистной. У чины посевной по высокому содержанию суммы хлорофиллов выделены три образца (к-75, Азербайджан; к-275, Азербайджан; к-889, Абиссиния) – источники повышенного содержания хлорофиллов (свыше 130 мг/100 г): в 2012 г. – 174, 175 и 178; в 2013 г. – 140, 130 и 144 мг/100 г соответственно.

Каротиноиды. Содержание каротиноидов в зеленой массе чины (см. табл. 2) изменялось от 10,6 (*L. sylvestris*) до 44,5 мг/100 г (*L. latifolius*). В 2012 г. среднее значение каротиноидов было 26,2 мг/100 г, 2013 г. – 19,6 мг/100 г. Лучшей по содержанию каротиноидов была чина широколистная из Германии. Среди сортов чины посевной (во все годы исследования) выделились три образца (более 24 мг/100 г): к-273 (Азербайджан), к-275 (Азербайджан) и к-865 (Турция).

Каротины. По содержанию каротинов в траве чины также наблюдалась сильная изменчивость. Этот показатель колебался от 3,6 (*L. sativus*) до 30 мг/100 г (*L. latifolius*). Отмечалось также значительное влияние на накопление каротинов погодных условий. В 2012 г. среднее значение каротинов было 12,5 мг/100 г, 2013 г. – 7,5 мг/100 г. Стабильно высокие показатели суммарного содержания каротинов за два года показали образцы чины посевной (более 10 мг/100 г) к-51 (Афганистан) и к-865 (Турция).

В растениях каротины представлены смесью изомеров: α -, β -, γ -, δ -, ζ -каротинами. Из них только α -, β -, γ -каротины обладают биологической активностью, особенно β -каротин. Чина содержит примерно 6 мг/100 г β -каротина (диапазон изменчивости: 2,6–24,8) и около 4 мг/100 г α -каротина (диапазон изменчивости: 1,0–5,2). Следует отметить, что в зеленых культурах на долю β -каротина приходится от 80 до 100% от общего количества каротинов, в изученных образцах содержание β -каротина варьировало от 35 до 97%.

В чине содержание β -каротина изменялось в пределах от 2,6 (*L. sativus*) до 24,8 мг/100 г (*L. latifolius*). В 2012 г. среднее значение β -каротина было 7,6 мг/100 г, 2013 году – 4,8 мг/100 г. В проанализированных образцах чины посевной выделились образцы к-75 и к-275 (Азербайджана) с высоким содержанием β -каротина (более 5,7 мг/100 г). По содержанию каротинов, β -каротина, как и накоплению в зеленой массе каротиноидов, самыми высокими показателями отличалась чина широколистная.

Фенольные соединения. Средний показатель фенольных соединений (ФС) в зеленой массе чины в 2012 г. составил 84,14 мг/100 г, диапазон изменчивости – от 4,45 до 199,39 мг/100 г). В 2013 г. среднее значение снизилось до 28,04 мг/100 г, а границы варьирования – до 13,23–53,45 мг/100 г. В 2012 г. самые высокие показатели содержания фенольных соединений в зеленой массе определены для образцов чины широколистной (132,44 мг/100 г), а самые низкие – для образцов чины клубненосной (6,42 мг/100 г). У образцов чины посевной, ч. лесной и ч. льнолистной среднее значение содержания ФС в зеленой массе 89,32, 78,01 и 71,59 мг/100 г соответственно, что ниже по сравнению с образцами чины широколистной. В зеленой массе чины весенней содержание ФС составило 28,74 мг/100 г, что выше по сравнению с образцами чины клубненосной, но ниже, чем у вышеописанных групп образцов. В 2013 г. показатели среднего содержания ФС в зеленой массе чины посевной и ч. лесной снизились до 29,03 и 19,80 мг/100 г. Из

сортов чины посевной выявлено четыре образца с содержанием фенольных соединений выше 35 мг/100 г: к-34 (Воронежская обл.), к-275 (Азербайджан), к-930 (Украина) и к-959 (Грузия) в оба года исследования (2012 г. – 140, 136, 133 и 129 мг/100 г; 2013 г. – 39, 35, 37 и 40 мг/100 г соответственно).

