

**Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts
Part 2**

Минск
2012

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

И73

Редакционная коллегия:

*Д-р биол. наук В.В. Титок (ответственный редактор);
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси В.Н. Решетников;
д-р биол. наук, ч.-кор. НАН Беларуси Ж.А. Рупасова;
д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси Е.А. Сидорович;
канд. биол. наук Ю.Б. Аношенко; канд. биол. наук А.В. Башилов;
канд. биол. наук А.А. Веевник; канд. биол. наук И.К. Володько;
канд. биол. наук И.М. Гаранович; канд. биол. наук Л.В. Гончарова;
канд. биол. наук А.А. Кузовкова; канд. биол. наук Л.В. Кухарева;
канд. биол. наук Н.М. Лунина; канд. биол. наук Е.В. Спиридович;
канд. биол. наук В.И. Торчик; канд. биол. наук О.В. Чижик;
канд. биол. наук А.Г. Шутова; канд. биол. наук А.П. Яковлев.*

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

И 73 **Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры;** Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад; редкол.: В.В. Титок /и др./, Минск, 2012. – 492 с.

В сборнике представлены материалы Международной конференции «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры», посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

В 1-й части публикуются тезисы докладов секций «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и «Современные направления ландшафтного дизайна и зеленого строительства»

Во 2-й части представлены тезисы докладов секций «Экологическая физиология и биохимия интродуцированных растений», «Генетические и молекулярно-биологические аспекты изучения и использования биоразнообразия растений» и «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира».

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

10. Jovaišienė Z. 2004. Naujos spygliuočių ligos sukėlėja – Cinamoninė fitoftora (*Phytophthora cinnamomi* Rands.). Mūsų girios, 5, p. 12.
11. Jovaišienė Z., Lane C. 2006. First report of *Phytophthora cactorum* in Lithuania. Botanica Lithuanica 12 (3), p. 197–199.
12. Jung T., Burgess T.I. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. Persoonia, 22, 2009, p. 95–110.
13. Jung T., Cooke D. E. L., Blaschke H., Duncan J. M., Oßwald W. 1999. *Phytophthora quercina* sp. nov., causing root rot of European oaks. Mycol. Res., 10, p. 785–798.
14. Jung T., Hansen E. M., Winton L. Oswald W., Delatour C. 2002. Three new species of *Phytophthora* from European oak forests. Mycol. Res. 106 (4), p. 297–411.
15. Jung T., Stukely M.J. C., Hardy G. E. St. J., White D., Paap T., Dunstan W. A., Burgess T. I. 2011. Multiple new *Phytophthora* species from ITS Clade 6 associated with natural ecosystems in Australia: evolutionary and ecological implications. Persoonia 26, p. 13–39.
16. Jung T., Vannini A., Brasier C.M. 2009. Progress in understanding *Phytophthora* diseases of trees in Europe 2004–2007. *Phytophthoras* in Forests and Natural Ecosystems (Eds. E.M. Goheen and S.J. Frankel). USDA Forest Service, Albany. General Technical Report PSW-GTR-221, p. 3–24.
17. Orlikowski L. B., Jaworska-Marosz A., Szkuta G. 2002. Maple stem rot induced by *Phytophthora cambivora*. Phytopathol. Pol. 24, p. 17–26.
18. Orlikowski L. B., Oszako T., Duda B., Szkuta G. 2004. Występowanie *Phytophthora citricola* na jesionie wyniosłym (*Fraxinus excelsior*) w szkółkach leśnych. Leśne Prace Badawcze, 4, p. 129–136.
19. Orlikowski L. B., Oszako T., Szkuta G. 2003. First record of alder *Phytophthora* in Poland. J. Plant Project. Res., 43 (1), p. 33–39.
20. Orlikowski L. B., Ptaszek M., Orlikowska T., Trzewik A. 2010. *Phytophthora* species, new pathogens in landscape and gardens. Vytauto Didžio Universiteto Botanikos Sodo raštai, 14, p. 133–139.
21. Orlikowski L. B., Ptaszek M., Rodziewicz A., Nechwatal J., Thinggaard K., Jung T. 2011. *Phytophthora* root and collar rot of mature *Fraxinus excelsior* in forest stands in Poland and Denmark. Forest pathology 41 (6), p. 510–519.
22. Oszako T. 2005. Alder decline in Europe. Leśne Prace Badawcze, suppl. 1, p. 53–63.
23. Ptaszek M., Orlikowski L. B., Skrzypczak C. 2009. New host plants for development of *Phytophthora cryptogea* in Poland. Sodininkystė ir daržininkystė 28 (3), p. 159–164.
24. Rytönen A., Lilja A., Parikka P., Hannukkala A., Kokkola M., Hantula J. 2009. *Phytophthora* species in Finland. *Phytophthoras* in Forests and Natural Ecosystems (Eds. E. M. Goheen and S.J. Frankel). Albany, USDA Forest Service. General Technical Report PSW-GTR-221, p. 316–317.
25. Snieskiene V., Stankeviciene A., Zeimavicius K., Balezentiene L. 2011. *Aesculus hippocastanum* L. state changes in Lithuania. Polish Journal of Environmental Studies, 20 (4) > p. 1029–1035.
26. Stankeviciene A., Snieskiene V., Zeimavicius K., Pukiene R., Vitas A., Karpavicius J. 2011. The search of decorative plant pathogen – *Phytophthora* spp. in Lithuania. Integrated plant protection: strategy and tactics. Mater. Inter. Sc. and Practic. Conf. devoted to the 40-th Anniversary of the Institute of Plant Protection. Nesvizh, p. 609–612.
27. Stepniewska H., Jankowiak R., Kolařík M. 2008. First report on *Phytophthora cambivora* from an oak stand in Poland. Phytopathol. Pol., 50, p. 85–86.
28. Werres S., Marwitz R., Poerschke U., Themann K. 2001. A long-term study of *Phytophthora* species in Germany. 1 *Phytophthora* species which could be definitely identified. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 108 (2), p. 113–120.

