

Научно-теоретический и информационно-методический журнал
Белорусского республиканского фонда
фундаментальных исследований

Издается с III квартала 1997 г.



№ 1 [55], 2011

**ВЕСТНИК
ФОНДА
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Зарегистрирован
в Министерстве информации
Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации
№ 426 от 29.05.2009

Учредитель:
Белорусский
республиканский
фонд
фундаментальных
исследований

220072, г. Минск,
пр. Независимости, 66;
тел. 284-07-42,
284-25-05

Издатель:
РУП «Издательский дом
«Беларуская навука»

Главный редактор
В. А. Орлович

Заместители главного редактора
Е. М. Бабосов
В. И. Недилько

Ответственный секретарь
Н. Н. Костюкович

Члены редколлегии:

В. Ф. Багинский	А. Г. Мрочек
Н. Н. Бамбалов	М. И. Мушинский
А. В. Бильдюкевич	П. Г. Никитенко
П. А. Витязь	В. Н. Новиков
И. В. Гайшун	В. П. Пархоменко
М. И. Демчук	Б. А. Плотников
В. С. Камышников	В. И. Прокошин
А. К. Карабанов	В. И. Стражев
А. В. Кильчевский	Л. М. Томильчик
А. В. Кухарев	Ю. С. Харин
П. Д. Кухарчик	Л. В. Хотылева
А. И. Лесникович	И. И. Цыркун
А. А. Махнач	В. Н. Шимов

Минск, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ДЕНЬ БЕЛОРУССКОЙ НАУКИ

Поздравление Президента Республики Беларусь с Днем белорусской науки.....	5
---------------------------------------------------------------------------	---

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ

Протокол 8-го заседания Совместной комиссии НЦНИ и НАН Беларуси.....	6
----------------------------------------------------------------------	---

ИТОГИ КОНКУРСОВ

Перечень международных научно-технических проектов «ГКНТ—Литва»	8
Конкурс совместных научных проектов БРФФИ и Национального центра научных исследований Франции «БРФФИ—НЦНИ-2011».....	12
Конкурс совместных научных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий «БРФФИ—ВАНТ-2011»	15

КОНКУРСЫ БРФФИ: НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Условия конкурса совместных научных проектов БРФФИ и Национального центра научных исследований Франции «БРФФИ—НЦНИ (PICS)-2012»	17
Конкурс на проведение белорусско-французских семинаров в 2011—2012 гг.	23
Условия конкурса совместных научных проектов фундаментальных исследований БРФФИ и Вьетнамской академии наук и технологий «БРФФИ—ВАНТ-2012»	25

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Кабашникова Л. Ф., Абрамчик Л. М., Макаров В. Н., Зеневич Л. А., Черленок Ю. И., Козловская З. Я., Устинов В. Н., Савченко Г. Е. Характеристика пигментного аппарата интродуцированных сортов винограда.....	30
Кожевников М. М., Ульянов Н. И., Субоч С. Н. Планирование траекторий сборочно-сварочных роботов-манипуляторов в рабочей среде с препятствиями	44
Сыса А. Г., Киселев П. А., Жабинский В. Н., Хрипач В. А. Взаимосвязь структура—функция при оценке антипролиферативной активности брассиностероидов в отношении раковых клеток молочной железы MCF-7	56
Маренкин С. Ф., Федорченко И. В., Кочура А. В., Трухан В. М., Лобановский Л. С., Шёлковая Т. В. Магнитные свойства эвтектического сплава системы InSb—MnSb	64
Рупасова Ж. А., Гаранович И. М., Шпитальная Т. В., Василевская Т. И., Варавина Н. П., Криницкая Н. Б. Особенности накопления органических кислот, терпеноидов и углеводов в плодах сортов кизила настоящего (<i>Cornus mas</i> . L.) украинской селекции при интродукции в условиях Беларуси.....	72
Боровой А. А., Шароваров Г. А. Проблемы чернобыльского объекта «Укрытие»	84
Лапицкая О. В. Экологическое обоснование спелости березовых и осиновых древостоев....	92

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

Кушнир В. Н., Прищепа С. Л. Тонкоплённые гетероструктуры сверхпроводник—ферромагнетик	101
---------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**The scientific-theoretical and information-methodical journal
of the Belarusian Republican Foundation
for Fundamental Research**