Заключение

Исследование *L. sativus*, *L. latifolius*, *L. linifolius*, *L. sylvestris*, *L. tuberosus*, *L. vernus* показало, что зеленая масса этих видов сбалансирована по содержанию аскорбиновой кислоты, хлорофиллов *a* и *b*, каротинов, каротиноидов, фенольных соединений и др. Высокие показатели по содержанию белка до 29,7% и биологически активным веществам в зеленой массе растений (аскорбиновая кислота от 39,0 до 133,0, хлорофиллы *a* и *b* от 55,5 до 365,5, каротиноиды от 10,6 до 44,5, каротины от 3,6 до 30,0, β -каротин от 2,6 до 24,8, фенольные соединения от 4,4 до 199,4, мг/100 г сырого вещества) свидетельствуют о кормовой ценности анализируемых *Lathyrus*. Самое высокое содержание биологически активных веществ найдено у *L. linifolius* и *L. latifolius*.

Приведенные выше данные показывают, что содержание биологически активных веществ у различных видов чины изменчиво и зависит как от принадлежности к таксону, генотипу, так, возможно, от условий возделывания. Поэтому при интродукционном и эколого-географическом изучении, при выведении новых сортов необходимо параллельно с другими хозяйственно ценными показателями учитывать биохимический состав.

Таким образом, среди исследованных нами чин встречаются виды, имеющие большой потенциал для использования в кормопроизводстве и в качестве источника биологически активных веществ. *L. sativus* и *L. sylvestris* могут применяться для улучшения природных и создания сеяных сенокосов и пастбищ, для производства высококачественного сена, зеленого корма, травяной муки и других кормов. *L. linifolius* и *L. latifolius* перспективны в качестве источника биологически активных веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0013 «Развитие теоретических основ ботаники, филогении, систематики, генетики, физиологии, биохимии культурных растений и разработка традиционных и современных молекулярных методов оценки растительных ресурсов по признакам качества, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам и другим хозяйственно важным признакам», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА-А16-116040710370-0.

References/Литература

- Apostolidis E., Li L., Lee C., Seeram N.P. In vitro evaluation of phenolic-enriched maple syrup extracts for inhibition of carbohydrate hydrolyzing enzymes relevant to type 2 diabetes management // J. Funct. Foods, 2011, vol. 3, iss. 2, pp. 100–106. DOI: 10.1016/j.jff.2011.03.003.
- Burlyayeva M. O., Solovyeva A. E., Nikishkina M. A., Rasulova M. A., Zolotov S. V. Species of the genus *Lathyrus* L. from N. I. Vavilov Institute (VIR) collection – the source of initial material for high-protein forage varieties breeding / Legumes and Groat crops. Orel, 2012, no. 4, pp. 62–71 [in Russian] (Бурляева М. О., Соловьева А. Е., Никишкина М. А., Расулова М. А., Золотов С. В. Коллекция видов рода *Lathyrus* L. ВИР им. Н. И. Вавилова – источник исходного материала для селекции высокобелковых кормовых сортов чины / Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». Орел, 2012. № 4. С. 62–71).

