

Таблица
Количественное содержание ПФ и ВРПС в органах
Petasites japonicus

Сырье	Содержание, % от воздушно-сухого сырья	
	ПФ	ВРПС
Лист	3,8	1,078
Стебель	0,02	0,164
Корень	1,7	2,366

Высокоэффективная жидкостная хроматография продемонстрировала значительное содержание в сырье полифенольных соединений (рис.). Для сырья листьев установлено наличие 20–22 соединений, которые разделились на две группы: с временем удерживания 2,2–4 мин (7 соединений) и 10,1–13,4 мин (15 соединений). В корнях также присутствовала первая группа ПФ из 7 веществ и дополнительно комплекс ПФ из 5 соединений со временем удерживания 25,9–26,7 мин. В сырьевом материале стебля для первой группы (время удерживания 2,2–4 мин) отмечено присутствие 5 веществ и для второй (время удерживания 10,92 и 14,27 мин) – 2 соединения.

Обсуждение полученных данных. В результате проведенных исследований сырья травы и корней *Petasites japonicus*, были выделены полисахариды и определена суммарная фракция ПФ. Показано, что сырье Белокопытника японского, произрастающего на о. Сахалин, содержит значимое количество физиологически активных веществ. Основные органы накопления исследуемых вторичных метаболитов – листья и корни. Максимальное качественное и количественное содержание полифенольных соединений характерно для листьев. Накопление ВРПС максимально для сырья корня, при этом содержание целевых веществ здесь более чем в два раза превышает таковое в сырье листьев.

References

- Zorikova S.P., Manyakhyan A.Yu., Zorikova O.G. The biological activity of dry extract of Japanese knotweed // Pacific Medical Journal. 2010. No. 2. P. 69–72.
- Moiseev D.V., Buzuk G.N., Shelyuto V.L. The identification of flavonoids in plants by HPLC // Chemical and Pharma Journal, 2011. Vol. 45, No. 1. P. 35–38.
- Ovodova R.G., Golovchenko V.V., Popov S.V. [et al.] Isolation and preliminary study of the structure and physiological activity of soluble polysaccharides from ordinary meal viburnum berries *Viburnum opulus* // Bioorganic Chemistry, 2000. Vol. 26, No. 1. P. 61–67.
- Iwamoto Y. Breeding of Japanese butterbur (*Petasites japonicus*) by using flowerhead culture // Plant biotechnology. 2009. Vol. 26. P. 189–196.

Поступила в редакцию 11.02.2015.

Изучение вторичных метаболитов *Petasites japonicus* (Siebold&Zucc.) Maxim, произрастающего на о. Сахалин

А.Ю. Маняхин^{1,2}, О.Г. Зорикова^{1,2}, Д.С. Назаров², С.В. Журавлева³

¹ Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова Дальневосточного отделения Российской академии наук (692533, Приморский край, Уссурийский городской округ, пос. Горнотаежное, ул. Солнечная, 26), ² Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы»: Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН – Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41), ³ Дальневосточный федеральный университет (690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8)

Резюме. Определяли содержание полифенолов и водорастворимых полисахаридов в сырье *Petasites japonicus*, произрастающего на о. Сахалин. Объектом исследования служила воздушно-сухая измельченная трава, заготовленная в вегетационный сезон 2014 г. Сырье экстрагировали 70% этанолом, для получения комплекса водорастворимых полисахаридов использовали воздушно-сухой шрот сырья после экстракции полифенольных соединений. Показано, что сырье Белокопытника японского, произрастающего на о. Сахалин, содержит значимое количество полифенолов и полисахаридов. Основные органы накопления вторичных метаболитов – листья и корни.

Ключевые слова: Белокопытник японский, полифенолы, водорастворимые полисахариды.

УДК 615.322:[582.477+582.471]:547.979.8

СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ В ХВОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВ CUPRESSACEAE И TAXACEAE

М.С. Титова

Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова Дальневосточного отделения Российской академии наук (692533, Приморский край, Уссурийский городской округ, пос. Горнотаежное, ул. Солнечная, 26)

Ключевые слова: хвойные, дальневосточные виды, интродуценты, биологический потенциал.

THE CONTENT OF CAROTENOIDS IN NEEDLES REPRESENTATIVES OF THE CUPRESSACEAE AND TAXACEAE BLOODLINE

M.S. Titova

Mountain taiga station named V.L. Komarov of Far Eastern Department of Russian Academy of Sciences (26 Solnechnaya Str. Gornotayozhnoe, Ussurisk district, Primorsky territory 692533 Russian Federation)

Титова Марина Сергеевна – канд. биол. наук, ученый секретарь ГТС ДВО РАН; e-mail: titovamarser@rambler.ru

Background. One of the urgent problems of modern pharmaceutical science is to provide preventive and medical products on the basis of photosynthetic pigments of the plant cell.

Methods. To assess the biological potential of coniferous species in terms of the source of carotenoids the annual dynamics of accumulation of these pigments in the two-year needles of eight species of naturalized and Far Eastern plants were studied.

Results. It was established that the maximum number of yellow pigments in the Far East recorded species – a juniper and a solid yew, the minimum – in the naturalized juniper hemispherical.

