

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «БИОРЕСУРСЫ»
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД
Отдел биохимии и биотехнологии растений

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
АСПЕКТЫ БИОХИМИИ
И БИОТЕХНОЛОГИИ
РАСТЕНИЙ**

Сборник научных трудов
III Международной научной конференции
14–16 мая 2008 г., Минск

*К 50-летию Отдела биохимии
и биотехнологии растений*

Минск
«Издательский центр БГУ»
2008

УДК 581:576.3(043.2)
ББК 28.55
Т33

Научные рецензенты:

д-р биол. наук, проф., акад. НАН Беларуси *В. Н. Решетников*;
д-р биол. наук, проф. *В. М. Юрин*;
д-р биол. наук, проф. *В. Л. Калер*

Редакционная коллегия:

*В. Н. Решетников, О. П. Булко, И. И. Паромчик, Т. И. Фоменко,
Е. В. Спиридович, Т. В. Антипова*

Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений : сб. науч. тр. 3-й Междунар. науч. конф., 14–16 мая 2008 г., Минск : к 50-летию Отд. биохимии и биотехнологии растений / НАН Беларуси, Центр. ботан. сад [и др.] ; редкол. : В. Н. Решетников [и др.] . — Минск : Изд. центр БГУ, 2008. — 562 с.
ISBN 978-985-476-604-1.

В сборнике изложены результаты исследований по составу, свойствам, организации интерфазных клеточных ядер и пластид высших растений, путей регулярного воздействия на ядерный аппарат, включая реконструкцию генома с помощью трансгенеза. Представлены отдельные проблемы регуляции морфогенеза растительных клеток и микрклонального размножения некоторых культур, использования молекулярных маркеров в документировании ботанических коллекций. Рассмотрены биохимические основы практического использования растительных ресурсов.

УДК 581:576.3(043.2)
ББК 28.55

ISBN 978-985-476-604-1

© Центральный ботанический сад
НАН Беларуси, 2008

УДК 577.112.853:504.73

ФИТОЛЕКТИНЫ В БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

¹Канделинская О.Л., ¹Грищенко Е.Р., ²Красочко П.А., ³Черенкевич С.Н.,
⁴Анохина В.С., ³Горудко И.В., ⁵Гончарова Л.В., ⁶Топунов А.Ф.

¹ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича НАН Беларуси», 220072, г.Минск, ул.Академическая 27,
e-mail: okandy@biobel.bas-net.by;

²РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им.С.Н.Вышелесского»;

³Белорусский государственный университет, кафедра биофизики;

⁴Белорусский государственный университет, кафедра генетики;

⁵ГНУ «Центральный ботанический сад»;

⁶Институт биохимии им.А.Н.Баха РАН, Москва

Представлены данные литературы и результаты собственных исследований авторов о функциях и биологических свойствах фитолектинов. Подчеркивается важная роль лектинов в механизмах устойчивости растений к действию стрессовых факторов среды, а также их иммуномодулирующее действие на организм животных и человека. В заключении делается вывод о необходимости учета лектинов при биохимическом анализе растительных ресурсов.

Растительные ресурсы Беларуси являются богатым источником биологически активных веществ. Из них наиболее изученными являются алкалоиды, флавоноиды, сердечные гликозиды, фенольные соединения, органические кислоты, витамины, эфирные масла и др. Вместе с тем, благодаря интенсивным биохимическим исследованиям, появились данные, указывающие на то, что к числу значимых компонентов растений относятся гликопротеины, в частности, лектины, обладающие широким спектром медико-биологического действия.

Лектины, благодаря наличию в их составе углеводсвязывающих доменов, способны избирательно и обратимо взаимодействовать с углеводами как со свободными моно- и олигосахаридами, так и в составе полисахаридов, гликолипидов и гликопротеидов, включая рецепторные структуры плазматических мембран клеток, без изменения их ковалентной структуры [1,2]. В состав последних у эукариотических клеток наиболее часто входят глюкоза (Glc), N-ацетилглюкоза (NAcGlc), галактоза (Gal), N-ацетилгалактоза (NAcGal), манноза (Man), фукоза (Fuc) [3]. Одна из самых простых классификаций лектинов основана на их способности к специфическому связыванию основных моносахаридов (гексоз): D-глюкозы и D-маннозы, D-галактозы, L-фукозы, N-ацетилглюкозамина, N-ацетилгалактозамина и др. [4].

Лектины идентифицируются благодаря своей способности агглютинировать эритроциты, часто определенных групп крови. Метод конкурентного ингибирования реакции агглютинации эритроцитов углеводами, специфическими для каждого конкретного лектина и выступающими в качестве гаптенов, позволяет выявить углеводную специфичность лектинов. Ниже приведены данные об углеводной специфичности некоторых растительных лектинов к олигосахаридным детерминантам тканевых и клеточных гликоконъюгатов. Жирной линией обозначены места сильного связывания олигосахаридного лиганда с лектином, тонкой линией – места слабого связывания [3].