Issued since the 3rd quarter of 1997



№ 1 [55], 2011

Registered in
The Ministry of Information
of the Republic of Belarus,
Certificate
№ 426 of May 29, 2009

The founder:
The Belarusian
Republican
Foundation
for Fundamental
Research

220072, Minsk,
Independence Av., 66;
ph. 284-07-42,
284-25-05

The publisher:
RUE «Publishing House
«Belaruskaya navuka»

**VESTNIK
OF THE FOUNDATION
FOR FUNDAMENTAL
RESEARCH**

EDITORIAL BOARD:

Editor-in-Chief

V. A. Orlovich

Deputy Editors-in-Chief

E. M. Babosov

V. I. Nedil'ko

Executive Secretary

N. N. Kostyukovich

Editorial board members:

V. F. Baginsky

A. A. Makhnach

N. N. Bambalov

A. G. Mrochek

A. V. Bildyukevich

M. I. Mushinsky

I. V. Gaishun

P. G. Nikitenko

M. I. Demchuk

V. N. Novikov

V. S. Kamyshnikov

V. P. Parkhomenko

A. K. Karabanov

B. A. Plotnikov

Yu. S. Kharin

V. I. Prokoshin

L. V. Khotylyova

V. N. Shimov

A. V. Kilchevsky

V. I. Strazhev

P. D. Kukharchik

L. M. Tomilchik

A. V. Kukharev

I. I. Tsyrkun

A. I. Lesnikovich

P. A. Vityaz

Minsk, 2011

CONTENTS

THE DAY OF BELARUSIAN SCIENCE

Congratulations by the President of the Republic of Belarus on the Day of Belarusian Science.....	5
---------------------------------------------------------------------------------------------------	---

INTERNATIONAL RELATIONS

Minutes of the 8th CNRS—NASB Joint Commission Proceeding	6
----------------------------------------------------------------	---

COMPETITIONS RESULTS

A list of the international scientific-technical projects «SCST—Lithuania»	8
Competition «BRFFR—CNRS-2011» of joint scientific projects of the BRFFR and the French National Center for Scientific Research	12
Competition «BRFFR—VAST-2011» of joint scientific projects of the BRFFR and the Vietnamese Academy of Science and Technology	15

BRFFR COMPETITIONS: NORMATIVE BASE

Terms of joint scientific projects competition «BRFFR—CNRS (PICS)-2012» of the BRFFR and the French National Center for Scientific Research	17
Competition on the Belarusian-French seminars in 2011—2012	23
Terms of joint scientific projects competition «BRFFR—VAST-2012» of the BRFFR and the Vietnamese Academy of Science and Technology	25

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Kabashnikova L. F., Abramchik L. M., Makarov V. N., Zenevich L. A., Cherlenok Ju. I., Kozlovskaja Z. Ja., Ustinov V. N., Savchenko G. E. Characteristics of a pigment apparatus of introduced cultivars of grape	30
Kazheunikau M. M., Ulyanau M. I., Subach S. M. Trajectory planning for industrial robotic manipulators using neural network	44
Sysa A. G., Kisselev P. A., Zhabinskii V. N., Khripach V. A. Structure-function relationship of an estimation antiproliferative activity of brassinosteroids concerning cancer cells MCF-7	56
Marenkin S. F., Fedorchenko I. V., Kochura A. V., Trukhan V. M., Lobanovsky L. S., Shoukavaya T. V. Magnetic properties of eutectic composition of InSb—MnSb system	64
Rupasova J. A., Garanovich I. M., Shpitalnaya T. M., Vassilevskaya T. I., Varavina N. P., Krinitskaya N. B. Peculiarities of accumulation of organic acids, terpenoids and carbohydrates in fruits of Cornus Mas. L. of Ukrainian selection introduced in conditions of Belarus	72
Borovoy A. A., Sharavarau H. A. Problems of the Chernobyl object Shelter	84
Lapitskaya O. V. Ecological validity of maturity of birch and aspen stands	92

SCIENTIFIC REVIEWS

Kushnir V. N., Prischepa S. L. Superconductor-Ferromagnet Thin Film Heterostructures	101
---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

