

ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬнай АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ

СЕРЫЯ БІЯЛАГІЧНЫХ НАВУК. 2017. № 2

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК. 2017. № 2

Журнал основан в 1956 г.

Выходит четыре раза в год

Учредитель – Национальная академия наук Беларуси

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 394 от 18 мая 2009 г.

*Журнал входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований, включен в базу данных
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).*

Главный редактор

Никифоров Михаил Ефимович – Отделение биологических наук НАН Беларуси

Редакционная коллегия

- И. Д. Вологовский** – Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси
(заместитель главного редактора)
- В. И. Парфенов** – Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (заместитель главного редактора)
- В. Г. Колосовская** – ведущий редактор журнала
- А. Н. Евтушенко** – Белорусский государственный университет
- А. В. Кильчевский** – Президиум Национальной академии наук Беларуси
- Э. И. Коломиец** – Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси
- Н. А. Ламан** – Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси
- А. Г. Лобанок** – Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси

- В. Е. Падутов** – Институт леса Национальной академии наук Беларуси
В. Н. Решетников – Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси
В. В. Титок – Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси
Л. В. Хотылева – Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси
С. Н. Черенкевич – Белорусский государственный университет
Н. В. Шалыго – Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси
В. М. Шкуматов – Белорусский государственный университет

Редакционный совет

- В. Ф. Багинский** – Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (Республика Беларусь)
А. Баршевский – Даугавпилский университет (Латвия)
Я. Б. Блюм – Институт пищевой биотехнологии и геномики Национальной академии наук Украины (Украина)
В. В. Валетов – Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина (Республика Беларусь)
В. Е. Гайдук – Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина (Республика Беларусь)
Ю. Ю. Дгебуадзе – Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук (Российская Федерация)
Н. А. Колчанов – Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (Российская Федерация)
В. В. Кузнецов – Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук (Российская Федерация)
В. Олех-Пяэцка – Варшавский университет сельского хозяйства (Польша)
О. Н. Пугачев – Зоологический институт Российской академии наук (Российская Федерация)
А. И. Рапопорт – Институт микробиологии и биотехнологии Латвийского университета (Латвия)
И. А. Тихонович – Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (Российская Федерация)
В. В. Шваргау – Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины (Украина)
Н. К. Янковский – Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова Российской академии наук (Российская Федерация)

Адрес редакции:

ул. Академическая, 1, к. 119, 220072, г. Минск, Республика Беларусь.

Тел.: + 375 17 284-19-19; e-mail: biolvesti@mail.ru

Сайт журнала: vestibio.belnauka.by

ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ.

Серия биологических наук. 2017. № 2.

Выходит на русском, белорусском и английском языках

Редактор *В. Г. Колосовская*

Компьютерная верстка *Ю. А. Агейчик*

Подписано в печать 13.04.2017. Выход в свет 27.04.2017. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 90 экз. Заказ 55.

Цена номера: индивидуальная подписка – 10,34 руб., ведомственная подписка – 25,29 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013. ЛП № 02330/455 от 30.12.2013. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Республика Беларусь

© РУП «Издательский дом «Беларуская навука».

Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук, 2017

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

BIOLOGICAL SERIES. 2017. no. 2

The Journal was founded in 1956

Issued four times a year

Founder is the National Academy of Sciences of Belarus

The journal is registered on May 18, 2009 by the Ministry of Information of the Republic of Belarus in the State Registry of Mass Media, reg. no. 394

The Journal is included in the List of Journals for Publication of the results of Dissertation Research in the Republic of Belarus and in the database of Russian Science Citation Index (RSCI)

Editor-in-Chief

Nikiforov Mikhail Yefimovich – Department of Biological Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus

Editorial Board

- I. D. Volotovskii** – Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus
(*Associate Editor-in-Chief*)
- V. I. Parfyonov** – V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus
(*Associate Editor-in-Chief*)
- V. G. Kolosovskaya** – *Managing Editor*
- S. N. Cherenkevich** – Belarusian State University
- A. N. Evtushenkov** – Belarusian State University
- L. V. Khotyleva** – Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus
- A. V. Kilchevsky** – Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus
- E. I. Kolomiets** – Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus
- N. A. Laman** – V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus
- A. G. Lobanok** – Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus
- V. E. Padutov** – Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus
- V. N. Reshetnikov** – Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus
- N. V. Shalygo** – Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus
- V. M. Shkumatov** – Belarusian State University
- V. V. Titok** – Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus

Editorial Council

- V. F. Baginski** – F. Skorina Gomel State University (Republic of Belarus)
A. Barsevskis – Daugavpils University (Latvia)
Ya. B. Blume – Institute of Food Biotechnology and Genomics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine)
Yu. Yu. Dgebuadze – A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)
V. E. Gayduk – A. S. Pushkin Brest State University (Republic of Belarus)
N. A. Kolchanov – Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)
V. V. Kuznetsov – K. A. Timiriazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)
W. Olech-Piasecka – Warsaw University of Life Sciences (Poland)
O. N. Pugachev – Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation)
A. I. Rapoport – Institute of Microbiology and Biotechnology of University of Latvia (Latvia)
V. V. Schwartz – Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine)
I. A. Tikhonovich – All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology (Russian Federation)
V. V. Valetov – I. P. Shamyakin Mozyr State Pedagogical University (Republic of Belarus)
N. K. Yankovski – Vavilov Institute of General Genetics. Russian Academy of Sciences (Russian Federation)

Address of the Editorial Office:

Akademicheskaya Str., room 119, 220072, Minsk, Republic of Belarus.

Tel.: + 375 17 284-19-19; e-mail: biolvesti@mail.ru

Website: vestibio.belnauka.by

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS.

Biological series. 2017. no. 2.

Printed in Russian, Belarusian and English languages

Editor *V. G. Kolosovskaya*

Computer imposition *Y. A. Aheichyk*

It was sent of the press 13.04.2017. Appearance 27.04.2017. Format 60×84 ¹/₈. Offset paper. Digital press.

Printed pages 14,88. Publisher's signatures 16,4. Circulation 90 copies. Order 55.

Number price: individual subscription – 10,34 byn., departmental subscription – 25,29 byn.

Publisher and printing execution:

Republican Unitary Enterprise "Publishing House "Belaruskaya Navuka".

Certificate on the state registration of the publisher, manufacturer, distributor of printing editions no. 1/18 dated August 2, 2013. License for the press no. 02330/455 dated December 30, 2013. Address: 40, F. Scorina Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus.

© RUE "Publishing House "Belaruskaya Navuka",
Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series, 2017

ЗМЕСТ

Куницкая Ю. Н., Кочеткова Т. А., Коваленко Е. А., Голубева Е. Н., Булай П. М., Молчанов П. Г., Денисов А. А., Питлик Т. Н., Черенкевич С. Н. Проллиферативная активность и мембранный потенциал клеток линий С6 и HeLa при культивировании в условиях электрической стимуляции	7
Левкович А. В., Масловский О. М. Динамика и прогноз развития метапопуляций мха <i>Neckera pennata</i> в Беларуси	14
Божидай Т. Н., Кухарчик Н. В. Молекулярная характеристика изолята вируса красной кольцевой пятнистости голубики	27
Аверина Н. Г., Щербаков Р. А., Недведь Е. Л., Минков И. Влияние нитропирина на повышение солеустойчивости растений ячменя (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	33
Верещако Г. Г., Чуешова Н. В., Цуканова Е. В., Бакшаева М. А. Радиационное поражение сперматогенных клеток и эпидидимальных сперматозоидов крыс линии Вистар после внешнего облучения	40
Левый А. В., Воронкова Е. В., Полюхович Ю. В., Ермишин А. П. ДНК-маркеры генов устойчивости к фитофторозу и к Y-вирусу у образцов дикого аллотетраплоидного вида картофеля <i>Solanum stoloniferum</i>	46
Лабор С. А., Степура В. И., Степура И. И., Смирнов В. Ю. Оксоферрильные формы миоглобина и гемоглобина в присутствии фенолсодержащих соединений катализируют окислительную трансформацию тиамин и его производных	55
Дубовик Д. В., Скуратович А. Н., Миллер Д., Спиридович Е. В., Виноградова Ю. К. Чужеродная фракция флоры на плантациях клюквы крупноплодной <i>Oxycoccus macrocarpos</i> (Ait.) Pursh в Беларуси	66
Иманбаева А. А., Белозеров И. Ф. Комплексная шкала диагностики интродукционной ценности растений в аридных условиях Мангистау	78
Пирог Т. П., Ивахнюк Н. А., Вороненко А. А. Микробный синтез экзополисахарида этаполана на различных видах отработанных растительных масел	87
Цеханович С. В. Особенности роста и развития сортов хризантемы корейской (<i>Chrysanthemum coreanum</i> Nakai), интродуцированных в Беларуси	94