- Burlyayeva M. O., Solovyeva A. E., Sergeev E. A., Shchukina N. N., Sabitov A. S. Wild species of *Lathyrus* L. in VIR: collection, study and primary introduction // Abstracts IV Vavilov Intern. Conf. "N.I. Vavilov's ideas in the modern world", St Petersburg, 2017, pp. 111–112.
- Campbell C. G., Mehra R. B., Agrawal S. K., Chen Y. Z., Abd El Moneim A. M., Khawaja H. I. T., Yadov C. R., Tay J. U., Araya W. A. Current status and future strategy in breeding grass pea (*Lathyrus sativus*) // *Euphytica*, 1994, vol. 73, no. 1/2, pp. 167–175.
- Campbell C. G. Grass pea: *Lathyrus sativus* L. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome; Italy, 1997. 92 p.
- Chupakhina G. N. The ascorbic acid system of plants (Sistema askorbinovoj kisloty rastenij). Kaliningrad, 1997, 120 p. [in Russian] (Чупахина Г. Н. Система аскорбиновой кислоты растений. Калининград, 1997. 120 с.).
- Ermakov A. I., Arasimovich V. V., Jarosh N. P. et al. Metodsof biochemical research in plants. (Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij). Leningrad : Agropromizdat, 1987. 430 p. [in Russian] (Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.).
- Girma A., Tefera B., Dadi L. Grass pea and neurolathyrism: farmers' perception on its consumption and protective measure in North Shewa, Ethiopia // *Food and Chemical Toxicology*, 2011, vol. 49, no. 3, pp. 668–672. DOI org/10.1016/j.fct.2010.08.040.
- Llorent-Martínez E. J., Ortega-Barralés P., Zenginc G., Mocande A., Simirgiotisf M. J., Ceylan C., Uysalc S., Aktumsek A. Evaluation of antioxidant potential, enzyme inhibition activity and phenolic profile of *Lathyrus cicera* and *Lathyrus digitatus*: Potential sources of bioactive compounds for the food industry // *Food and Chemical Toxicology*, vol. 107, pt B, 2017, pp. 609–619. DOI 10.1016/j.fct.2017.03.002.
- Piergiovanni A. R., Lupo F., Zaccardelli M. Environmental effect on yield, composition and technological seed traits of some Italian ecotypes of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) // *J. Sci. Food Agric.*, 2011, vol. 91, no. 1, pp. 122–129. DOI org/10.1002/jsfa.4161.
- Poland C., Faller T., Tisor L. Effect of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) or alfalfa (*Medicago sativa*) hay in gestating ewe diets // *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2003, vol. 3, pp. 38–40.
- Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Volume 3. Families of Hydrangeaceae – Haloragaceae. Leningrad : Nauka, 1987, 326 p. [in Russian] (Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Т. 3. Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Л. : Наука, 1987. 326 с.).
- Smirnova-Ikonnikova M. I. Chemical composition of grain legumes. (Himicheskij sostav zernovyh bobovyh kultur) // In: Grain legumes, Moscow, 1960, pp. 29–51. [in Russian] (Смирнова-Иконникова М. И. Химический состав зерновых бобовых культур // В кн.: Зерновые бобовые культуры. М., 1960. С. 29–51).
- Spanou C., Stagos D., Aliannis N., Kouretas D. Influence of potent antioxidant leguminosae family plant extracts on growth and antioxidant defense system of Hep 2 cancer cell line // *J. Med. Food*, 2010, vol. 13, no. 1, pp. 149–155. DOI 10.1089/jmf.2009.0058.
- Uriarte-Pueyo I., Calvo M. I. Flavonoids as acetylcholinesterase inhibitors // *Curr. Med. Chem.*, 2011, vol. 18, iss. 34, pp. 5289–5302. DOI 10.2174/092986711798184325.
- Vishnyakova M. A., Buravtseva T. A., Bulyntsev S. V., Burlyayeva M. O., Semenova E. V., Seferova I. V., Aleksandrova T. G., Jankov I. I., Egorova G. P., Gerasimova T. V., Drugova E. V. The collection of the world's genetic resources of grain legumes in VIR: replenishment, preservation and study. Methodological guidance directory. VIR (Kollekcija mirovyh geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie. Metodicheskie ukazaniya. VIR). St. Petersburg, 2010, 141 p. [in Russian] (Вишнякова М. А., Буравцева Т. А., Булынтsev С. В., Бурляева М. О., Семенова Е. В., Сеферова И. В., Александрова Т. Г., Янков И. И., Егорова Г. П., Герасимова Т. В., Другова Е. В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. СПб., 2010. 141 с.).