

УДК 581.192:582.394

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АСТРАГАЛИНА, ИЗОКВЕРЦИТРИНА И 20-ГИДРОКСИЭКДИЗОНА В ВАЙЯХ *PTERIDIUM AQUILINUM* И *MATTEUCCIA STRUTHIOPTERIS*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОКРЕСТНОСТЯХ НОВОСИБИРСКА

© А.А. Петрук*, Г.И. Высочина, Э.А. Ершова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: pet.a@mail.ru

Исследование посвящено изучению методами высокоэффективной жидкостной хроматографии динамики содержания флавонолгликозидов астрагалина, изокверцитрина и экидистероида 20-гидроксиэкидизона в вайях *Pteridium aquilinum* и *Matteuccia struthiopteris*, произрастающих в окрестностях г. Новосибирска (Академгородок, ЦСБС СО РАН). У *P. aquilinum* найдены все указанные соединения, у *M. struthiopteris* – только астрагалин. В начале июня содержание астрагалина у обоих видов максимально, изокверцитрина у орляка – следовые количества. Астрагалин у орляка до конца лета остается на уровне 0.2%, у страусника наблюдаем некоторое повышение – до 0.14%. Количество изокверцитрина к концу лета у орляка также увеличивается – до 0.42%. Максимальное содержание 20-гидроксиэкидизона – 0,91% – у *P. aquilinum* зафиксировано в середине августа, минимальное – в середине мая в фазе начала роста.

Ключевые слова: *Pteridium aquilinum*, *Matteuccia struthiopteris*, астрагалин, изокверцитрин, 20-гидроксиэкидизон.

Введение

Орляк обыкновенный *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (= *P. pinetorum* C.N. Page & R.R. Mill. [1]) (*Hypolepidaceae*) и страусник обыкновенный *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. (*Onocleaceae*) пользуются большой популярностью в Сибири и на Дальнем Востоке как пищевые и лекарственные растения. В заготовительной стадии развития они обладают высокими пищевыми достоинствами, не уступая по количеству основных питательных и биологически активных веществ большинству овощных культур и грибам. *P. aquilinum* популярен в китайской медицине как диуретическое и жаропонижающее средство, в индийской медицине отвар используют при инфильтрате селезенки, в народной медицине – как противокашлевое, слабительное, тонизирующее и ранозаживляющее. Указывают также на кровоостанавливающее, вяжущее, противоглистное, болеутоляющее и пр. действие листьев и корневищ. Корневища и листья *M. struthiopteris* применяют в народной медицине как спазмолитическое, противосудорожное и противоэпилептическое средство [2, 3].

Большой спрос на папоротники в Японии – японцы импортируют их из Китая, России, Кореи, Тайваня. Орляк подвергают термической обработке, страусник можно употреблять в пищу не только в вареном, но и в свежем виде [4–8]. Несмотря на широкое признание папоротников, научных данных о химическом составе, пищевой ценности, их достоинствах и недостатках все еще мало [4,9].

Петрук Анастасия Андреевна – научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: pet.a@mail.ru
Высочина Галина Ивановна – заведующая лабораторией фитохимии, доктор биологических наук, профессор, тел.: (383) 334-44-37, факс: (383) 330-19-86, e-mail: vysochina_galina@mail.ru
Ершова Эльвира Александровна – ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, тел.: (383) 334-44-50

В условиях Сибири *P. aquilinum* обычно выступает в роли доминанта или содоминанта травостоя сосновых, березовых и осиновых лесов и лесных лугов, реже отмечен в качестве сопутствующего вида [10]. *M. struthiopteris*, в сравнении с орляком, занимает незначительные площади, приурочен к местообитаниям с повышенным увлажнением почв, встречается

* Автор, с которым следует вести переписку.

ся по влажным опушкам смешанных лесов, зарослям прибрежных кустарников, оврагам, балкам и другим понижениям.