АГЛЯДЫ

Соболевская И. С., Мяделец О. Д., Пашинская Е. С. Циркадные ритмы и метаболизм липидов в животных клетках. Часть I. Молекулярно-генетические аспекты биологических часов	100
Шутилова Н. И. Механизм фотосинтетического образования молекулярного кислорода	112

CONTENTS

Kunitskaya Y., Kochetkova T., Kavalenka E., Golubeva E., Bulai P., Molchanov P., Denisov A., Pitlik T., Cherenkevich S. Proliferative activity and membrane potential of C6 and HeLa cell lines in culture under electrical stimulation	7
Levkovich A. V., Maslovsky O. M. Metapopulation dynamics and prognosis of development of the moss <i>Neckera pennata</i> in Belarus.....	14
Bazhydai T. N., Kukharchyk N. V. Molecular characterization of <i>Blueberry red ringspot virus</i> isolate	27
Averina N. G., Sherbakov R. A., Nedved E. L., Minkov I. N. Nitropirin contributes to the enhancement of plant salt tolerance of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	33
Vereschako G. G., Chueshova N. V., Tsukanova E. V., Bakshayeva M. A. Radiation injury spermatogenic cells and spermatozoa rats Wistar after external exposure	40
Levy A. V., Voronkova E. V., Polyukchovich Y. V., Yermishin A. P. Representativeness of DNA-markers of late blight and PVY-resistance genes in accessions of wild allotetraploid potato species <i>Solanum stoloniferum</i>	46
Labor S. A., Stsiapura V. I., Stepuro I. I., Smirnov V. Yu. In the presence of phenol-containing compounds oxoferryl forms of myoglobin and hemoglobin catalyze oxidative transformation of thiamine and its derivatives	55
Dubovik D. V., Skuratovich A. H., Miller D. R., Spiridovich E. V., Vinogradova Yu. K. Alien species on plantations <i>Oxycoccus macrocarpos</i> (Ait.) Pursch in Belarus.....	66
Imanbayeva A. A., Belozarov I. F. Complex scale of diagnostics of introduction value of plants in arid conditions of Mangistau.....	78
Pirog T. P., Ivakhniuk N. A., Voronenko A. A. Microbial synthesis of exopolysaccharide ethapolan on various types of waste vegetable oils.....	87
Tsekhanovich S. V. Features growth and development of Korean chrysanthemum variety (<i>Chrysanthemum coreanum</i> Nakai) introduced in Belarus	94

REVIEWS

Sobolevskaya I. S., Myadelets O. D., Pashinskaya E. S. Circadian rhythm and lipid metabolism in animal cells. Part I. Molecular and genetic aspects of the biological clock	100
Shutilova N. I. Mechanism of photosynthetic molecular oxygen formation.....	112

**Ю. Н. Куницкая, Т. А. Кочеткова, Е. А. Коваленко, Е. Н. Голубева, П. М. Булай,
П. Г. Молчанов, А. А. Денисов, Т. Н. Питлик, С. Н. Черенкевич**

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ПРОЛИФЕРАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ И МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КЛЕТОК ЛИНИЙ C6 И HELA ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Исследовано влияние долговременной электрической стимуляции на функциональные свойства клеток в культуре. В работе использованы клетки глиомы крысы линии C6 и клетки аденокарциномы шейки матки линии HeLa. Стимуляцию проводили на протяжении 12 ч однородным электрическим полем с частотой 10 Гц. Для измерения величины равновесного трансмембранного потенциала применяли метод пэтч-кламп, пролиферативную активность оценивали по изменению числа клеток относительно их числа в контрольном образце.

