

УДК 582.47: 535.243.25

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ В ХВОЕ

М.С. Титова

Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (692533, Приморский край, с. Горнотаежное, ул. Солнечная, 26)

Ключевые слова: хвойные виды, пигменты, спектрофотометрия, интродуценты.**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MAGNIFICATION OF CAROTENOIDS IN NEEDLES**

M.S. Titova

V.L. Komarov Gornotaezhnaya station, FEB RAS (26 Solnechnaya St. Gornotaezhnoe village, Primorsky Region 692533 Russian Federation)

Background. Considering the role of carotenoids in the physiological processes, an urgent issue for the modern pharmaceutical science is providing preventive medicines based on these elements. In this connection it is interesting to study the carotenoid content in the needles of various representatives of alien and native conifers in Primorsky region.**Methods.** To assess the conifers' biological potential in terms of the source of carotenoids the authors studied the annual dynamics in magnification of these pigments in the two-year needles of 17 conifers growing in the arboretum at Gornotaezhnaya station of FEB RAS. The number of carotenoids was determined by spectrophotometry.**Results.** Analysis of the magnification of carotenoids in the two-year needles of native species allows to select the conifers with high content of the researched pigment: Japanese red pine – 0.32 mg/g, Korean pine – 0.29 mg/g, Labrador pine – 0.29 mg/g, Colorado spruce – 0.28 mg/g, needle fir, Siberian cedar, Koyama spruce, Ajan spruce – 0.27 mg/g of green weight each.**Conclusions.** The data received expand understanding of the carotenoids synthesis of conifers as well as possibilities of using needles as an additional source of vitamins, food supplements and colorings.**Keywords:** conifers, pigments, spectrophotometry, aliens.

Pacific Medical Journal, 2014, No. 2, p. 48–50.

Каротиноиды представляют собой классический пример группы природных пигментов, к ним относят более 600 различных жирорастворимых соединений, которые обуславливают окраску значительной части объектов живой природы – от желтой до красной [1]. Хотя многие аспекты физиологических функций каротиноидов остаются невыясненными, можно с уверенностью утверждать, что они играют важнейшую роль в различных физиологических процессах. Так, антиоксидантные свойства многих каротиноидов обуславливают их радиопротекторное, антимуtagenное, иммуномодулирующее, антиинфекционное, антиканцерогенное действие [8]

Одна из важнейших функций каротиноидов – А-провитаминная активность. Человек и животные не способны синтезировать витамин А, он не образуется в растительных тканях и может быть получен только путем преобразования каротиноидов (прежде всего β-каротина, а также криптоксантина, 3,4-дигидро-β-каротина, астаксантина, кантаксантина и др.) [3]. В то же время витамин А и его производные – ретиноиды способны влиять на рост опухолей, дифференци-

цию ткани (особенно эпителиальной), адгезивные свойства клеток и клеточные взаимодействия. Витамин А и его производные оказались эффективным средством при лечении прелейкемического синдрома, канцеромы языка, меланомы. Особенно ценным в действии ретиноидов на опухоли является то, что их эффект основан на иных механизмах подавления роста злокачественных клеток, чем при использовании цитостатиков [1].

Антиканцерогенный эффект каротиноидов можно считать экспериментально доказанным. Эпидемиологические доказательства противоракового эффекта получены при сравнении питания онкологических больных и здоровых людей. Имеются данные относительно рака легких, толстой кишки, желудка, мочевого пузыря, молочной железы, шейки матки, простаты [5].

Существует взаимосвязь между высокой каротиноидной и кальциевой концентрацией, в особенности в компонентах митохондрий с каротиноидсодержащими мембранами, в связи с этим, можно заключить, что эти липохромы играют большую роль в транспорте кальция через мембраны [4].

Учитывая роль каротиноидов в физиологических процессах, актуальной задачей современной фармацевтической науки является создание профилактических и лекарственных средств на их основе. В связи с этим интересно исследовать содержание каротиноидов в хвое различных представителей интродуцированных и аборигенных хвойных видов Приморского края.