Лектин чечевицы (LCA)	$\text{NAcNeu} - \text{Gal} - \text{NAcGlc} - \text{Man}$ $\text{Man} - \text{NAcGlc} - \text{AcGlc} - \text{R}$ $\text{NAcNeu} - \text{Gal} - \text{NAcGlc} - \text{Man}$ (Fuc)
Конканавалин А (ConA)	$\text{Gal} - \text{NAcGlc} - \text{Man}$ $\text{Man} - \text{NAcGlc} - \text{R}$ $\text{Gal} - \text{NAcGlc} - \text{Man}$
Лектин клешевины (RCA 1)	$\text{NAcNeu} - \text{Gal} - \text{NAcGlc} - \text{Man} - \text{Man} - \text{R}$
Лектин арахиса (PNA)	$\text{Gal} \beta 1 \rightarrow 3 \text{NAcGal} \alpha 1 \rightarrow \text{Ser/Thr}$

Наличие специфических центров углеводного связывания обуславливает участие лектинов в обеспечении специфичности межмолекулярных взаимодействий. Установлено, что лектины принимают участие в процессах роста, размножения, фагоцитоза, иммунных и аллергических реакциях, способны индуцировать секрецию инсулина, стимулировать интерферогенез. Показано, что некоторые эндогенные лектины млекопитающих могут являться факторами доиммунной резистентности к инфекциям [5-7].

Лектины обнаружены во многих органах растений. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, несмотря на наличие данной категории белков в различных органах и тканях растительного организма, наибольшее их количество сосредоточено в семенах – 2-10% [3].

Роль лектинов в растениях многообразна. Установлено их участие в процессах сигнализации [8-11] и в процессе созревания семян [12]. Лектины являются биорегуляторами, стимулирующими рост и развитие растений в ранние фазы онтогенеза [13].

Лектины бобовых имеют важное значение в процессах симбиотической азотфиксации. Многочисленные данные литературы свидетельствуют о принципиальной роли углеводсвязывающих сайтов лектинов в про-

цессах специфического узнавания азотфиксирующих микроорганизмов при формировании симбиотических взаимоотношений [14-16].

Общепризнанным считается участие лектинов в адаптационных реакциях растений при стрессах различной природы [17]. Для многих фитолектинов характерна способность избирательно связываться с патогенными микроорганизмами, спорами грибов, определяя их противомикробную и противовирусную активность [5, 18]. На примере GlcNAc-специфичного лектина зародышей пшеницы (*Triticum vulgare agglutinin*, WGA), было показано, что его фунгистатический эффект определяется способностью ингибировать прорастание спор хитинсодержащих фитопатогенных грибов благодаря связыванию с хитином, входящим в состав клеточной стенки грибов [19]. Нами выявлено фунгистатическое действие лектина люпина (*L. angustifolius L.*) на развитие *in vitro* мицелия фитопатогенных грибов рода *Colletotrichum*, возбудителя антракноза [20]. Имеются данные, указывающие на то, что заражение растений патогеном индуцирует, помимо накопления фитогормонов, и биосинтез лектинов [21, 22]. В наших экспериментах было показано, что лектины люпина (*L. angustifolius L.*) разной степени устойчивости к патогену антракноза, различались по характеру электрофоретического спектра, особенно в средне- и низкомолекулярных областях.

Установлено, что многие фитолектины обладают иммуномодулирующим действием и являются модификаторами биологического ответа. Их способность стимулировать клетки иммунной системы и иммунную реактивность организма может осуществляться благодаря индуцированной активации углеводспецифических путей биосигнализации в клетках крови и регуляции функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов [23]. Так, анализ агрегационных свойств лектина из *Lupinus angustifolius L.* позволил выявить его биологическую активность в отношении функциональных откликов нейтрофилов, лимфоцитов и тромбоцитов человека, причем по увеличению проявления ингибирующих свойств данного лектина клетки крови располагались следующим образом: тромбоциты < нейтрофилы < лимфоциты [24]. Установлено, что GlcNAc-специфичный лектин картофеля (*Solanum tuberosum agglutinin*, STA) является новым перспективным агрегантом для исследования сигнальных механизмов образования стабильных контактов тромбоцитов, для скрининга лекарственных соединений с антитромботическим действием [25]. Использование WGA и галактозо-специфичного лектина омелы белой (*Viscum album agglutinin*, VAA) позволило выявить изменения экспрессии галактозо-специфичных рецепторов тромбоцитов и лимфоцитов и изменение функциональных свойств GlcNAc-специфичных рецепторов тромбоцитов и нейтрофилов у больных острым коронарным синдромом [26].

Установлен и цитостатический эффект VAA и WGA на некоторые типы опухолевых клеток, сопоставимый с противоопухолевым препаратом флуороурацилом [27]. Нами установлено наличие лектинов, их групповой и резус специфичности в лишайнике *Cetraria Islandica* (L.) Ach., который широко применяется в медицине благодаря своему иммуномодулирующему действию [28]. Имеются данные об успешном использовании лектинов растений в молекулярной (рецепторной) фармакотерапии и фитореабилитации больных при различных заболеваниях [7].

Одним из важных направлений исследования фитолектинов является оценка их содержания в составе растений, используемых для кормовых и пищевых целей, а также в составе лекарственных растений.