Показано, что электрическая стимуляция вызывает изменение равновесного трансмембранного потенциала клеток, что приводит к последующему изменению их пролиферативной активности. Выявлено, что деполяризация плазматической мембраны усиливает пролиферативную активность клеток, в то время как гиперполяризация замедляет. Установлено, что конечный результат зависит как от параметров электрического поля, так и от типа клеток. Таким образом, наблюдаемый эффект связан с активацией потенциал-зависимых ионных каналов, приводящей к изменению времени прохождения клеткой определенной фазы клеточного цикла. Полученные результаты могут быть использованы для разработки методов клеточной инженерии.

Ключевые слова: культура клеток, HeLa, C6, электрическая стимуляция, пролиферативная активность, мембранный потенциал.

**Y. Kunitskaya, T. Kochetkova, E. Kavalenka, E. Golubeva, P. Bulai, P. Molchanov,
A. Denisov, T. Pitlik, S. Cherenkevich**

Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

PROLIFERATIVE ACTIVITY AND MEMBRANE POTENTIAL OF C6 AND HELA CELL LINES IN CULTURE UNDER ELECTRICAL STIMULATION

The influence of long-term electrical stimulation on the functional properties of cells in culture was investigated. C6 rat glioma cells and HeLa human adenocarcinoma cells were used in this work. Stimulation was carried out with uniform electric field for 12 hours with the train of pulses at a frequency of 10 Hz. Measurements of membrane potential were conducted using patch-clamp technique; the proliferative activity was evaluated by cell counting relative to control sample.

It was shown that electrical stimulation causes a change in membrane potential of the cells and subsequent changes in their proliferative activity. It was established that membrane depolarisation increases proliferative activity whereas hyperpolarization decreases it. It was established that the effect depends on the parameters of the electric field and the type of cells. The observed effect is associated with activation of potential-dependent ion channels, resulting in changes of the specific phase duration in the cell cycle. The obtained results can be used in development methods of cell engineering.

Keywords: cell culture, HeLa, C6, electrical stimulation, proliferative activity, membrane potential.

А. В. Левкович, О. М. Масловский

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ДИНАМИКА И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ МЕТАПОПУЛЯЦИЙ МХА NECKERA PENNATA В БЕЛАРУСИ

С целью изучения на территории Беларуси устойчивости, особенностей динамики и составления прогноза развития метапопуляций эпифитного мха *Neckera pennata* Hedw., включенного в Красную книгу Республики Беларусь, а также охраняемого в Европе, исследована динамика 6 метапопуляций данного вида. Подтверждено влияние таких параметров, как диаметр ствола, угол наклона деревьев, глубина трещин коры, на относительное покрытие данного мха и его средний годовой прирост. Выявлены оптимальные значения данных параметров для роста *N. pennata*. Предложены коэффициент оптимальности для каждой метапопуляции, вычисление которого дает возможность количественно прогнозировать ее развитие, а также показатель зависимости прироста от параметров деревьев-хозяев, обилия и меры связанности – R_i , между которыми выявлена сильная корреляция. Установлена нелинейная зависимость среднего относительного годового прироста от R_i по отдельным видам деревьев. Проведенные исследования позволили сделать более точный прогноз развития метапопуляций *N. pennata* на ближайшие два года.

Ключевые слова: *Neckera pennata*, параметры деревьев-хозяев, нелинейная зависимость, коэффициенты оптимальности, средний балл состояния метапопуляций, прогноз.