Биологическую активность папоротников и экстрактов из них связывают, прежде всего, с наличием флавоноидов: выявлена протекторная, иммуномодулирующая, антиоксидантная и антимутиационная активности вай орляка различных сроков сбора [11–14]. В последние десятилетия интенсивно исследуют химический состав и биологическую активность надземных и подземных органов этих видов папоротников, безопасность использования в качестве пищевого продукта, токсичность и канцерогенность [4, 9, 11–13, 15–17].

Цель нашего исследования – идентификация методами высокоэффективной жидкостной хроматографии флавонолгликозидов астрагалина и изокверцитрина и экидистероида 20-гидроксиэкидизона в вайях *P. aquilinum* и *M. struthiopteris*, произрастающих в окрестностях г. Новосибирска, и выявление динамики их содержания.

Экспериментальная часть

Материалом для работы послужили сборы *P. aquilinum* и *M. struthiopteris* на территории соснового лесного массива Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Новосибирск) в мае – сентябре 2012 г.

Растительные пробы после высушивания в помещении измельчали и брали навеску 0,1 г. Для извлечения флавоноидов проводили исчерпывающую экстракцию 70% этанолом при нагревании на водяной бане. Экстракт фильтровали. После охлаждения 1 мл экстракта разбавляли бидистиллированной водой до объема 5 мл и пропускали через концентрирующий патрон «Диапак С16» (ЗАО «БиоХимМак») для освобождения от примесей гидрофильной природы. Фенольные соединения (гликозиды) смывали 96%-м этанолом, измеряли объем элюата и пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Экидистероиды смывали с патрона 60%-м этанолом. Перед вторичным использованием патрон промывали чистым этанолом, а затем водой.

Анализ проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа Agilent 1200 с диодноматричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18, размером 4,6×150 мм, с диаметром частиц 5 мкм, применив градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0,1%) изменялось от 50 до 52% за 56 мин. Скорость потока элюента 1 мкл/мин. Температура колонки 26 °С. Объем вводимой пробы 5 мкл. Детектирование осуществляли при $\lambda = 270$ нм. Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос.ч.), 0,1%-ю ортофосфорную кислоту (ос.ч.), бидистиллированную воду. Для приготовления стандартного образца применяли образцы астрагалина, изокверцитрина и 20-гидроксиэкидизона. Стандартные растворы готовили в концентрации 10 мкг/мл в этиловом спирте.

Количественное определение индивидуальных компонентов проводили по методу внешнего стандарта [18]. Содержание компонентов в анализируемой пробе (C_x) вычисляли по формуле (%):

$$C_x = \frac{C_{CT} \times S_1 \times V_1 \times V_2 \times 100}{S_2 \times M \times (100 - B)},$$

где C_{CT} – концентрация соответствующего стандартного раствора компонента, мкг/мл; S_1 – площадь пика компонента в анализируемой пробе, е.о.п.; S_2 – площадь пика стандартного компонента, е.о.п.; V_1 – объем элюата после вымывания с концентрирующего патрона, мл; V_2 – общий объем экстракта, мл; M – масса навески, мг; B – влажность сырья, %.

Обсуждение результатов

Низкомолекулярные соединения папоротников изучены слабо. В побегах орляка обнаружены флавонолы, экидистероиды, органические кислоты, сесквитерпеноиды, цианогенные гликозиды и танины [19–23]. По сравнению с орляком страусник изучен меньше [24].

В связи с тем, что биологическую активность папоротников связывают с флавоноидами, исследованию этой группы соединений исследователи уделяли больше внимания. В вайях и корневищах *P. aquilinum*

обнаружены флавонолгликозиды – астрагалин [23], кемпферол 3-О-5"-ферулоилапиозид [25], кемпферол 7-О-рамнозид-4'-О-глюкозид, кверцетин 3-О-фруктозид [26], изокверцитрин, рутин [2], рамнетин 3-О-β-ламинарибиозид [27]. Кроме того, были найдены экидистероиды – 20-гидроксиэкидизон, понастерон А, иностерон [28], фенолокислоты – коричная, бензойная, кофейная и другие соединения [2].