Представляется чрезвычайно актуальным расширение исследований по определению многообразия лектинов в растениях природной флоры Беларуси, их основных физико-химических и биологических свойств. Если принять во внимание, что белки данной категории могут являться маркерами устойчивости растений к действию широкого спектра экологических факторов, то подобные исследования позволят выявить новые хемотипы и разработать предложения по оптимизации биохимической оценки растительных ресурсов.

Литература

1. Kocourek J., Hotejsi V. //Lectins: Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry. – 1983.- Vol. 1. - P.3-6.
2. Луцки М.Д. и др. Лектины. Львов, 1981.
3. Игнатов В.В. //Соровский образовательный журнал. - 1997. - № 2. - С.14-20.
4. Тимошенко А.В. //Матер. 2 съезда Белорусского общества фотобиологов и биофизиков. 25-27 июня 1996 г. - Минск, 1996. - С.38-45.
5. Шакирова Ф.М., Безрукова М.В.// Журнал общей биологии. - 2007. - Т.68., № 2.- С.109-125.
6. Хаитов Р.М. и др. Иммунология. - Москва: Медицина, 2000. - 432 с.
7. Корсун В.Ф., Лахтин В.М., Корсун Е.В., Мицконас А. Фитолектины. - Москва, 2007.- 443 с.
8. Маліченко С.М. // Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. Київ: Логос, 2001.
9. Автонюк Л.П. и др. // Микробиология. - 1997. - Т.66, №2. - С.172-178.
10. Итальянская Ю.В., Никитина В.Е., Панина Н.П., Кураксина С.К. // Уч.зап. Тартус. ун-та.- 1989. - Т.2, № 870. - С.205-208.
11. Косенко Л.В., Мандровская Н.М. //Микробиология. - 1998. – Т.67, № 5. – С.626-631.
12. Ковальчук Н.В., Мусатенко Л.І. //Доп. НАН України. – 2000. – № 7. – С.169-173.
13. Кириченко Е.В. и др. //Физиология и биохимия культ.растений. – 2004. – Т.36, № 5. –С.390-397.
14. Антонюк Л.П., Игнатов В.В. //Физиология растений. – 2001. – Т.48. – С.427-433.
15. Sharon N., Lis H. //Glycobiology. – 2004. – V.14. – P.53-62.

16. Баймиев А.Х. Структура углеводсвязывающих участков лектинов бобовых растений как детерминанта специфичности взаимодействия с клубеньковыми бактериями//Автореф. дисс...докт.биол.наук. Уфа, 2007.
17. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – Уфа: Гилем, 2001. – 160 с.
18. Кубарев В.С., Красочко П.А., Добровольский С.А., Шишлов М.П., Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р. //Тез.докл.Междун.научно-практ.конф. «Проблемы повышения эффективности производства животноводческой продукции. – Жодино, 2007. – С. 341-343.
19. Хайруллин Р.М., Шакирова Ф.М., Максимов И.В. //Физиол.и биох.культ.раст. – 1993. – Т.25, № 2. – С.138-144.
20. Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р., Анохина В.С., Брыль Е.А., Топунов А.Ф. // Материалы межд.конф. по регуляции роста и развития растений. – Минск, 28-30 ноября, 2007. – С.90.
21. Шакирова Ф.М., Хайруллин Р.М., Ямалеев А.М. //В кн.: Иммуноферментный анализ регуляторов роста растений. Применение в физиологии растений и экологии. – Уфа, 1990. – С.38-41.
22. Грищенко Е.Р., Канделинская О.Л., Анохина В.С., Брыль Е.А., Топунов А.Ф. //Материалы межд.конф. по регуляции роста и развития растений. – Минск, 28-30 ноября, 2007. – С.46.
23. Тимошенко А.В.//Весці НАН Беларусі. – 2003. - № 2. – С.104-113.
24. Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р., Горудко И.В. //Мат.Межд. научн.конф. «Молекулярные и клеточные основы функционирования биосистем». – Минск, 22-24 июня 2006. – С.250-252.
25. Горудко И. В., Лойко Е. Н., Черенкевич С. Н., Тимошенко А. В. Формирование стабильных агрегатов тромбоцитов при действии лектина *Solanum tuberosum* // Биофизика. - 2007. - Т. 52. – С. 882-887.
26. Горудко И.В., Буко И.В., Черенкевич С.Н., Тимошенко А.В. Роль углеводного компонента в межклеточных взаимодействиях при нестабильной стенокардии // Рецпт. - 2007. - С. 72-76.
27. Преображенская Е.В., Стойка Р.С. //Эксперим. онкология.- 2002. – Т.24, №.3. – С.10-15.
28. Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р., Голубков В.В. // Материалы межд.конф. по регуляции роста и развития растений. – Минск, 28-30 ноября 2007. – С.89.

Summary

The review presents data about the function and biochemical properties of phytolectins. The special attention is focused on the lectin role in the resistance mechanism of plant to different stress factors, a modifying action of phytolectins on immune cells and other targets in organisms. It has been concluded that the lectin factor should be considered during the biochemical analysis of plant resources.