УДК 577.152.1 547.92

А. Г. СЫСА, П. А. КИСЕЛЕВ, В. Н. ЖАБИНСКИЙ, В. А. ХРИПАЧ

**ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРА—ФУНКЦИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ
АНТИПРОЛИФЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ОТНОШЕНИИ РАКОВЫХ КЛЕТОК
МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ MCF-7**

Институт биоорганической химии НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 04.01.2011)

В работе исследован ряд природных фитогормонов, различающихся строением стероидного скелета и боковой цепи, а также синтетические стереоизомеры некоторых брассиностероидов. Впервые установлено, что брассиностероиды могут выступать в роли регуляторов монооксигеназной активности в опухолевых клетках, и продемонстрирована взаимосвязь между ингибиторной эффективностью и структурой фитогормонов. Одним из положительных эффектов подобной модификации может быть антиканцерогенное действие синтетических аналогов брассиностероидов.

Введение. Природные фитогормоны брассиностероиды (БС) содержатся в каждой растительной клетке, служат для поддержания в норме защитных систем растений, особенно в стрессовых ситуациях: пониженные температуры, заморозки, засуха, болезни, действие пестицидов, засоление почвы и т. д. [1]. Они играют существенную роль в модуляции роста и дифференцировке клеток, действуя в нано- и микромолярных концентрациях [2]. В последнее время появились сообщения об антипролиферативной и потенциальной антиканцерогенной активности брассиностероидов, проявляемой на фоне их очень низкой токсичности [3]. Тем не менее, исследования по влиянию БС на протекание биохимических процессов у животных находятся на начальном этапе и не позволяют сделать обоснованные выводы ни о молекулярных механизмах их потенциального влияния, ни о взаимосвязи структура—функция в отношении предполагаемой антиканцерогенной активности.

Ранее нами было показано, что брассиностероиды способны оказывать влияние на монооксигеназы микросом печени крыс [4]. Известно, что некоторые ферменты монооксигеназной системы, например, фермент цитохрома CYP1A1, осуществляют в клетке метаболическую активацию ксенобиотиков [5]. Нередко, однако, промежуточные продукты биотрансформации, особенно на начальных этапах, могут быть весьма токсичными, обнаруживать более выраженную мутагенную, канцерогенную и даже тератогенную активность по сравнению

с нативными ксенобиотиками и вследствие этого быть причиной различных патологических состояний и болезней, вплоть до малигнизации. Кроме того, в настоящее время для многих форм рака описано появление мутаторного фенотипа у клеток злокачественных новообразований, основной причиной которого считают мутационные нарушения ферментных систем [6].

Цель работы — анализ взаимосвязей между структурой brassinosterоидов и их влиянием на пролиферативную активность в эстрогензависимой опухоли молочной железы.

Материалы и методы исследования. Монослойную клеточную культуру MCF-7 культивировали в среде RPMI-1640, содержащей 10 % эмбриональной телячьей сыворотки, 4 мМ L-глутамина, 100 ед/мл пенициллина и 100 мкг/мл стрептомицина, при 37 °С во влажной атмосфере с 5 % CO₂. Клеточная культура поддерживалась на стадии логарифмического роста путем рутинного субкультивирования трижды в неделю.

Для МТТ-теста в каждую лунку 96-луночного планшета вносили $1 \cdot 10^3$ клеток и инкубировали 24 ч при 37 °С в темноте во влажной атмосфере с 5 % CO₂ для адгезии клеток на дне лунки. Далее добавляли brassinosterоиды в концентрации от 5,0 мкМ до 500 мкМ ($n = 10$). Для каждой концентрации brassinosterоидов был приготовлен ряд последующих разведений с конечной концентрацией ДМСО <1,0 %. После 24-часовой инкубации при 37 °С в темноте во влажной атмосфере с 5 % CO₂ в каждую лунку платы с клеточной культурой вносили 20 мкл раствора МТТ (5 г/л) и инкубировали на протяжении 4 ч при 37 °С в темноте во влажной атмосфере с 5 % CO₂. По окончании инкубации супернатант осторожно удаляли, а в каждую лунку добавляли по 200 мкл ДМСО. Осадок ресуспендировали и 15 мин инкубировали в темноте при комнатной температуре. Показания оптической плотности считывали на ИФА-ридере при 492 нм.