Материал и методы. Объектами исследования послужили хвойные виды в возрасте 45–50 лет, произрастающие на Горнотаежной станции ДВО РАН. Изучалась годовая динамика накопления каротиноидов в хвое второго года у 5 местных и 12 интродуцированных видов: род *Picea*: ель колючая – *Picea pungens* Engelm., ель корейская – *Picea koraiensis* Nakai, ель Энгельмана – *Picea engelmanni* (Parry) Engelm., ель шероховатая – *Picea asperata* Mast., ель Мейера – *Picea meyeri* Rehd. ex Wils., ель аянская – *Picea ajanensis* (Lindl. et Gold.), ель сибирская – *Picea obovata* Ledeb., ель обыкновенная – *Picea abies* (L.) Karst., ель гималайская – *Picea smithiana* Boiss.; род *Pinus*: сосна сибирская – *Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr., сосна веймутова – *Pinus strobus* L., сосна корейская – *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc., сосна густоцветная – *Pinus densiflora* Siebold et Zucc., сосна Банкса – *Pinus banksiana* Lamb.; род *Abies*: пихта белокожая – *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., пихта сахалинская – *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt, пихта цельнолистная – *Abies holophylla* Maxim.

Количество каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом с использованием

методических разработок А.А. Шлык [7]. Образцы хвои второго года вегетации с постоянной навеской 0,2 г отбирали трехкратно в течение года. Далее, в лабораторных условиях получали вытяжку пигментов в ацетоне. Экстракты пигментов фильтровались вакуумным способом. Оптические плотности вытяжек определяли 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:

$$\begin{aligned} C_a &= 9,78 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644}, \\ C_b &= 21,42 \times D_{644} - 4,65 \times D_{662}, \\ C_{a+b} &= 5,13 \times D_{662} + 20,43 \times D_{644}, \\ C_{кар.} &= 4,69 \times D_{440,5} - 0,268(C_{a+b}), \end{aligned}$$

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 на 1 г сырой навески, мг, *C* – концентрация пигмента (после расчета по формулам Веттштейна), мг/л, *V* – объем вытяжки пигмента, мл, *P* – навеска хвои, г.

Результаты исследования. Накопление каротиноидов в растениях и в качественном, и в количественном отношении зависит от вида растений (рода, семейства), т.е. имеет видовую специфичность. Некоторое представление о биосинтезе каротиноидов, протекающем в хвое различных представителей родов ель, сосна и пихта можно получить при анализе данных табл. 1. Установлено, что максимальное количество желтых пигментов зафиксировано в хвое местного вида – сосны густоцветной (0,32 мг/г сырого веса), минимальное значение у интродуцированной в дендрарий Горнотажной станции ели сибирской (0,19 мг/г).

Необходимо отметить, что на работу фотосинтетического аппарата, в том числе на синтез каротиноидов большое влияние оказывают природно-климатические условия района интродукции. Анализ сезонной динамики накопления каротиноидов в хвое выявил два скачка нарастания каротиноидов в ноябре и январе–феврале. Относительно высокий уровень каротиноидов в поздне-осеннее и зимнее время года объясняется адаптивной реакцией, направленной на повышение устойчивости фотосинтетического аппарата, предотвращение фотодинамической деструкции в холодное время года.

При оптимальных условиях общее содержание хлорофиллов и каротиноидов характеризуется относительным постоянством, однако при интродукции растений, когда происходит адаптация растительного организма к новым для него климатическим условиям (освещенность, влажность воздуха и почвы, темпера-

Таблица 1
Содержание каротиноидов в хвое второго года у различных видов хвойных

Род	Вид	Содержание каротиноидов, мг/г сырого веса
<i>Picea</i>	<i>Picea pungens</i>	0,28±0,02
	<i>Picea koraiensis</i>	0,27±0,03
	<i>Picea asperata</i>	0,25±0,01
	<i>Picea meyeri</i>	0,26±0,01
	<i>Picea ajanensis</i>	0,27±0,03
	<i>Picea engelmanni</i>	0,24±0,01
	<i>Picea obovata</i>	0,19±0,02
	<i>Picea abies</i>	0,21±0,01
	<i>Picea smithiana</i>	0,26±0,02
<i>Pinus</i>	<i>Pinus sibirica</i>	0,27±0,04
	<i>Pinus strobus</i>	0,18±0,02
	<i>Pinus koraiensis</i>	0,29±0,02
	<i>Pinus densiflora</i>	0,32±0,05
	<i>Pinus banksiana</i>	0,29±0,03
<i>Abies</i>	<i>Abies nephrolepis</i>	0,26±0,01
	<i>Abies sachalinensis</i>	0,22±0,04
	<i>Abies holophylla</i>	0,27±0,03