Для *M. struthiopteris* отмечены следующие вещества вторичного синтеза: деметоксиматтеуцинол, маттеуцинол [29], апигенин, рибофлавин, 4-О-β-D-глюкопиранозил *n*-кумаровая кислота, 4-О-β-D-глюкопиранозил кофейная кислота [30], *n*-гексадекановая кислота, β-ситостерол [31], кофейная кислота, [32], астрагалин, жирные кислоты, стеролы, фенольные кислоты [24], коричная кислота [33] и др.

Ранее в вайях орляка, собранного в окрестностях г. Новосибирска (Академгородок, территория ЦСБС СО РАН), была определена сезонная динамика содержания биологически активных веществ: флавонолов, катехинов, танинов, каротиноидов, аскорбиновой кислоты, пектиновых веществ, сапонинов. Было выявлено, что молодые побеги орляка, используемые в пищу, отличаются достаточно высоким содержанием пектиновых веществ (5,5%), сапонинов (12,2%) и простых сахаров (24,0%). Количество флавонолов (0,6%), катехинов (0,3%) и танинов (5,2%) незначительное. Аскорбиновой кислоты и каротиноидов в проростках меньше, чем в листьях взрослых растений. В течение вегетационного периода происходит постепенное нарастание их количества: аскорбиновой кислоты – до 91,6% (в середине июля), каротиноидов – до 211,4% (в конце июня) [34].

В настоящем исследовании сопоставление времен удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов со временами удерживания пиков стандартных образцов позволило идентифицировать три низкомолекулярных соединения – флавонолгликозиды астрагалин (кемпферол 3-О-β-D-глюкопиранозид), изокверцитрин (кверцетин 3-О-β-D-глюкопиранозид) и экидистероид 20-гидроксиэкидизон у *P. aquilinum* (рис. 1) и астрагалин у *M. struthiopteris* (рис. 2).

С помощью методов ВЭЖХ была проведена количественная оценка содержания этих веществ в течение вегетационного периода.

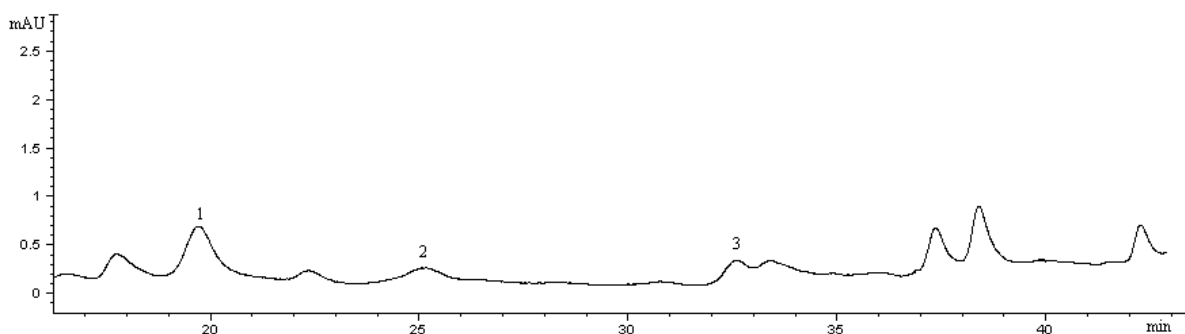


Рис. 1. ВЭЖХ-хроматограмма экстракта вай *P. aquilinum*. По оси абсцисс – время удерживания (мин.), по оси ординат – оптическая плотность (mAU): 1 – изокверцитрин, 2 – 20-гидроксиэкидизон, 3 – астрагалин, остальные пики – неидентифицированные вещества

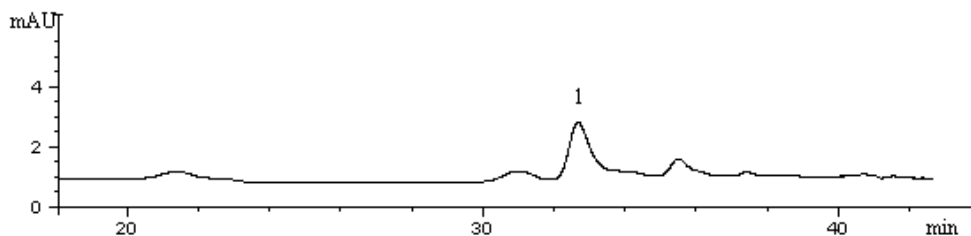


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма экстракта вай *M. struthiopteris*. По оси абсцисс – время удерживания (мин.), по оси ординат – оптическая плотность (mAU): 1 – астрагалин, остальные пики – неидентифицированные вещества