A. V. Levkovich, O. M. Maslovsky

*V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

METAPOPULATION DYNAMICS AND PROGNOSIS OF DEVELOPMENT OF THE MOSS *NECKERA PENNATA* IN BELARUS

For the investigations on the territory of Belarus of stability, dynamics and making prognosis of development of metapopulations of the epiphytic moss *Neckera pennata* Hedw., included in the Red Data Book of Belarus and also protected in Europe, the dynamics of six metapopulations of this species was studied. The influence of such parameters as tree trunk diameter, tree inclination, and depth of bark crevices on the relative cover of this moss and its average annual increase was confirmed. The optimal values of these parameters for the growth of *N. pennata* were revealed. The coefficient of optimality for every metapopulation, which estimation gives possibility to predict quantitatively its development, and also the factor of dependence of increase on the parameters of host trees, ability and connectivity – R_i , between which strong correlation was revealed, were proposed. Non-linear dependence of the average relative annual increase on R_i for the separate tree species was established. The investigations enabled to do more accurate prognosis of the development of *N. pennata* metapopulations in the next two years.

Keywords: *Neckera pennata*, parameters of host trees, non-linear dependence, coefficients of optimality, average point of state of metapopulations, prognosis.

Т. Н. Божидай, Н. В. Кухарчик

Институт плодородства, аг. Самохваловичи, Республика Беларусь

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗОЛЯТА ВИРУСА КРАСНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ПЯТНИСТОСТИ ГОЛУБИКИ

Вирус красной кольцевой пятнистости голубики (BRRV) является одним из вредоносных вирусов брусничных культур и, в соответствии с нормативными документами Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (EPPO), подлежит контролю и не допускается при производстве сертифицированного посадочного материала *Vaccinium* spp. Отсутствие данных о белорусских изолятах BRRV определило необходимость проведения детального анализа данного вируса с использованием PCR-диагностики, секвенирования и анализа нуклеотидных последовательностей вируса.

В результате впервые охарактеризован на молекулярном уровне изолят BRRV из Беларуси (BRRV-BY1). В ходе работы амплифицирован и секвенирован фрагмент гена активатора транскрипции вируса. Полученная нуклеотидная последовательность помещена в международную базу данных (EMBL/GenBank), где ей присвоен идентификационный номер LN998983. Филогенетический анализ последовательностей участка генома BRRV показал, что белорусский изолят наиболее родственен изолятам вируса из США. Корреляции между кластерированием изолятов и их географическим происхождением не обнаружено.

Ключевые слова: вирус красной кольцевой пятнистости голубики, PCR, ген активатора транскрипции, изолят, филогенетический анализ, Беларусь.

T. N. Bazhydai, N. V. Kukharchyk

Institute for Fruit Growing, Samohvalovichi, Republic of Belarus

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *BLUEBERRY RED RINGSPOT VIRUS* ISOLATE

The fragment of BRRV isolate from Belarus (BRRV-BY1) was sequenced for the first time and nucleotide sequence of this isolate was deposited in GenBank with the accession No. LN998983. Sequence analysis revealed that the Belarusian isolate shared 94.1–99.3 % identity with 18 isolates of the virus available in GenBank. BRRV isolate from Belarus was mostly closely related to those from the USA (accession Nos JF917083 and JF917082) as they shared 99.3 % nucleotide identity. Phylogenetic analysis showed that clustering of investigated isolates didn't depend on their geographical origin.

Keywords: *Blueberry red ringspot virus*, PCR, transcriptional activator gene, isolate, phylogenetic analysis, Belarus.

Н. Г. Аверина¹, Р. А. Щербаков¹, Е. Л. Недведь¹, И. Н. Минков²

¹*Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*Пловдивский университет, Пловдив, Республика Болгария*

ВЛИЯНИЕ НИТРОПИРИНА НА ПОВЫШЕНИЕ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE L.*)