Для индукции CYP450 в клеточной линии MCF-7 использовали 10 нМ раствора 2,3,7,8-тетрахлородибензо-*p*-диоксида (ТХДД) в диметилсульфоксиде (объем растворителя не превышал 0,1 %). Индукцию начинали проводить при 70–80 % конfluентности флакона. Для этого питательную среду меняли на свежую, не содержащую сыворотки крупного рогатого скота (КРС), затем во флакон добавляли сыворотку КРС с предварительно растворенным в ней диоксином. Индукцию проводили в течение 72 ч.

Окислительное дезилирование 7-этоксирезорифина (ЭРОД) проводили по методу [7] при 37 °С в 200 мкл буферного раствора (50мМ Трис-НСl, 100мМ NaCl, 1мМ ЭДТА, рН 7,4), содержащего клеточный лизат. Реакцию начинали добавлением НАДФН⁺, проводили в течение 10 мин и останавливали добавлением 200 мкл метанола, охлажденного до 4 °С. Концентрацию продукта определяли спектрофлуориметрически при длине волны возбуждения 530 нм и длине волны испускания 590 нм.

Результаты и их обсуждение. Основой для получения сведений о принципиальной роли структуры боковой цепи БС в регулировании монооксигеназной активности стали природные соединения (24-эпи- и 28-гомобрасинолиды и 24-эпи- и 28-гомокастастероны) и два синтетических производных брасинолидов (22S,23S-дигидрокси-стереоизомеры brassinosterоидов) (рис. 1).

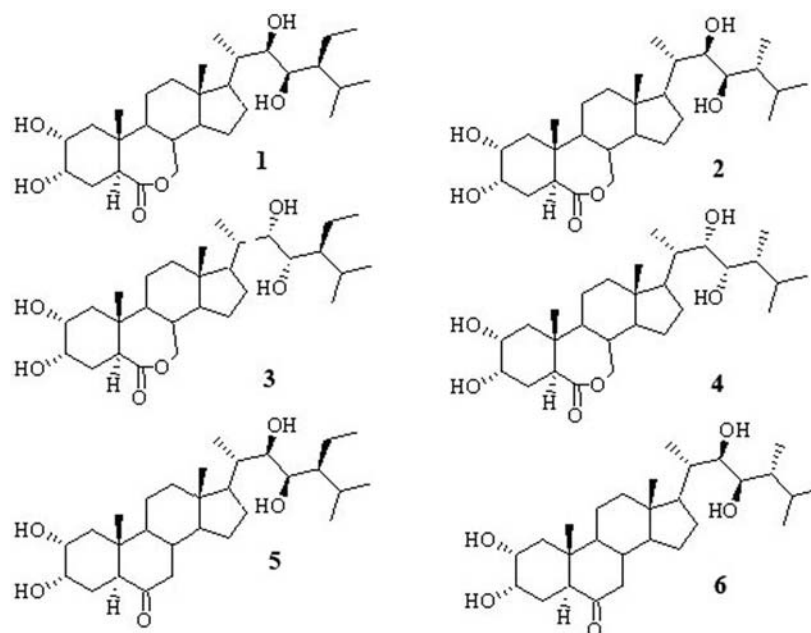


Рис. 1. Структура исследованных в работе брасиностероидов: 1 – 28-гомобрасинолид, 2 – 24-эпибрасинолид, 3 – (22S,23S)-28-гомобрасинолид, 4 – (22S,23S)-24-эпибрасинолид, 5 – 28-гомокастастерон, 6 – 24-эпикастастерон

Указанные фитостероиды получены в соответствии с [10–12].