Содержание астрагалина у обоих видов максимально в начале июня (табл.). В этот срок изокверцитрина у орляка – следовые количества, у страусника он вообще отсутствует в течение всего сезона. Астрагалин у орляка до конца лета остается на уровне 0,2%, у страусника наблюдаем некоторое повышение – до 0,14%. Количество изокверцитрина к концу лета у страусника также растет – до 0,42%. Однако в середине июля наблюдался резкий спад до 0,07%. В осенних молодых проростках орляка (образец №8) отмечено небольшое количество астрагалина и следы изокверцитрина. Противоположный характер накопления этих флавонолгликозидов в орляке может свидетельствовать об их различных функциях в растении.

В динамике содержания 20-гидроксиэкдизона в вайях *P. aquilinum* можно отметить следующие особенности (рис. 3). Минимальное значение 20-гидроксиэкдизона приходится на начало роста в середине мая – 0,08%. В течение недели происходит резкое увеличение количества 20-гидроксиэкдизона. Первый максимум содержания – 0,55% – приходится на начало июня, далее происходит некоторое снижение и опять подъем до второго максимума – 0,91% – в середине августа. В конце сентября были взяты пробы проростков орляка следующего года генерации [35], в которых обнаружено достаточно высокое – 0,98% – содержание 20-гидроксиэкдизона. Следует также отметить, что 25 мая нами были взяты на анализ пять проб орляка с различной длиной вай – от 5 до 22 см. Содержание 20-гидроксиэкдизона увеличивалось от 0,27 до 0,46% в соответствии с увеличением размера вай.

У *M. struthiopteris* 20-гидроксиэкдизон не обнаружен, что согласуется с результатами скрининговых исследований других авторов [36].

Динамика содержания астрагалина и изокверцитрина в вайях *P. aquilinum* и *M. struthiopteris*

Номер образца	Дата сбора	Астрагалин, %	Изокверцитрин, %
<i>Pteridium aquilinum</i>			
1	18.05.2012	0,003	0,07
2	25.05.2012	0,01	0,03
3	01.06.2012	0,09	0,001
4	22.06.2012	0,02	0,25
5	29.06.2012	0,02	0,38
6	19.07.2012	0,02	0,07
7	17.08.2012	0,02	0,42
8	26.09.2012	0,02	0,001
<i>Matteuccia struthiopteris</i>			
1	25.05.2012	0,03	–
2	01.06.2012	0,20	–
3	08.06.2012	0,07	–
4	15.06.2012	0,06	–
5	22.06.2012	0,04	–
6	29.06.2012	0,05	–
7	19.07.2012	0,05	–
8	17.08.2012	0,14	–

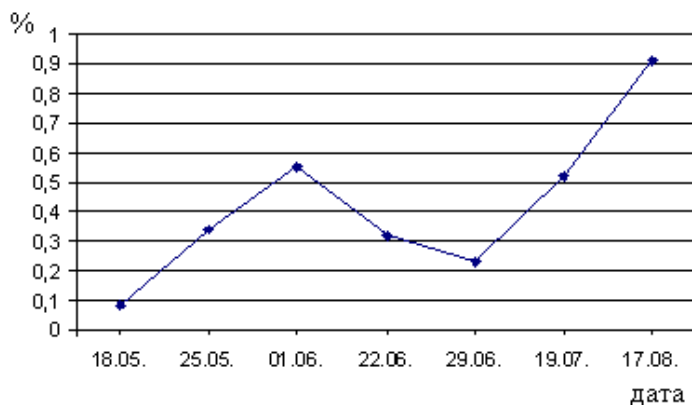


Рис. 3. Содержание 20-гидроксиэкдизона в вайях *P. aquilinum*. По оси абсцисс – дата сбора, по оси ординат – содержание, %

Выводы

1. В вайях *P. aquilinum* в течение всего вегетационного периода обнаружены астрагалин, изокверцитрин и 20-гидроксиэкдизон, в вайях *M. struthiopteris* – астрагалин.