Таблица 2

Суммарное содержание каротиноидов в хвое второго года у аборигенных и интродуцированных растений

Род	Содержание каротиноидов, мг/г сырого веса		
	аборигены	интродуценты	среднее
<i>Picea</i>	0,27±0,03	0,24±0,01	0,25±0,02
<i>Pinus</i>	0,31±0,05	0,25±0,03	0,27±0,03
<i>Abies</i>	0,26±0,02	0,22±0,04	0,25±0,04

турный режим и т.д.) содержание пигментов в хлоропластах подвержено изменениям. Согласно полученным данным инорайонные виды всех трех исследованных родов по основному показателю пигментного комплекса – накоплению каротиноидов – уступают местным видам в 1,1–1,2 раза (табл. 2). Наибольшее содержание каротиноидов зафиксировано нами у представителей рода *Pinus*.

Обсуждение полученных данных. Фундаментальное значение каротиноидов связано с процессом фотосинтеза. Как вспомогательные пигменты фотосинтеза, они являются компонентами фотосистем I и II [2].

Результаты эксперимента позволили установить, что видовая принадлежность определяет количественный уровень пигментов в хвое. Кроме того, на содержание каротиноидов большое влияние оказывает степень адаптации растения к новым экологическим условиям. Это обстоятельство особенно актуально для растений-интродуцентов [6].

Анализ накопления каротиноидов в двухлетней хвое аборигенных видов позволяет выделить растения, обладающие повышенным содержанием исследуемого пигмента: сосна густоцветная, сосна корейская, сосна Банка, ель колючая, пихта цельнолистная, сосна сибирская, ель корейская и аянская.

Полученные данные расширяют представление о синтезе каротиноидов у хвойных видов и возможностях использования хвои как дополнительного источника витаминов, пищевых добавок и красителей.

Литература

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир, 1986. 442 с.
2. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. М.: Иностранная литература, 1954. 395 с.
3. Душейко А.А. Витамин А. Киев: Наукова Думка, 1988. 512 с.
4. Конь И.Я. Биохимические механизмы действия витамина А. М.: Институт питания АМН СССР, 1987. 216 с.
5. Коростелев С.А. Фармакология и механизм антиканцерогенного действия каротиноидов: автореферат дис. д-ра мед. наук. М., 2002. 37 с.
6. Титова М.С. Пигментный состав хвои у аборигенных и интродуцированных видов *Picea* A. Dietr. // Научное обозрение. 2013. № 9. С. 50–54.
7. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экс-

трактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.

8. Johnson E.J. The role of carotenoids in human health // Nutr. Clin. Care. 2002. Vol. 5. P. 56–65.

Поступила в редакцию 07.01.2014.

Сравнительный анализ накопления каротиноидов в хвое

М.С. Титова

Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова ДВО РАН (692533, Приморский край, с. Горно-Тажное, ул. Солнечная, 26)

Резюме. Изучено содержание каротиноидов в хвое 5 аборигенных и 12 интродуцированных на юг Приморья видов из родов ель, сосна, пихта. Установлено, что по суммарному содержанию каротиноидов интродуценты уступают местным видам. Наибольшее их количество содержит хвоя сосны густоцветной. Полученные данные расширяют представление о синтезе каротиноидов у хвойных и возможностях использования хвои как источника витаминов, пищевых добавок и красителей.

Ключевые слова: хвойные виды, пигменты, спектрофотометрия, интродуценты.