Изучено влияние Нитропирина® (НП), представляющего собой смесь кофакторов ключевого фермента ассимиляции неорганического азота – нитратредуктазы (НР), на активность фермента в 7-дневных проростках ячменя, выращиваемых на поверхности воды, при возрастании содержания НР-белка, а также в условиях засоления, создаваемого NaCl. Выращивание растений на растворах НП увеличивало общую активность НР на 21 %, а ее активную форму – на 76 %. Субстратная индукция НР с помощью KNO₃ (20 мМ), приводящая к возрастанию содержания НР-белка, повышала в присутствии НП активность НР в среднем на 60 %, что может свидетельствовать о лимитировании активности НР на уровне ее кофакторов как в норме, так и при увеличении содержания фермента. В присутствии KNO₃ и активатора НР (экзогенной 5-аминолевулиновой кислоты) НП способствовал формированию высокой солеустойчивости растений ячменя, выращиваемых на растворах NaCl (150 мМ), на ранних стадиях их вегетации, что проявлялось в стимуляции ростовых процессов, повышении активности НР и содержания пролина, а также в снижении уровня АФК, детектируемом по способности растений генерировать супероксид анион-радикал.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare*, potassium nitrate, 5-аминолевулиновая кислота, Нитропирин®, нитратредуктаза, пролин, супероксид анион-радикал.

N. G. Averina¹, R. A. Sherbakov¹, E. L. Nedved¹, I. N. Minkov²

¹*Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*Plovdiv University, Plovdiv, Republic of Bulgaria*

NITROPIRIN CONTRIBUTES TO THE ENHANCEMENT OF PLANT SALT TOLERANCE OF BARLEY (*HORDEUM VULGARE L.*)

The influence of Nitropirin® (NP), which is a mixture of the key enzyme cofactors of assimilation of inorganic nitrogen-nitrate reductase (NR) on enzyme activity in 7-day barley grown on the surface of the water, in the face of increasing male-content protein as well as in conditions of salinity produced by NaCl were investigated. Growing plants on solutions of NP increased general activity NR on 21 % and its active form at 76 %. Substrate induction NR using KNO₃ (20 mm), leading to increased male-content of protein, increased in the presence of the NP NR activity an average of 60 %, which may indicate a limit the HP activity at the level of its cofactors as normal and when you increase the enzyme content. In the presence of KNO₃ and HP Activator (exogenous 5-aminolevulinic acid) NP contributed to high salt tolerance of barley plants grown on NaCl solutions (150 mm), in the early stages of vegetation that was manifested in the stimulation of growth processes, increase the activity of NR and proline content, as well as in reducing AFC, detektiruemom on the ability of plants to generate the superoxide anion radical.

Keywords: *Hordeum vulgare*, нитрат калия, 5-aminolevulinic acid, Nitropirin®, nitrogen-nitrate reductase, proline, superoxide anion radical.

Г. Г. Верещако, Н. В. Чуешова, Е. В. Цуканова, М. А. Бакшаева

Институт радиобиологии НАН Беларуси, Гомель, Республика Беларусь

РАДИАЦИОННОЕ ПОРАЖЕНИЕ СПЕРМАТОГЕННЫХ КЛЕТОК И ЭПИДИДИМАЛЬНЫХ СПЕРМАТОЗОИДОВ КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР ПОСЛЕ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

Изучено влияние внешнего ионизирующего облучения в дозе 1,0 Гр на репродуктивную систему крыс-самцов. Установлено, что в начальном периоде после облучения наблюдается ускорение процесса сперматогенеза, что подтверждается повышением количества сперматогоний, прелептотенных сперматоцитов, сперматоцитов первого порядка и округлых сперматид. Одновременно отмечаются снижение числа эпидидимальных сперматозоидов и их жизнеспособность, значительная гибель зрелых половых клеток путем апоптоза и некроза. Активность глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназы (ГФДГ) и акрозина в эпидидимальных сперматозоидах на 3-и сутки после облучения уменьшается, в то же время в отдаленном периоде активность ГФДГ в этом периоде не отличается от контроля при повышенном уровне акрозина (почти в 2,8 раза). Ухудшение количественных и качественных характеристик эпидидимальных сперматозоидов у облученных животных, по-видимому, приведет к снижению фертильности экспериментальных животных.