2. Содержание астрагалина у обоих видов максимально в начале июня. В этот срок изокверцитрина у орляка – следовые количества. Астрагалин у орляка до конца лета остается на уровне 0,2%, у страусника наблюдаем некоторое повышение – до 0,14%. Количество изокверцитрина к концу лета у орляка также растет – до 0,42%.

3. Максимальное содержание 20-гидроксиэкдизона – 0,98% – у *P. aquilinum* зафиксировано в середине августа.

Список литературы

1. Шмаков А.И. Определитель папоротников России. Барнаул, 2009. 126 с.
2. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Часть I – Семейства Lycopodiaceae – Ephedraceae; часть II – Дополнения к 1–7-му томам / Ред. Л.М. Беленовская, Л.И. Медведева. СПб., 1996. 571 с.
3. Шретер А.И., Корнишина Л.М. Использование папоротников флоры СССР в научной и народной медицине // Растительные ресурсы. 1975. Т. 11, вып. 4. С. 50–53.
4. Цапалова И.Э. Съедобные папоротники и их рациональное использование. Новосибирск, 1991. 112 с.
5. Кошечев А.К. Дикорастущие съедобные растения в нашем питании. М., 1981. 256 с.
6. Черепнин В.Л. Пищевые растения Сибири. Новосибирск, 1987. 188 с.
7. Берсон Г.З. Дикорастущие съедобные растения. Л., 1991. 72 с.
8. Бакнина О.Н. Пищевые достоинства папоротника-орляка и побегов лопуха войлочного, произрастающих на Камчатке // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. №10. С. 35–36.
9. Храпко О.В. Дальневосточные папоротники: возможности использования // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2007. Вып. 1(1). С. 81–87.
10. Ершова Э.А. К фитогеографии папоротника орляка // Чтения памяти Ю.А. Львова. Томск, 1998. С. 18–19.
11. Chen N. Study on the extraction of flavonoid compound in *Pteridium aquilinum* (L.) Tod. and its antioxidant property // Shipin Yu Fajiao Gongye. 2003. Vol. 29, N11. Pp. 63–66.
12. Zhang L., Chen N.-f., Gu F.-l., Yang Ch.-b., Dai J. Experimental study on immunoregulation function of flavone extract from *Pteridium* // Zhongguo Zhongyiyao Keji. 2009. Vol. 16, N1. Pp. 30–31.
13. Chen N., Zhang L., Dai J., Gu F., Han B., Liu J. Protective effect of *Pteridium aquilinum* flavanone extract on ethyl alcohol hepatic toxicity in mice // Zhongguo Gonggong Weisheng. 2009. Vol. 25, N1. Pp. 87–88.
14. Chen N.-f., Chen C.-w., Zhang L., Fu F.-l., Han B.-x., Hu X.-l. Anti-mutation of flavonoid extract from *Pteridium aquilinum* // Huanjing Yu Jiankang Zazhi. 2008. Vol. 25, N8. Pp. 734–735.
15. Цапалова И.Э., Плотникова Т.В. Биохимический состав съедобных папоротников Сахалина // Растительные ресурсы. 1982. Т. 18, вып. 1. С. 76–79.
16. Natori Sh. A study on bioactive principles in plants. The carcinogen of bracken fern // Shoyakugaku Zasshi. 1991. Vol. 45, N3. Pp. 175–189.
17. Hassan S.W., Umar R.A., Dabai Y.U., Ebbo A.A., Faruk U.Z. Antibacterial, phytochemical and toxicity studies of *Pteridium aquilinum* L. (*Dennstaedtiaceae*) in rabbits // Journal of Pharmacology and Toxicology. 2007. Vol. 2, N2. Pp. 168–175.
18. Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (*Rosaceae*) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44, №3. С. 96–102.
19. Cooper-Driver G. Chemotaxonomy and phytochemical ecology of bracken // Bot. J. Linn. Soc. 1976. Vol. 73, N1–3. Pp. 35–46.
20. Evans J.A., Prorok J.H., Cole R.C., Al-Salmani M.H., Al-Samarrai A.M.H., Patel M.C. & Smith. The carcinogenic, mutagenic and teratogenic toxicity of bracken // Proc. Roy. Soc. Edinburgh. 1982. Vol. 81, N1–2. Pp. 65–77. Macek T., Vanek T. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (bracken fern): in vitro culture and the production of ecdysteroids // Biotechnology in Agriculture and Forestry. Medicinal and Aromatic Plants VI. 1994. Vol. 26. Pp. 299–315.
22. Imperato F. Flavonol glycosides from *Pteridium aquilinum* // Phytochemistry. 1995. Vol. 40, N6. Pp. 1801–1802.
23. Kovganko N.V., Kashkan Zh.N., Krivenok S.N. Bioactive Compounds of the Flora of Belarus. Pterosins A and B from *Pteridium aquilinum* // Chemistry of Natural Compounds (Translation of Khimiya Prirodnikh Soedinenii). 2004. Vol. 40, N3. Pp. 227–229.
24. Сырчина А.И., Печурина Н.Н., Верещагин А.Л., Горшков А.Г., Цапалова И.Э., Семенов А.А. Химическое исследование *Matteuccia struthiopteris* // Химия природных соединений. 1993. №4. С. 608–609.
25. Imperato F. Kaempferol 3-O-(5"-feruloylapioside) from *Pteridium aquilinum* // Phytochemistry. 1996. N43 (6). Pp. 1421–1423.
26. Imperato F. Kaempferol 7-O-rhamnoside-4'-O-glucoside from *Pteridium aquilinum* // Phytochemistry. 1998. N47(5). Pp. 911–913.
27. Imperato F. Rhamnetin 3-O-laminaribioside from *Pteridium aquilinum* // Phytochemistry. 1997. N45 (8). Pp. 1729–1730.