Для характеристики влияния на организм человека и животных брасиностероидов и, в частности, для выявления возможной значимости в этом процессе структурных особенностей фитогормонов использована биохимическая модель — монооксигеназная система клеточной линии MCF-7. Известно, что культивирование клеток MCF-7 в присутствии TCDD приводит к индукции цитохромов CYP1A1 и CYP1B1. Широко используемым субстратом, надежно характеризующим каталитическую активность данных изоформ цитохрома P450, считается 7-этоксирезорифин [8], поэтому в качестве тестовой была использована реакция окислительного деалкилирования 7-этоксирезорифина. Оценка влияния брасиностероидов на реакцию окисления 7-этоксирезорифина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 показана на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что в концентрациях до 100 мкМ брасиностероиды не влияют на скорость окисления 7-этоксирезорифина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 (различия не достоверны). В концентрациях 100 мкМ и выше соединения с 6-кетофункцией в кольце В повышают уровень микросомального окисления в трансформированных клетках. Так, в присутствии 250 мкМ концентрации 28-гомокастастерона скорость окисления 7-этоксирезорифина увеличивается почти в 1,5 раза.

Также следует отметить более высокую эффективность SS-изомеров брасинолидов. Так, добавление (22S,23S)-24-эпибрасинолида в концентрации более 100 мкМ приводит хотя и к незначительному (на 5 %), но увеличению

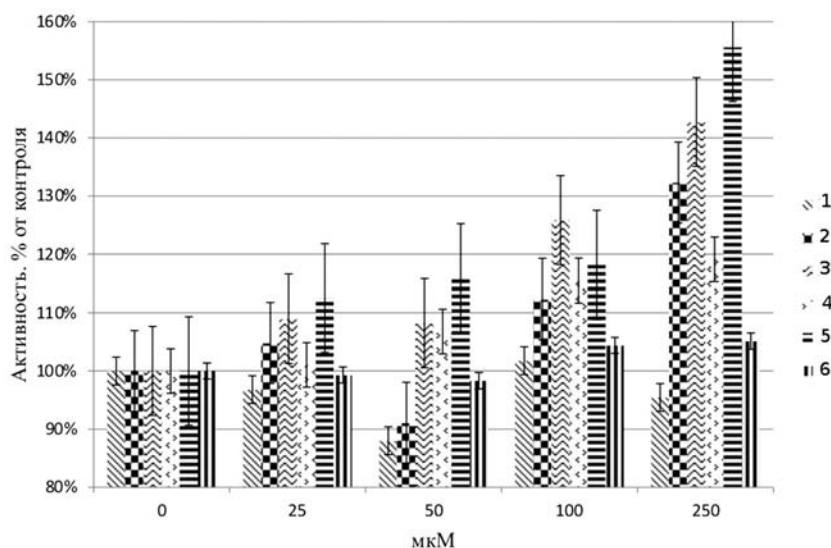


Рис. 2. Зависимость скорости окисления 7-этоксирезорифина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 в присутствии brassinosterоидов. Начальная концентрация 7-этоксирезорифина — 2,0 мкМ

скорости окисления 7-этоксирезорифина. Отметим значительный рост скорости ферментативной реакции (в 1,3—1,5 раза) при добавлении 28-гомобрассинолида и его стереоизомера (22S,23S)-28-гомобрассинолида — в 250 мкМ концентрации.

Проведена также оценка влияния brassinosterоидов на индукцию ферментов CYP450 (в основном CYP4501A1 и CYP4501B1) в опухолевых клетках (на примере аденокарциномы молочной железы). В качестве тестовой реакции была использована реакция окисления 7-этоксирезорифина.

Для оценки эффективности ферментативного процесса окисления 7-этоксирезорифина рассчитан коэффициент эффективности катализа, равный отношению максимальной скорости реакции к константе Михаэлиса (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что разница между эффективностью окисления 7-этоксирезорифина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 после индукции диоксином без добавления brassinosterоидов и в присутствии 24-эпибрассинолида и 28-гомокастастерона статистически незначима. Отметим значительное снижение (более 60 %) **эффективности каталитической реакции** окисления 7-этоксирезорифина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 после индукции диоксином в присутствии (22S,23S)-изомера природного 24-эпибрассинолида. Подобные изменения каталитического профиля реакции можно отнести на влияние brassinosterоидов на индукцию монооксигеназ в клеточной линии MCF-7.

Зависимости, характеризующие антипролиферативную активность brassinosterоидов, показаны на рис. 4. Из рис. 4 следует, что в целом соединения с 6-кетофункцией в кольце В являются более активными в подавлении клеточной пролиферации, чем соединения с 6-оксо-7-оксалактонной функцией.