Изучение растений рода *Trigonella* как перспективного источника лекарственного сырья для создания фитопрепаратов

Арабалаева Е.Д., Гончарова Л.В., Решетников В.Н.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: plechischik@rambler.ru

Резюме. Изучено содержание биологически активных веществ – флавоноидов и стероидных сапонинов – *Trigonella foenum graecum* L., *Trigonella caerulea* (L.) Ser. и *Trigonella polycerata* L. Выявлено, что максимальное содержание данных веществ характерно для *Trigonella foenum graecum* L., при этом наибольшая концентрация биологически активных веществ отмечена для листьев и цветков. Исследования динамики накопления стероидных сапонинов и флавоноидов в листьях пажитника греческого в зависимости от фаз вегетации показало, что максимальный уровень их содержания характерен для фазы цветения.

Summary. The composition of biological active substances (such as steroid saponins and flavonoids) of *Trigonella foenum graecum* L., *Trigonella caerulea* (L.) Ser. and *Trigonella polycerata* L. was studied. It was revealed that maximum content of these substances is characteristic for *Trigonella foenum graecum* L., and the highest concentration of biologically active substances is marked for the leaves and flowers. Studies of the dynamics of accumulation of steroid saponins and flavonoids in the leaves of fenugreek, depending on the phases of the growing season showed that the maximum level of their content is typical for the flowering phase.

Большое внимание в настоящее время уделяется расширению ассортимента растительных лекарственных препаратов, доступность и меньшая токсичность которых сделали их популярными и широко распространенными. Одним из эффективных способов привлечения новых лекарственных растений является поиск по принципу филогенетического родства.

В этом плане привлекают внимание растения рода *Trigonella* семейства *Fabaceae*, поскольку в мировой практике широко используются лекарственные препараты, обладающие противо-диабетическим, противосклеротическим, противоанемическим действием [7–9] из семян пажитника греческого (*T. foenum graecum* L.) – одного из представителей этого рода.

В последние годы возник интерес к стероидным сапонинам, которые обладают гемолитической, гипохолестеролемической, противоопухолевой, фунгицидной, антимикробной и другими видами биологической активности, а также используются для синтеза гормональных препаратов в фармацевтической промышленности. Стероидные сапонины нашли широкое применение в медицине для профилактики и лечения атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний [6]. Известно, что семена пажитника греческого являются источником стероидных сапонинов, в частности, диосгенина [2, 6].

