

**X ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
И ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**«ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ  
ВЕЩЕСТВ»**

**5 июня – 9 июня 2017 г.  
КАЗАНЬ**

**ТЕЗИСЫ  
ДОКЛАДОВ**

**5-9 июня 2017**

**«ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

**КАЗАНЬ**

УДК 547:577.1:615  
ББК 2.24.239.28.072.28.073  
Д22

Д22 **Х Всероссийская научная конференция и школа молодых ученых «Химия и технология растительных веществ» (Казань, 2017): тезисы докладов.** – Казань: ИОФХ им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, 2017. – 360 с.

ISBN 978-5-9500371-0-8

В сборнике представлены тезисы докладов X Всероссийской научной конференции и школы молодых ученых «Химия и технология растительных веществ», проходившей в Казани с 5 по 9 июня 2017 года.

Конференция проводилась при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-03-20168.

УДК 547:577.1:615  
ББК 2.24.239.28.072.28.073

Подписано в печать 29.05.2017. Формат 70x100 1/16. Усл. печ. л. 29,9. Тираж 100 экз.  
Издательство «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук». 420088, Казань, ул. Арбузова, 8  
ООО «АДС принт». 420032, Казань, ул. П. Морозова, 17, оф. 2.3

ISBN 978-5-9500371–0–8

© ИОФХ им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, 2017  
© Макет, оформление Бурилов О.А., 2017

## СОДЕРЖАНИЕ И СПЕКТР ФЛОРОТАННИНОВ В РАЗНЫХ ЗОНАХ ТАЛЛОМА БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПОР. FUCALES

В.С. Лемешева<sup>1</sup>, К. Биркемайер<sup>2</sup>, Е.Р. Тараховская<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский Государственный университет  
199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9  
<sup>2</sup>Университет Лейпцига, Германия, Лейпциг, 04103, Линнеитрассе, 3  
st035098@student.spbu.ru

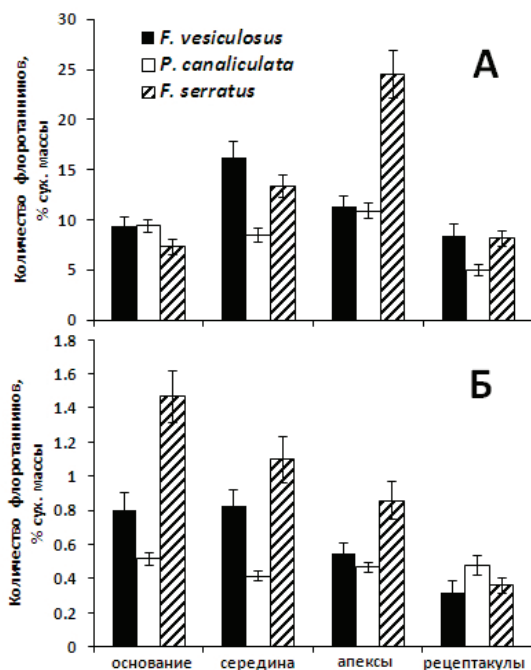
Флоротаннины – специфическая группа вторичных метаболитов бурых водорослей. Это полифенолы, образованные путем объединения различного количества молекул флороглюцинола (1,3,5-триоксибензола), который синтезируется в клетках водорослей через ацетат-малонатный (поликетидный) путь [1]. Разная степень полимеризации веществ приводит к образованию молекул от 126 Да до 650 кДа. В связи с разнообразием строения этих полимеров, их подразделяют на 6 классов по типу связи между молекулами мономера и наличию дополнительных ОН-групп [2]. Флоротаннины присутствуют в тканях водорослей в значительных количествах (до 25% сухой массы). Биологическая роль и спектр предполагаемых функций этих соединений включает в себя: участие в формировании клеточной стенки и адгезивного материала водорослей [3], предотвращение биообрастания макрофитов, обеспечение химической защиты от фитофагов [4], участие в системе нейтрализации оксидативного и цитотоксического эффектов ультрафиолетового излучения [5]. Несмотря на значительный интерес к этим веществам, как к потенциальным источникам биологически активных соединений, флоротаннины остаются пока одной из наименее изученных групп метаболитов водорослей.