28. Cai Y., Luo Q., Sun M., Corke H. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer // *Life Sciences*. 2004. N74. Pp. 2157–2184.
29. Zhang D., Yang L., Fu M., Tu, Y.Y. Studies on chemical constituents of rhizome of *Matteuccia struthiopteris* // *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 2008. N33 (14). Pp. 1703–1705.
30. Yang L., Wang M.Y., Zhao Y.Y., Tu Y.Y. Studies on chemical constituents in rhizome of *Matteuccia struthiopteris* // *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 2004. N29 (7). Pp. 647–649.
31. Yang L., Zhao Y.Y.; Tu, Y.Y. Studies on the chemical constituents in the rhizome of *Matteuccia struthiopteris* // *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 2003. N28 (3). Pp. 278–280.
32. Kimura T, Suzuki M, Takenaka M, Yamagishi K., Shinmoto H. L-O-Caffeoylhomoserine from *Matteuccia struthiopteris* // *Phytochemistry*. 2004. N65(4). Pp. 423–426.
33. Araki Y., Cooper–Driver G. Changes during gametophyte development in *Matteuccia struthiopteris* from the cinnamate to the chalcone synthase pathway // *Phytochemistry*. 1993. N34 (1), Pp. 83–84.
34. Высочина Г.И., Ершова Э.А., Кукушкина Т.А. Сезонная динамика содержания групп биологически активных веществ в надземной части *Pteridium aquilinum* (*Hypolepidaceae*) в течение вегетационного периода в Новосибирской области // *Растительные ресурсы*. 2012. Т. 48, вып. 3. С. 376–383
35. Ершова Э.А. К биологии папоротника орляка в Средней Сибири // *Изв. СО РАН СССР. Сер. биол. наук*. 1977. №5. С. 32–37.
36. Володин В.В., Володина С.О., Дайнан Л., Ткаченко К.Г., Ши Лей, Канев В.А., Горовой П.Г. Результаты скрининга некоторых видов папоротников Северного Урала, российского Дальнего Востока и Китая на содержание экдистероидов // *Растительные ресурсы*. 2007. Т. 43, вып. 3. С. 77–84.