Также значительную часть компонентного состава биологически активных веществ (БАВ) представителей рода *Trigonella* составляют фенольные соединения, в том числе флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты, спектр фармакологического действия которых очень широк. Они положительно влияют на центральную нервную систему, способствуют повышению иммунитета, а также обладают капилляроукрепляющим (Р-витаминным), антиоксидантным, кардиотропным, спазмолитическим, кровоостанавливающим, гипотензивным, седативным действием [4].

Листья пажитника голубого (*T. caerulea* (L.) Ser.) принимают как отхаркивающее и противовоспалительное средство. Семена пажитника греческого и верхняя часть пажитника голубого (листья с цветками) используются для добавления в хлебобулочные изделия, сыры, пряные смеси («Хмели-сунели», «Карри»), аджику и т.д. В литературе практически не встречаются работы по исследованию БАВ пажитника пряморогого (*T. polycerata* L.), поэтому данный вид также представляет интерес для изучения.

В настоящее время фармацевтическая промышленность Беларуси испытывает дефицит в отечественном лекарственном растительном сырье, содержащем стероидные сапонины, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты и другие БАВ. Интродукция представителей рода *Trigonella*, а также дальнейшая работа, направленная на отбор видов и сортов с высоким содержанием БАВ, очень актуальна в решении вопросов импортозамещения растительного сырья для производства фитопрепаратов и биоорректоров.

Интродукция пажитника греческого в Беларусь из Венгерской Республики была начата сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси в 2008 году благодаря научным контактам с Западно-венгерским университетом и, в частности, профессором, заведующим кафедрой лекарственных растений факультета сельскохозяйственных и пищевых наук Ш. Макаи [5]. Одновременно были начаты работы по изучению биохимического состава и БАВ представителей пажитника разных видов [1].

Цель настоящей работы – изучить характер распределения и накопления стероидных сапонинов, флавоноидов по органам растений в процессе онтогенеза у *T. foenum graecum* L., *T. caerulea* (L.) Ser., *T. polycerata* L., выращиваемых в центральной агроклиматической зоне Беларуси.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования служили высушенные надземные части растений пажитника греческого (два сорта – «Ovary Gold», «Ovary 4» и линия PSZ.G.SZ), голубого и пряморогого. Растения выращивались на опытных участках Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Для определения динамики содержания БАВ в растениях пажитника греческого отбирали образцы разных частей растений в различные фазы их развития. На первой фазе (начало вегетации) анализировали растение целиком, на последующих (бутонизация, массовое цветение, начало плодоношения, массовое плодоношение) – листья, стебли. Дополнительно в фазу массового цветения исследовали цветки, а в фазу плодоношения – плоды.

Определение влажности растительного сырья проводили в соответствии с методом, определенным Государственной фармакопеей Республики Беларусь, высушиванием до постоянной массы при 100–105° С.

Экстракцию проводили расчетным количеством водно-спиртовой смеси (конечная концентрация 70% по этанолу) на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 1 часа.

Определение стероидных сапонинов в семенах пажитника проводили спектрофотометрическим методом, предложенным в фармакопейной статье «Методика количественного определения сапонинов в корневище с корнями диоскареи nipпонской (*Rhizoma cum radicibus Dioscoreae nipponicae*)» [3], с некоторыми модификациями применительно к объекту исследования.

Определение флавоноидов осуществляли, используя реакцию комплексообразования с раствором АІСЗ [4]. Эта реакция является селективной для фенольных соединений и дает батохромный сдвиг спектра.

Все анализы проводились в трехкратной повторности, полученные результаты обрабатывались с использованием программ Microsoft Excel, данные считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Исследования по изучению накопления стероидных сапонинов и флавоноидов в листьях пажитника греческого (сорта «Ovary Gold», «Ovary 4» и линия PSZ.G.SZ), пажитника голубого, пажитника пряморогого в фазу цветения (рис. 1) показали, что большую сумму стероидных сапонинов и флавоноидов накапливает пажитник греческий (2,7% и 7,0%, соответственно). Следует отметить относительно высокое содержание стероидных сапонинов в листьях пажитника голубого (1,92%) и небольшое – пажитника пряморогого (0,27%). Содержание флавоноидов в пажитнике голубом и пряморогом примерно одинаково и меньше примерно в 2 раза, чем у пажитника греческого. Таким образом, пажитник греческий является наиболее перспективным видом рода *Trigonella* как источник получения БАВ, в частности, стероидных сапонинов и флавоноидов.