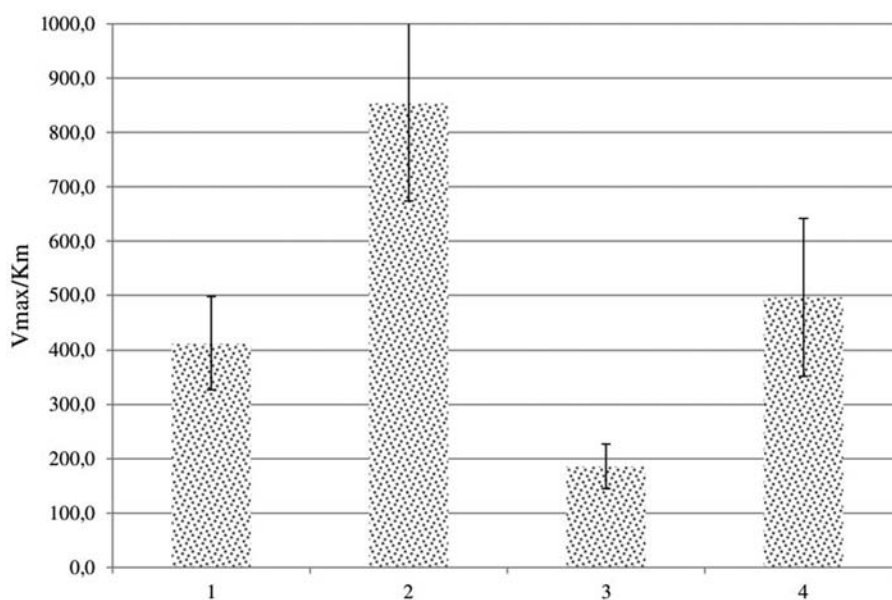


Рис. 3. Эффективность окисления 7-этоксирезорфина монооксигеназной системой клеточной линии MCF-7 после индукции диоксином в присутствии: 1 — 24-эпибрасинолида, 2 — 28-гомокастастерона, 3 — (22S,23S)-24-эпибрасинолида, 4 — без брасиностероидов

Так, IC_{50} для 28-гомокастастерона и 24-эпикастастерона составили 45 мкМ и 100 мкМ соответственно. IC_{50} (22S,23S)-24-эпибрасинолида оказалась в 5 раз меньше аналогичного значения для (22R,23R)-изомера и составила 80 мкМ.

В последние годы появились данные о том, что 28-гомокастастерон и 24-эпибрасинолид влияют на жизнеспособность опухолевых клеток лейкемии (линия СЕМ) и миеломы (линия RPMI 8226) [9]. Брасиностероид 28-гомокастастерон оказывает наибольший цитотоксический эффект по отношению к СЕМ (IC_{50} составляет 13 мкМ), в то время как его 22S,23S-изомер является сильнейшим цитостатиком по отношению к линии RPMI 8226 (IC_{50} составляет 25 мкМ). Наряду с 28-гомокастастероном высокая цитотоксичность также наблюдается в случае природного кастастерона и его искусственного SS-изомера.

Следует отметить, что наиболее активный фитогормон в растениях брасинолид обладает практически нулевой цитостатической активностью, в то время как искусственный 22S,23S-28-гомобрасинолид является одним из самых эффективных в подавлении клеточного роста (IC_{50} составляет 31—35 мкМ). Исследования цитотоксических свойств небрасиностероидных фитостероидов (холестерин, стигмастерол, брасикастерол, 5 α -холестан, β -экдизон, β -ситостерол) показывают, что указанные соединения даже в концентрациях более 50 мкМ являются неэффективными. Лишь некоторые из фитостероидов: холестерин, стигмастерол и β -ситостерол проявляют минимальную антираковую активность по отношению к клеточной линии на RPMI 8226 ($IC_{50} > 30$ мкМ) [9].