Ключевые слова: внешнее облучение в дозе 1,0 Гр, репродуктивная система крыс-самцов, сперматогенез, сперматозоиды, жизнеспособность, индекс фрагментации ДНК (индекс DFI), апоптоз, глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа, акрозин, фруктоза.

G. G. Vereschako, N. V. Chueshova, E. V. Tsukanova, M. A. Bakshayeva

Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus

RADIATION INJURY SPERMATOGENIC CELLS AND SPERMATOOZOA RATS WISTAR AFTER EXTERNAL EXPOSURE

It was studied the effect of external radiation (1.0 Gy) on the reproductive system of male rats. It is established that in the initial period after irradiation, acceleration of the process of spermatogenesis is observed, which is confirmed by an increase in the number of spermatogonia, preleptotene spermatocytes, and spermatocytes of the first order and round spermatids. Simultaneously, a decrease in the number of epididymal spermatozoa and their viability, a significant death of mature sex cells by apoptosis and necrosis. The activity of GDD and acrosin in epididymal spermatozoa decreases on the 3rd day after irradiation, while in the long-term period the activity of GFDG does not differ from control at an increased level of acrosin (almost 2.8 times). The deterioration of quantitative and qualitative characteristics of epididymal spermatozoa in irradiated animals, apparently, will lead to a decrease in the fertility of experimental animals.

Keywords: external exposure at dose 1.0 Gy, male rats reproductive systems, spermatogenesis, spermatozoa, viability, DNA fragmentation index (index DFI), apoptosis, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH), acrosyn, fructose.

А. В. Левый, Е. В. Воронкова, Ю. В. Полюхович, А. П. Ермишин

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ДНК-МАРКЕРЫ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОФТОРОЗУ И К Y-ВИРУСУ У ОБРАЗЦОВ ДИКОГО АЛЛОТЕТРАПЛОИДНОГО ВИДА КАРТОФЕЛЯ *SOLANUM STOLONIFERUM*

Мексиканский аллотетраплоидный дикий вид картофеля *Solanum stoloniferum* Schldl. (серия *Longipedicellata*) представляет собой источник ряда ценных для селекции генов. Однако естественные репродуктивные барьеры между *S. stoloniferum* и культурным картофелем существенно затрудняют интрогрессию генов этого вида в селекционный материал. Ранее нами впервые показана возможность получения диплоидных гибридов в скрещиваниях между *S. stoloniferum* и диплоидными линиями *S. tuberosum*, что значительно упрощает этот процесс. Однако неясно, какие из ценных генов дикого вида, расположенные на разных геномах, удастся перенести к диплоидным межвидовым гибридам.

Целью настоящего исследования было отобрать генотипы аллотетраплоидного вида с максимально широкой представленностью ДНК-маркеров генов устойчивости к фитофторозу и Y-вирусу. Отобранные генотипы будут вовлечены в гибридизацию с диплоидами *S. tuberosum*, что позволит изучить перенос маркеров с геномом А (или В) дикого вида в диплоидные гибриды, в том числе при использовании других методов вовлечения в селекцию генофонда *S. stoloniferum*.

В результате изучения 26 образцов *S. stoloniferum* выделен PI 205522, у которого имелись маркеры к генам устойчивости к фитофторозу (*Rpi-sto1*) и Y-вирусу картофеля (*Ry-sto* и *Ry-fsto*). Отсутствие расщепления по маркерам у потомства от самоопыления PI 205522 свидетельствует о гомозиготном состоянии этих генов. Сиквенс фрагмента маркера 1521/518 образца PI 205522 показал его гомологию (99 %) с известными последовательностями гена *Rpi-sto1* *S. stoloniferum* и *Rpi-blb1* *S. bulbocastanum* образцов этих видов, имеющих высокую устойчивость к фитофторозу.

Ключевые слова: картофель, *Solanum stoloniferum*, ДНК-маркеры, гены устойчивости, PVY (вирус Y картофеля), фитофтороз.