Far Eastern plants accumulated 1.3 times more carotenoids in a year than types of another regions.

Conclusions. Plants with the highest content of carotenoids were identified: the Far Eastern species – a juniper solid (0.31 mg/g) and yew (0.30 mg/g), exotic species – yew form “low” (0.29 mg/g) and cypress Lawson (0.28 mg/g). The findings expand the idea of the synthesis of carotenoids coniferous species of plants and the possibility of using needles as an additional source of multivitamins, food additives and dyes.

Keywords: needles, Far Eastern species, introductent, biological potential.

Pacific Medical Journal, 2015, No. 2, p. 63–65.

Воздействие химических веществ, находящихся в окружающей среде, синтетических лекарств, к которым человек эволюционно не приспособлен, а также химических пищевых добавок часто приводят к аллергическим заболеваниям. В связи с этим, весьма актуальны поиск природных ресурсов и выделение из них препаратов, обладающих тонизирующим, адаптационным, стресс-протективным и антиоксидантным действием [4].

Одной из актуальных задач современной фармацевтической науки служит создание профилактических и лекарственных средств на основе фотосинтетических пигментов растительной клетки. Одними из таких пигментов являются каротиноиды. Они играют важнейшую роль в различных физиологических процессах человека и животных.

Каротиноиды – природные пигменты, синтезируемые фототрофными бактериями, грибами и высшими растениями, достаточно широко применяемые в медицине. Хотя человек, как и животные, эти пигменты не синтезирует и получает их только с пищей, они играют в организме очень важное значение: повышают иммунный статус, защищают от фотодерматозов, участвуют в синтезе витамина А, а кроме того, считаются сильными антиоксидантами, нейтрализующими агрессивные свободные радикалы [1, 3].

В настоящей работе сделана попытка оценить биологический потенциал хвойных видов, произрастающих в дендрарии Горнотаежной станции Дальневосточного отделения Российской академии наук, как источника каротиноидов.

Материал и методы. Исследовали годовую динамику содержания каротиноидов в хвое видов семейств Кипарисовые (Cupressaceae) и Тисовые (Taxaceae): можжевельника твердого (*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc.), можжевельника полушаровидного (*Juniperus semiglobosa* Regel), можжевельника китайского (*Juniperus chinensis* L.), кипарисовника Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl.), туи западной (*Thuja occidentalis* L.), микробиоты перекрестнопарной (*Microbiota decussata* Kom.), дальневосточного тиса остроконечного (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. ex Endl.), тиса остроконечного форма «низкий» (*Taxus cuspidata* f. nana). Всего исследовано три представителя дальневосточной флоры и пять видов растений,

интродуцированных в дендрарий Горнотаежной станции Дальневосточного отделения РАН.

Количество каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом [7]. Оптические плотности пигментных вытяжек оценивали с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по центрам поглощения: для хлорофиллов *a* и *b* – 644 и 662 нм, для каротиноидов – 440,5 нм.

Основой расчета концентрации пигментов хлоропластов служили формулы Веттштейна для 100%-ного ацетона:

$$\begin{aligned}Ca &= 9,78 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644}, \\Cb &= 21,42 \times D_{644} - 4,65 \times D_{662}, \\Ca+b &= 5,13 \times D_{662} + 20,43 \times D_{644}, \\Скар &= 4,69 \times D_{440,5} - 0,268 (Ca+b),\end{aligned}$$

где *C* – концентрация хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов, мг/л, *D* – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 440,5, 644 и 662 нм.

Содержание пигментов в хвое вычислялось по формуле:

$$A = (C \times V) : (P \times 1000),$$

где *A* – содержание пигмента в сырой навеске, мг/г, *C* – концентрация пигмента (после расчета по предыдущим формулам), мг/л, *V* – объем вытяжки пигмента, мл, *P* – навеска хвои, г.

Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики с вычислением средней арифметической (*M*) и ее средней ошибки (*m*), достоверность разности выборок оценивалась с помощью критерия Стьюдента.

Результаты исследования. Полученные данные в первую очередь отражали видовую специфичность биосинтеза каротиноидов у изученных видов, что подтверждается ранее проведенными исследованиями [5, 6].

Установлено (табл. 1), что максимальное количество желтых пигментов зафиксировано у дальневосточных

Таблица 1

Содержание каротиноидов в хвое второго года у различных видов растений (мг/г сырого веса)

Семейство	Вид	Содержание каротиноидов
Кипарисовые	Можжевельник твердый ¹	0,31±0,04
	Можжевельник полушаровидный ²	0,21±0,02
	Можжевельник китайский ²	0,24±0,06
	Кипарисовник Лавсона ²	0,28±0,03
	Туя западная ²	0,27±0,04
	Микробиота перекрестнопарная ¹	0,22±0,01
Тисовые	Тис остроконечный («низкий») ²	0,29±0,05
	Тис остроконечный ¹	0,30±0,03

¹ Дальневосточный вид.

² Интродуцент.