Поскольку образование и накопление у растений БАВ является динамичным процессом, изменяющимся в онтогенезе и зависящим от экологических факторов, актуальной задачей является изучение динамики накопления БАВ органами пажитника греческого в различные фенофазы.

Результаты исследований динамики накопления и распределения флавоноидов пажитника греческого по органам в зависимости от фаз вегетации представлены на рис. 2. Максимальное содержание флавоноидов отмечено в листьях и цветках (5,1–5,3%), а минимальное – в стеблях и плодах. Для листьев на первом этапе (фаза вегетации) зарегистрирован низкий уровень флавоноидов (4,4–5,1%) по сравнению с последующими фенофазами. Пик накопления флавоноидов наблюдался в фенофазу массового цветения (6,6–7,6%). Возможно, накопление высоких концентраций БАВ связано с увеличением скорости синтеза метаболитов или снижением интенсивности их утилизации. Начиная с фенофазы массового цветения происходит постепенный спад уровня флавоноидов в листьях пажитника греческого.

В стеблях флавоноиды накапливаются в значительно меньших концентрациях, чем в листьях. Максимальное накопление флавоноидов в стеблях было отмечено в фазу бутонизации (2,19–2,43%), а в последующих фазах следовало постепенное снижение. В плодах наблюдался постепенный рост содержания флавоноидов по мере прохождения фазы плодоношения.

На рис. 3 представлены результаты исследований динамики накопления и распределения стероидных сапонинов пажитника греческого по органам в зависимости от фаз вегетации. Следует отметить, что максимальное содержание стероидных сапонинов отмечено в листьях и цветках (2,3–2,5%), а минимальное – в стеблях.

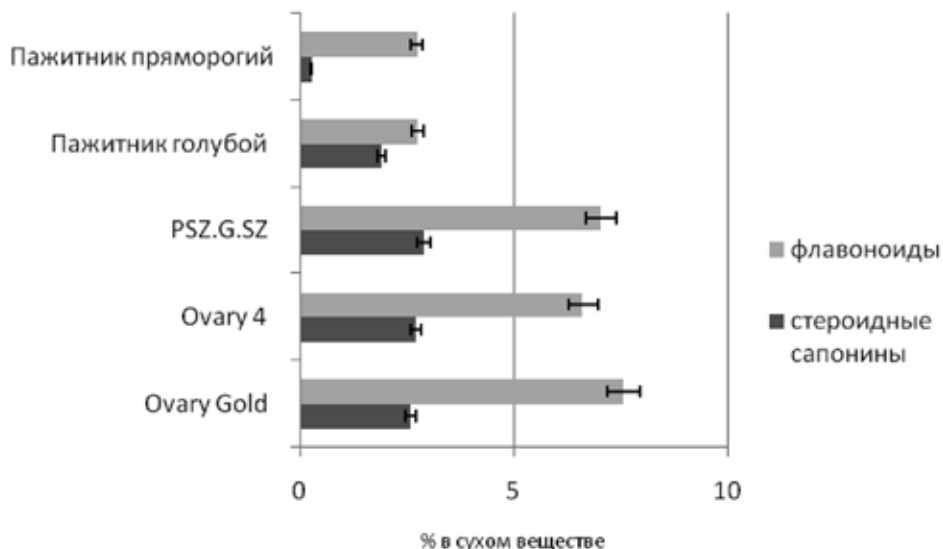


Рис. 1. Содержание стероидных сапонинов в листьях у представителей рода *Trigonella* (фаза цветения).