Поступило в редакцию 10 декабря 2012 г.

Petruk A.A.*, Vysochina G.I., Ershova E.A. THE DYNAMICS OF ASTRAGALIN, ISOQUERCITRIN AND 20-HYDROXYECDYSONE IN FRONDS *PTERIDIUM AQUILINUM* AND *MATTEUCCIA STRUTHIOPTERIS*, GROWING IN THE VICINITY OF NOVOSIBIRSK

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Zolotodolinskaya str., 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),
e-mail: pet.a@mail.ru

Research is devoted to studying by methods of a highly performance liquid chromatography (HPLC) of the dynamics of the content flavonol glycosides astragaline, isoquercitrin and ecdysteroid 20-hydroxyecdysone in fronds *Pteridium aquilinum* and *Matteuccia struthiopteris*, growing in the vicinity of Novosibirsk (Akademgorodok, CSBG SB RAS). The analysis carried out on the analytical HPLC-system consisting of the liquid chromatograph «Agilent 1200» with the with diode array detector. In *P. aquilinum* found all of the compounds, in *M. struthiopteris* – only astragaline. At the beginning of June the content of astragaline at both species is greatest, isoquercitrin in bracken – trace. Astragaline at bracken remains at the level of 0,2% until the end of summer, at ostrich fern we observe some increase – to 0,14%. The quantity of isoquercitrin by the end of summer at bracken also increased – to 0,42%. The maximum content of 20-hydroxyecdysone – 0,91% – at *P. aquilinum* recorded in the middle of August, the minimum – in the middle of May in a phase of the beginning of growth.

Keywords: *Pteridium aquilinum*, *Matteuccia struthiopteris*, astragaline, isoquercitrin, 20-hydroxyecdysone.

* Corresponding author.