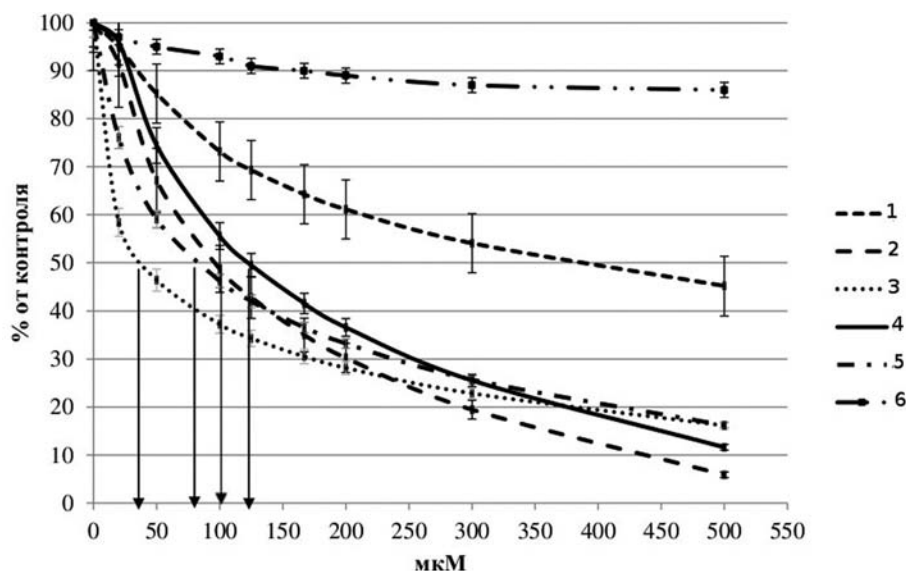


Рис. 4. Влияние браassinостероидов на пролиферацию раковых клеток (линия MCF-7): 1 — 24-эпибрассинолид, 2 — 28-гомобрассинолид, 3 — 28-гомокастастерон, 4 — 24-эпикастастерон, 5 — (22S,23S)-28-гомобрассинолид, 6 — (22S,23S)-24-эпибрассинолид

Следует отметить, что как браassinостероиды, так и структурно родственные полиоксистероиды не оказывают никакого цитотоксического влияния на раковые клетки хронической миелоидной лейкемии (линия K562), легочной карциномы (линия A549), шейки матки (линия HeLa), остеосаркомы (линия NOS). Подчеркнем, что браassinостероиды не оказывают влияния на нормальные человеческие фибробласты (линия VJ). Указанные результаты позволяют сделать вывод о различных механизмах влияния фитостероидных гормонов на раковые клетки и нормальные.

Анализ взаимосвязи между структурой браassinостероидов и их цитотоксической активностью показывает, что самым цитотоксичным по отношению к раковым клеткам является 28-гомокастастерон. Изменение структуры стероидного скелета с 6-оксо-7-оксалактона на 6-оксо значительно увеличивает способность браassinостероидов к подавлению клеточного роста. Так, 28-гомокастастерон приблизительно в 3 раза более эффективно подавляет опухолевый рост, чем 28-гомобрассинолид. Другой важной обнаруженной особенностью зависимости структура—активность является тот факт, что соединения с этильной группой в положении C24 (28-гомокастастерон и 28-гомобрассинолид) являются более цитотоксичными, чем их соответствующие аналоги с метильной группой в указанном положении боковой цепи. Следует отметить, что наличие одной или более α -ориентированных гидроксильных групп в цикле A является необходимым условием для проявления противоопухолевой активности. Это следует из нулевой эффективности β -экдизона, который их не содержит, в то время как стероидные 3α -гидроксипроизводные, а также 2α , 3α - и 3α , 4α -диолы в аналогичных условиях обладают противоопухолевой активностью [9].

Как наши данные, так и результаты [9] подтверждают, что брассиностероиды подавляют пролиферацию раковых клеток, по меньшей мере, молочной железы и простаты.

Антипролиферативная активность брассиностероидов может быть связана с их влиянием на монооксигеназные процессы, происходящие в трансформированных клетках, а именно, с влиянием на изоформы цитохрома P450, ответственные в организме за биоактивацию ксенобиотиков. В данном случае более активными являются соединения с 6-кетофункцией в кольце В стероидного скелета и с этильным заместителем в положении C24, если речь идет о различиях в структуре боковой цепи. Стереоизомеры фитогормонов по положениям C22 и C23 и в этом случае значительно более активны, чем их природные аналоги.