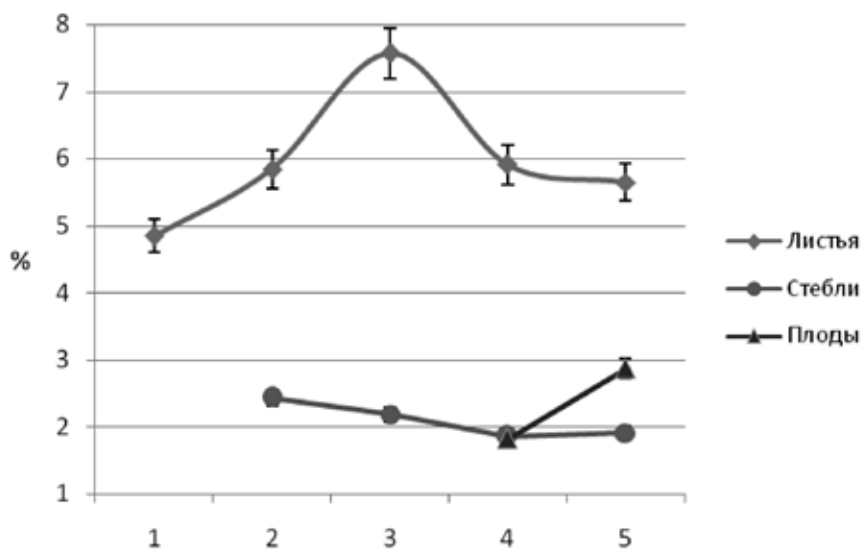


Рис. 2. Динамика накопления флавоноидов в органах пажитника греческого (сорт «Ovary Gold») по фазам развития: 1 – начало вегетации, 2 – бутонизация, 3 – массовое цветение, 4 – начало плодоношения, 5 – массовое плодоношение.

В сезонном цикле развития пажитника греческого наблюдается выраженное повышение содержания стероидных сапонинов в листьях в фазу массового цветения (2,6–2,9%). В фазе начала плодоношения зарегистрировано падение уровня стероидных сапонинов (2,2–2,3%), а затем, в фазу массового плодоношения, отмечено увеличение уровня стероидных сапонинов (2,4%). Для стеблей зависимость накопления стероидных сапонинов от фазы развития имела вид одновыпуклых кривых с максимумом накопления стероидных сапонинов в фазу

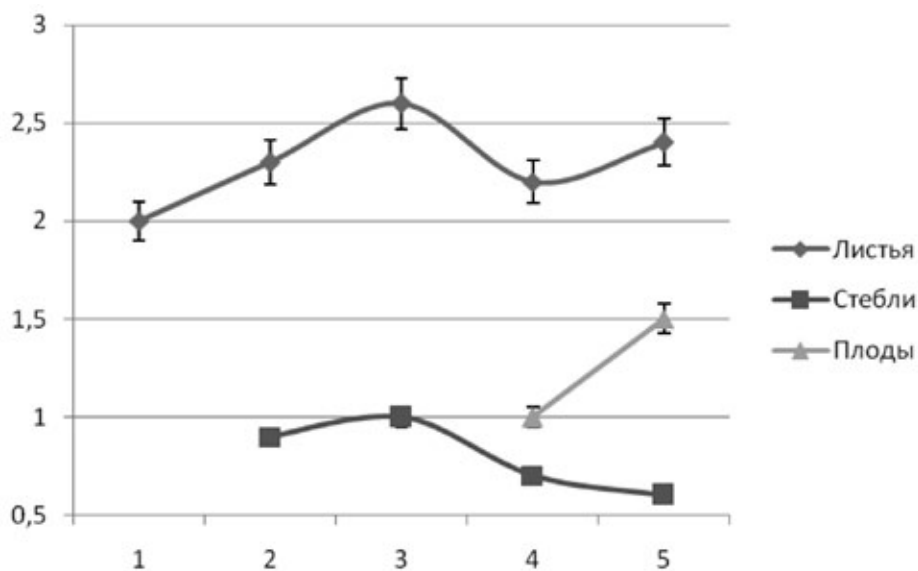


Рис. 3. Динамика накопления стероидных сапонинов в органах пажитника греческого (сорт «Ovary Gold») по фазам развития: 1 – начало вегетации, 2 – бутонизация, 3 – массовое цветение, 4 – начало плодоношения, 5 – массовое плодоношение.

массового цветения (1,1–1,6%). Минимальное значение стероидных сапонинов в стеблях пажитника греческого отмечено в фазу массового плодоношения. В плодах наблюдается постепенный рост содержания стероидных сапонинов по мере прохождения фазы плодоношения.