Таблица 2

Сезонная динамика содержания каротиноидов в хвое (мг/г сырого веса)

Вид	Содержание каротиноидов			
	март–май	июнь–август	сентябрь–ноябрь	декабрь–февраль
Можжевельник твердый	0,31±0,01	0,26±0,04	0,30±0,06	0,35±0,03
Можжевельник полушаровидный	0,21±0,01	0,17±0,02	0,22±0,01	0,27±0,07
Можжевельник китайский	0,26±0,03	0,18±0,01	0,24±0,04	0,30±0,06
Кипарисовник Лавсона	0,29±0,04	0,23±0,01	0,28±0,02	0,34±0,01
Туя западная	0,28±0,01	0,21±0,04	0,27±0,01	0,31±0,03
Микробиота перекрестнопарная	0,19±0,05	0,16±0,08	0,23±0,04	0,30±0,04
Тис остроконечный форма «низкий»	0,29±0,04	0,26±0,07	0,28±0,03	0,33±0,02
Тис остроконечный	0,30±0,02	0,25±0,05	0,30±0,01	0,35±0,01

видов – можжевельника твердого и тиса остроконечного, минимальное значение – у интродуцированного в дендрарий ГТС можжевельника полушаровидного. Дальневосточные растения в среднем за год накапливали в 1,3 раза больше каротиноидов, чем инорайонные виды.

В качестве одного из показателей работы фотосинтетического аппарата использовали сезонную динамику содержания каротиноидов в двухлетней хвое интродуцентов и аборигенных видов (табл. 2).

Как и следовало ожидать, содержание пигмента в течение вегетации варьировало, но были видны и закономерности. Нарастание количества каротиноидов и достижение максимальных отметок в зимние месяцы наблюдалось у всех видов, как местных, так и интродуцируемых. Это объясняется тем, что в зимнее время каротиноиды выполняют защитную функцию – сохраняют хлорофиллы от избытка солнечной радиации. Относительно высокий уровень каротиноидов оставался в хвое до весны, что было обусловлено адаптивной реакцией, направленной на повышение устойчивости фотосинтетического аппарата и предотвращение фотодинамической деструкции в это время года.

Обсуждение полученных данных. Таким образом, на работу фотосинтетического аппарата растений, в том числе на синтез каротиноидов, кроме видовой специфики, большое влияние оказывают климатические особенности района произрастания.

Каротиноиды получают с помощью химического синтеза и путем выделения из природных источников – растений и микроорганизмов. Химическим путем заводским способом получают *b*-каротин, витамин А, кантоксантин и ряд других каротиноидов. Традиционными источниками каротиноидов служат также некоторые растения – морковь, тыква, шиповник, облепиха и др. [2].

На основании проведенных исследований выявлены хвойные растения, обладающие максимальным содержанием каротиноидов: дальневосточные виды – можжевельник твердый (0,31 мг/г сырого

веса) и тис остроконечный (0,30 мг/г сырого веса), интродуценты – тис остроконечный форма «низкий» (0,29 мг/г сырого веса) и кипарисовник Лавсона (0,28 мг/г сырого веса).

Полученные данные расширяют представления о синтезе каротиноидов хвойными видами растений и возможности использования хвои, как дополнительного источника поливитаминов, пищевых добавок и красителей.

References

1. Britton G. Biochemistry of natural pigments. М.: Mir, 1986. 442 .
2. Goncharova V.N., Goloschapova E.Ya. Food Science. М.: Economica, 1990. 263 p.
3. Dusheyko A.A. Vitamin A. Kiev: Naukova Dumka, 1988. 512 p.
4. Zorikov P.S. The main medicinal plants of Primorsky territory. Vladivostok: Dalnauka, 2004. 129 p.
5. Titova M.S. The pigment composition of the needles from the native and introduced species of *Picea* A. Dietr. // Scientific Review. 2013. No. 9. P. 50–54.
6. Titova M.S. Comparative analysis of the accumulation of carotenoids in needles // Pacific medical Journal, 2014. No.2. P. 48–50.
7. Shlyk A.A. Determination of chlorophylls and carotenoids in extracts of green leaves // Biochemical methods in Physiology of Plants. М.: Nauka, 1971. P. 154–170.

Поступила в редакцию 19.02.2015.

Содержание каротиноидов в хвое представителей семейств Cupressaceae и Taxaceae

М.С. Титова

Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова Дальневосточного отделения Российской академии наук (692533, Приморский край, Уссурийский г.о., пос. Горнотаежное, ул. Солнечная, 26)

Резюме. Изучено содержание каротиноидов в хвое трех дальневосточных и пяти интродуцированных на юг Приморского края видов из родов Можжевельник, Кипарисовник, Туя, Микробиота, Тис. Установлено, что по суммарному содержанию каротиноидов интродуценты уступают местным видам. Наибольшее количество желтых пигментов содержится в дальневосточных можжевельнике твердом и тисе остроконечном. Полученные данные расширяют представление о синтезе каротиноидов хвойных видов и возможности использования хвои, как дополнительного источника поливитаминов, пищевых добавок и красителей.

Ключевые слова: хвойные, дальневосточные виды, интродуценты, биологический потенциал.