На данный момент нельзя сделать определенных выводов о том, являются ли гормонзависимые опухоли более чувствительными к действию брассиностероидов, а также взаимодействуют ли брассиностероиды с эстрогеновыми рецепторами в опухолевых клетках. Результаты проведенного исследования показывают возможность направленной модификации природных соединений с целью достижения необходимых физиологических эффектов. В частности, потенциально эффективными могут быть соединения (22S,23S)-24-эпикастастерон и (22S,23S)-28-гомокастастерон, в которых присутствует как 6-кетофункция в кольце В, так и (22S,23S)-диольная функция боковой цепи.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X08MC-013).

Литература

1. Khrpach V. A., Zhabinski V. N., de Groot A. E. Brassinosteroids: a new class of plant hormones. San Diego, 1999. — 243 p.
2. Miyazawa Y. // J. Exp. Bot. 2003. Vol. 54. P. 2669—2678.
3. Malikova J., Swaczynova J., Kolar Z., Strnad M. // Phytochemistry. 2008. Vol. 69, № 2. P. 418—426.
4. Сыса А. Г., Киселев П. А., Жабинский В. Н., Хрипач В. А. // Докл. НАН Беларуси. 2007. Т. 51, № 6. С. 59—62.
5. Wei P. // Cancer Res. 1996. Vol. 56. P. 3975—3979.
6. Копнин Б. П. // Практическая онкология. 2002. Т. 3, № 4. С. 229—235.
7. Omura T., Sato R. // J. Biol. Chem. 1964. Vol. 239, № 6. P. 2379—2385.
8. Ляхович В. В., Цырлов В. В. Индукция ферментов метаболизма ксенобиотиков. Новосибирск, 1981. — 240 с.
9. Natural brassinosteroids for use for treating hyperproliferation, treating proliferative diseases and reducing adverse effects of steroid dysfunction in mammals, pharmaceutical composition and its use: pat. AC07J1700FI / C07J 73/00 A61K 31/575 A61K 31/58 A61P 35/04 C07D 313/10 C07J 17/00 C07J 9/00 / M. Strnad, J. Oklestkova, L. Hoffmannova, J. Steigerova, L. Kohout, Z. Kolar ; app. Ustav organicke chemie a biochemie akademie ved Ceske Republiky, V.V.I. — № 20100204460; fil. 20.08.08; pub. 26.02.09 // The World Intellectual Property Organization (WIPO) [Electronic resource].
10. Хрипач В. А., Жабинский В. Н., Иванова Г. В., Ольховик В. К. // Весці АН Беларусі. Сер. хім. навук. 1992. № 1. С. 70—72.
11. Ахрем А. А., Лахвич Ф. А., Хрипач В. А. и др. // Докл. Академии наук СССР. 1985. Т. 283. С. 130—133.
12. Ахрем А. А., Хрипач В. А., Жабинский В. Н., Ольховик В. К. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1989. № 2. С. 69—73.

A. G. SYSA, P. A. KISSELEV, V. N. ZHABINSKII, V. A. KHRIPACH

**STRUCTURE-FUNCTION RELATIONSHIP OF AN ESTIMATION ANTIPROLIFERATIVE
ACTIVITY OF BRASSINOSTEROIDS CONCERNING CANCER CELLS MCF-7**

Summary

A number of the natural phytohormones and their synthetic stereoisomers was investigated. It was estimated for the first time that brassinosteroids could act as regulators of monooxygenase activity in tumor cells, and the interrelation between inhibitor efficiency and structure of phytohormones was shown. Anticancerogenic action of synthetic analogues of brassinosteroids could be as positive effects of similar updating.

ВЕСТНИК ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, № 1, 2011

на русском и белорусском языках

Редактор Т. П. Петрович

Компьютерная верстка О. А. Лобаккая

Подписано в печать 24.03.2011. Выход в свет 30.03.2011. Формат $70 \times 100^{1/16}$. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,9. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 161 экз. Заказ 63.

Цена номера: индивидуальная подписка — 17680 руб.; ведомственная подписка — 17740 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, Минск.