Цель данного исследования состоит в определении количественного содержания растворимых и связанных с клеточной стенкой флоротаннинов, а также в изучении спектра полимеров в разных частях таллома трех бурых водорослей пор. *Fucales*. Мы считаем, что данный подход к изучению флоротаннинов поможет найти возможные взаимосвязи между строением, распределением и функциями этих веществ, что позволит не только внести вклад в решение фундаментальных вопросов физиологии бурых макрофитов, но и увеличить эффективность их промышленного использования. Объектами исследования послужили три водоросли, имеющие сходную морфологию, но занимающие разное положение на литорали: *Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus* и *Pelvetia canaliculata*.

Определение содержания и спектра флоротаннинов проводили в четырех зонах таллома водорослей – в основании таллома (зона прикрепления к субстрату), центральной части, вегетативных апексах (зона роста) и рецептакулах (репродуктивные органы). Общее количество флоротаннинов измеряли спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокалтеу [6]. Были отдельно исследованы экстракты растворимых флоротаннинов (рис. 1А) и флоротаннинов клеточной стенки, выделенных методом щелочного гидролиза (рис. 1Б). Спектр флоротаннинов определяли при помощи высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (HPLC-MS) с использованием хроматографа Agilent 1100, сопряженного с масс-спектрометром Bruker Esquire 3000+.

Результаты определения общего содержания полифенолов показали, что распределение по таллomu растворимых и связанных с клеточной стенкой флоротаннинов видо- и тканеспецифично. Например, рецептакулы содержали заметно меньшее количество растворимых полифенолов (5-8%), чем вегетативные ткани (до 25%), а максимальное содержание флоротаннинов было обнаружено в средней зоне таллома для *F. vesiculosus*, и в вегетативных верхушках для двух других видов. Флоротаннины, связанные с клеточной стенкой, имели иные закономерности распределения – их наибольшее количество у всех водорослей наблюдалось в базальной зоне таллома, а их общее содержание было в среднем на порядок ниже, чем растворимых. Результаты HPLC-MS-анализа показали, что все образцы содержали флоротаннины со степенью полимеризации (DP) от 3 до 50, по-видимому, принадлежащие к классам

фуколов и фукофлоретолов. Данные масс-спектрометрии позволили идентифицировать более 70 флоротаннинов. Фенолы с низкой молекулярной массой доминировали в *F. Vesiculosus*, а *P. canaliculata* имела максимальное относительное содержание более крупных молекул ( $DP > 11$ ), что согласуется с литературными данными [7]. Таллом *F. serratus* считается наиболее анатомически и физиологически дифференцированным, что нашло отражение и в распределении разных групп флоротаннинов. У этой водоросли низкомолекулярные флоротаннины ( $DP 3-6$ ) были сконцентрированы в вегетативных апексах, что может указывать на их преимущественно антиоксидантные и УФ-защитные функции. Полифенолы с более высокой молекулярной массой более специфичны для средних и базальных зон таллома *F. serratus*, где они вероятно выполняют функцию химической защиты против фитофагов и эпифитов.



**Рис. 1.** Общее содержание растворимых (А) и связанных с клеточной стенкой (Б) флоротаннинов в разных зонах таллома водорослей.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-04-01331).

#### Литература

1. L. Meslet-Cladière, L. Delage, C. J.-J. Leroux, S. Goullitquer, C. Leblanc, E. Creis, E.A. Gall, V. Stiger-Pouvreau, M. Czjzek, P. Potin. *Plant Cell*. **2013**, 25, 3089-3103.
2. J. Martinez, H. Castaneda. *J. Chromatogr. Sci.* **2013**, 51, 825-838.
3. P. Potin, C. Leblanc. *Biological adhesives*, ed. A. M. Smith, J. A. Callow, **2006**, 105-124.
4. K. L. Van Alstyne. *J. Phycol.* **1999**, 35, 483-492.
5. S. Parys, S. Kehraus, A. Krick, K. Glombitza, S. Carmeli, K. Klimo, C. Gerhäuser, G. M. König. *Phytochemistry*. **2010**, 71, 221-229.
6. N. Cicco, M.T. Lanorte, M. Paraggio, M. Viggiano, V. Lattanzio. *Microchem. J.* **2009**, 91, 107-110.
7. A.J. Steevensz, S.L. Mackinnon, R. Hankinson, C. Craft, S. Connan, D.B. Stengel, J. E. Melanson. *Phytochem. Anal.* **2012**, 23, 547-553.