Таким образом, в результате проведенных исследований было изучено содержание флавоноидов и стероидных сапонинов в растениях пажитника трех видов – *T. foenum graecum* L., *T. caerulea* (L.) Ser. и *T. polycerata* L. в фазу массового цветения. Выявлено, что максимальное содержание стероидных сапонинов и флавоноидов характерно для пажитника греческого. При этом наибольшая концентрация БАВ отмечена для листьев и цветков пажитника греческого.

Исследования динамики накопления БАВ в листьях пажитника греческого в зависимости от фаз вегетации показало, что максимальный уровень содержания флавоноидов и стероидных сапонинов характерен для фазы цветения. На основании полученных данных заготовку растительного сырья *Trigonella foenum graecum* L. в качестве источника флавоноидов и стероидных сапонинов следует проводить в фазу массового цветения.

Список литературы:

1. Агабалаева Е.Д. Содержание биологически активных соединений в экстрактах семян пажитника греческого (*Trigonella foenum graecum* L.) / Е.Д. Агабалаева, Л.В. Гончарова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников, Ш. Макаи // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Выпуск 71. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2011, с. 557–565.
2. Васильева И.С. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскареи, их метаболизм и биологическая активность. / И.С. Васильева, В.А. Пасешниченко // Успехи биологической химии. – 2000. – Т. 4, с. 153–204.
3. Гринкевич Н.И. Химический анализ лекарственных растений: учеб. пособие для фармацевтических вузов. / Н.И. Гринкевич, Е.Я. Ладыгина, Л.Н. Сафронич, В.Э. Отряшенкова и др. – Москва: Высшая школа, 1983, с. 52–53.
4. Лобанова А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья. / А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1, с. 47–52.
5. Плечищик (Агабалаева), Е.Д. Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) как источник широкого спектра биологически активных соединений. / Е.Д. Плечищик, Л.В. Гончарова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников // Труды Белорусского государственного университета. Сер. «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». – 2009. – Т. 2, с. 138–146.
6. Benichou A. Steroid-saponins from fenugreek seeds: extraction, purification, and surface properties / A.Benichou, A.Aserin, N.Garti // Journal of Dispersion Science and Technology. – 1999. – Vol. 20, № 1–2, p. 581–605.
7. Kochhar A. Effect of supplementation of traditional medicinal plants on blood glucose in non-insulin-dependent diabetics: A pilot study / A.Kochhar, M.Nagi // Journal of Medicinal Food. – 2005. – Vol. 8, № 4, p. 545–549.
8. Sharma R.D. Use of fenugreek seed powder in the management of non-insulin dependent diabetes mellitus / R.D.Sharma [et al.] // Nutrition Research. – 1996. – Vol. 16, № 8, p. 1331–1339.
9. Srinivasan, K. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effect / K.Srinivasan // Food reviews international. – 2006. – Vol. 22, № 2, p. 203–224.

Морфологические особенности растений, произрастающих на почвах с высоким уровнем загрязнения ксенобиотиками

Айдосова С.С., Ахтаева Н.З., Сагындык К.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,
e-mail: Akhtaeva@mail.ru

Современные экологические проблемы приобрели глобальный характер по размерам загрязнения регионов, по дальности переноса загрязнителей в атмосфере и по влиянию загрязнения на условия жизни и здоровье населения Земли.

Город Усть-Каменогорск является одним из наиболее крупных промышленных центров Казахстана и представляет собой уникальную урбанизированную систему, перенасыщенную промышленными предприятиями самой различной техногенной ориентации. Здесь на сравнительно небольшой территории размещены крупные объекты цветной металлургии, атомно-промышленного и редкометального комплексов, теплоэнергетики, транспорта, пищевой и перерабатывающей промышленности, коммунального хозяйства. В результате многолетнего комплексного воздействия антропогенных факторов состояние окружающей среды г. Усть-Каменогорска значительно изменено. По данным Восточно-Казахстанского гидрометцентра, начиная с 1997 года в городе Усть-Каменогорске отмечается рост индекса загрязнения атмосферного воздуха. В 1999 году средний индекс загрязнения (ИЗА) составил 17,6 единицы, в 2000-м – 17,8, а в 2011-м средний ИЗА составил 19,8.