УДК 615.281: 615.243:547.458

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИХЕЛИКОБАКТЕРНОГО ДЕЙСТВИЯ НЕКРАХМАЛЬНОГО ПОЛИСАХАРИДА ПЕКТАТА КАЛЬЦИЯ *IN VITRO*

Л.А. Ефимова¹, С.Г. Крылова¹, Е.П. Зуева¹, Е.П. Красноженов², Ю.С. Хотимченко^{3,4}

¹ НИИ фармакологии имени Е.Д. Гольдберга СО РАМН (634028, г. Томск, пр-т Ленина, 3), ² Сибирский государственный медицинский университет (634050, г. Томск, Московский тракт, 2), ³ Школа биомедицины Дальневосточного федерального университета (690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8), ⁴ Тихоокеанский государственный медицинский университет (690950, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2)

Ключевые слова: *Helicobacter pylori*, эрадикация, антихеликобактерные средства.

THE STUDY OF ANTI-*HELICOBACTER PYLORI* EFFECT OF CALCIUM PECTATE NON-AMYLOID POLYSACCHARIDE *IN VITRO*

L.A. Efimova¹, S.G. Krylova¹, E.P. Zueva¹, E.P. Krasnozhenov², Yu.S. Khotimchenko^{3,4}

¹ Research Institute of Pharmacology named after E.D. Goldberg SB RAMS (3 Lenina Ave. Tomsk 634028 Russian Federation), ² Siberian State Medical University (2 Moscow highway, Tomsk 634050 Russian Federation), ³ School of Biomedicine of the Far Eastern Federal University (8 Sukhanova St. Vladivostok 690950 Russian Federation), ⁴ Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave. Vladivostok 690950 Russian Federation)

Background. *Helicobacter pylori* is the cause of chronic gastritis, one of the most important factors in the pathogenesis of gastric ulcer and duodenal ulcer, MALT- lymphoma and gastric cancer.

Methods. The research covers the effect of calcium pectate with the content of anhydrogalacturonic acid of 67.3% and calcium – 38 mg/g of the sample with a degree of etherification of – 1.2%, molecular weight – 39.3 kDa on *H. pylori* culture growth.

Results. The paper reveals the decrease of amount of the grown colonies using calcium pectate in concentrations of 2 and 4% in 48 and 72 hours, being more pronounced when using a polysaccharide in a concentration of 2%.

Conclusions. The data suggest the practical application of calcium pectate as anti-*Helicobacter pylori* effect in combined therapy of acid-related diseases associated with *H. pylori*.

Key words: *Helicobacter pylori*, eradication, anti-*Helicobacter* drugs.

Pacific Medical Journal, 2014, No. 2, p. 50–52.

Крылова Светлана Геннадьевна – д-р биол. наук, в.н.с. лаборатории онкофармакологии НИИ фармакологии имени Е.Д. Гольдберга СО РАМН; e-mail: krylova5935@gmail.com

В настоящее время установлено, что бактерия *Helicobacter pylori* является причиной развития хронического гастрита, одним из важнейших факторов патогенеза язвенной болезни двенадцатиперстной кишки и желудка, лимфомы желудка низкой степени злокачественности, а также рака желудка [7, 10]. В нашей стране инфицированность взрослого населения *H. pylori* составляет 80%, вследствие чего риск развития язвенной болезни составляет 10–20%, а онкологических заболеваний желудка (аденокарциномы и MALT-лимфомы) – 1–2% [9, 10]. Лечение ряда заболеваний гастродуоденальной зоны включает в себя в качестве обязательного компонента эрадикационную терапию при обнаружении в слизистой оболочке желудка *H. pylori*. Однако существующие схемы стандартного антихеликобактерного лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки сопровождаются различными побочными эффектами, в том числе, дисбиозами, атрофическими явлениями в слизистой оболочке. Несомненной проблемой является генетическая и приобретенная устойчивость *H. pylori* к целому ряду антибактериальных препаратов [9, 10, 12]. Наличие у больного устойчивого штамма делает данную терапию абсолютно бесперспективной, и даже 100% эрадикация *H. pylori* еще не гарантирует от рецидива язвенной болезни [9, 10]. Оптимальная терапия «второй линии» здесь не разработана. Современная фармакотерапия язвенной болезни не учитывает разнообразные