References

1. Shmakov A.I. *Opredelitel' paprotnikov Rossii*. [Determinant ferns Russia]. Barnaul, 2009, 126 p. (in Russ.).
2. *Rastitel'nye resursy Rossii i sopredel'nykh gosudarstv: Chast' I – Semeistva Lycopodiaceae – Ephedraceae, chast' II – Dopolneniia k I–7–mu tomam*: Ed. L.M. Belenovskaia, L.I. Medvedeva. [Plant Resources of Russia and Neighboring Countries: Part I-Family Lycopodiaceae – Ephedraceae, part II – Additions to 1-7th volumes]. St. Petersburg, 1996, 571 p. (in Russ.).
3. Shreter A.I., Kornishina L.M. *Rastitel'nye resursy*, 1975, vol. 11, no. 4, pp. 50–53. (in Russ.).
4. Tsapalova I.E. *S'edobnye paprotniki i ikh ratsional'noe ispol'zovanie*. [Edible ferns and their rational use]. Novosibirsk, 1991, 112 p. (in Russ.).
5. oshcheev A.K. *Dikorastushchie s'edobnye rasteniia v nashem pitanii*. [Wild edible plants in our diet]. Moscow, 1981, 256 p. (in Russ.).
6. Черепнин В.Л. Пищевые растения Сибири. Новосибирск, 1987. 188 p. (in Russ.).
7. Berson G.Z. *Dikorastushchie s'edobnye rasteniia*. [Wild edible plants]. Leningrad, 1991, 72 p. (in Russ.).
8. Baknina O.N. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyria*, 2007, no. 10, pp. 35–36. (in Russ.).
9. Khrapko O.V. *Biulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*, 2007, no. 1(1), pp. 81–87. (in Russ.).
10. Ershova E.A. *Chteniia pamiati Iu.A. L'vova*. [Reading memory Iu.A. L'vova]. Tomsk, 1998, pp. 18–19. (in Russ.).
11. Chen N. *Shipin Yu Fajiao Gongye*, 2003, vol. 29, N11, pp. 63–66.
12. Zhang L., Chen N.-f., Gu, F.-l., Yang Ch.-b., Dai J. *Zhongguo Zhongyiyao Keji*, 2009, vol. 16, no. 1, pp. 30–31.
13. Chen N., Zhang, L., Dai J., Gu F., Han B., Liu J. *Zhongguo Gonggong Weisheng*, 2009, vol. 25, no. 1, pp. 87–88.
14. Chen N.-f., Chen C.-w., Zhang L., Fu F.-l., Han B.-x., Hu X.-l. *Huanjing Yu Jiankang Zazhi*, 2008, vol. 25, no. 8, pp. 734–735.
15. Tsapalova I.E., Plotnikova T.V. *Rastitel'nye resursy*, 1982, vol. 18, no. 1, pp. 76–79. (in Russ.).
16. Natori Sh. *Shoyakugaku Zasshi*, 1991, vol. 45, no. 3, pp. 175–189.
17. Hassan S.W., Umar R.A., Dabai Y.U., Ebbo A.A., Faruk U.Z. *Journal of Pharmacology and Toxicology*, 2007, vol. 2, no. 2, pp. 168–175.
18. Khranova E.P., Komarevtseva E.K. *Rastitel'nye resursy*, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 96–102. (in Russ.).
19. Cooper–Driver G. *Bot. J. Linn. Soc.*, 1976, vol. 73, no. 1–3, pp. 35–46.
20. Evans J.A., Prorok J.H., Cole R.C., Al-Salmani M.H., Al-Samarrai A.M.H., Patel M.C. & Smith. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, 1982, vol. 81, no. 1–2, pp. 65–77. Macek T., Vanek T. *Biotechnology in Agriculture and Forestry. Medicinal and Aromatic Plants VI*, 1994, vol. 26, pp. 299–315.
22. Imperato F. *Phytochemistry*, 1995, vol. 40, no. 6, pp. 1801–1802.
23. Kovganko N.V., Kashkan Zh.N., Krivenok S.N. *Chemistry of Natural Compounds (Translation of Khimiya Prirodnykh Soedinenii)*, 2004, vol. 40, no. 3, pp. 227–229.
24. Cyrchina A.I., Pechurina N.N., Vereshchagin A.L., Gorshkov A.G., Tsapalova I.E., Semenov A.A. *Khimiia prirodnykh soedinenii*, 1993, no. 4, pp. 608–609.
25. Imperato F. *Phytochemistry*, 1996, no. 43(6), pp. 1421–1423.
26. Imperato F. *Phytochemistry*, 1998, no. 47(5), pp. 911–913.
27. Imperato F. *Phytochemistry*, 1997, no. 45(8), pp. 1729–1730.
28. Cai Y., Luo Q., Sun M., Corke H. *Life Sciences*, 2004, no. 74, pp. 2157–2184.
29. Zhang D., Yang L., Fu M., Tu, Y.Y. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 2008, no. 33(14), pp. 1703–1705.
30. Yang L., Wang M.Y., Zhao Y.Y., Tu Y.Y. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 2004, no. 29(7), pp. 647–649.
31. Yang L., Zhao Y.Y.; Tu, Y.Y. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 2003, no. 28(3), pp. 278–280.
32. Kimura T, Suzuki M, Takenaka M, Yamagishi K., Shinmoto H. *Phytochemistry*, 2004, no. 65(4), pp. 423–426.
33. Araki Y., Cooper–Driver G. *Phytochemistry*, 1993, no. 34(1), pp. 83–84.
34. Vysochina G.I., Ershova E.A., Kukushkina T.A. *Rastitel'nye resursy*, 2012, vol. 48, no. 3, pp. 376–383. (in Russ.).
35. Ershova E.A. *Izvestiia SO RAN SSSR. Seriya biologicheskikh nauk*, 1977, no. 5, pp. 32–37. (in Russ.).
36. Volodin V.V., Volodina S.O., Dainan L., Tkachenko K.G., Shi Lei, Kanev V.A., Gorovoi P.G. *Rastitel'nye resursy*, 2007, vol. 43, no. 3, pp. 77–84.

Received December 10, 2012