A. V. Levy, E. V. Voronkova, Y. V. Polyukchovich, A. P. Yermishin

Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

REPRESENTATIVENESS OF DNA-MARKERS OF LATE BLIGHT AND PVY-RESISTANCE GENES IN ACCESSIONS OF WILD ALLOTETRAPLOID POTATO SPECIES *SOLANUM STOLONIFERUM*

Wild allotetraploid potato species from Mexico *Solanum stoloniferum* Schldl. (series *Longipedicellata*) is considered to be a source of the range of valuable for breeding genes. Nevertheless, natural reproductive barriers between *S. stoloniferum* and cultivated potatoes considerably hamper introgression of genes of this species into breeding material. We were the first who demonstrated earlier the possibility of production of diploid hybrids in crosses between *S. stoloniferum* and *S. tuberosum* diploid lines that can substantially simplify this process. However, it is not clear which of the wild species genes situated on different genomes may be transferred to diploid interspecific hybrids. The purpose of the study was to select wild species genotypes with the widest range of DNA-markers of LB- and PVY-resistance genes. They will be used in crosses with *S. tuberosum* diploid lines to investigate the transfer of the markers along with A (or B) genome of the wild species to diploid hybrids as well as in application of other methods of involvement of *S. stoloniferum* into breeding.

As a result of study 26 accessions of wild allotetraploid species *S. stoloniferum*, the PI 205522 had been selected carrying markers of *Rpi-sto1*, *Ry-sto* and *Ry-fsto* genes. Lack of segregation on the markers in offspring from self-pollination of PI 205522 indicated about homozygous state of these genes. Sequence of the part of the 1521/518 marker in PI 205522 had shown its homology (99 %) with known sequences of genes *Rpi-sto1* of *S. stoloniferum* and *Rpi-blb1* of *S. bulbocastanum* of the accessions of these species having high LB-resistance.

Keywords: potato, *Solanum stoloniferum*, DNA-markers, resistance genes, PVY (potato virus Y), LB (late blight).

С. А. Лабор¹, В. И. Степура², И. И. Степура¹, В. Ю. Смирнов³

¹Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси, Гродно, Республика Беларусь

²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь

³Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Республика Беларусь

ОКСОФЕРРИЛЬНЫЕ ФОРМЫ МИОГЛОБИНА И ГЕМОГЛОБИНА В ПРИСУТСТВИИ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ КАТАЛИЗИРУЮТ ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ ТИАМИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

С помощью спектрально-флуоресцентных методов и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) показано, что после инкубации тиамина с миоглобином и пероксидом водорода в водном растворе образуются тиохром, оксодигидротиохром и тиаминдисульфид.

При добавлении тирозина или парацетамола в раствор метмиоглобина, пероксида водорода и тиамина резко повышается выход тиохрома, а выход оксодигидротиохрома и тиаминдисульфида снижается. В присутствии высоких концентраций парацетамола или тирозина тиамин превращается в тиохром, а выход оксодигидротиохрома и тиаминдисульфида полностью ингибируется.

Тиаминмонофосфат и тиаминдифосфат, в отличие от тиамина, стабильны и не окисляются даже после длительной инкубации в смеси с метмиоглобином и пероксидом водорода. Фосфорные эфиры тиамина не окисляются в соответствующие фосфаты тиохрома в отсутствие монофенолов.

Образование димеров тирозина, а также димеров и олигомеров парацетамола замедляется в присутствии тиамина и его фосфорных эфиров. Обсуждается механизм сопряженного окисления тиамина и его фосфорных эфиров с окислением монофенолов в пероксидазной реакции, катализируемой метмиоглобином и пероксидом водорода.

Ключевые слова: метмиоглобин, метгемоглобин, оксоферрильные формы, ферри-форма, оксодигидротиохром, тиаминдисульфид, тиохром, феноксильные радикалы, тиаминмонофосфат, тиаминдифосфат.

S. A. Labor¹, V. I. Stsiapura², I. I. Stepuro¹, V. Yu. Smirnov³

¹Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Republic of Belarus

²Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus

³Grodno State Medical University, Grodno, Republic of Belarus

IN THE PRESENCE OF PHENOL-CONTAINING COMPOUNDS OXOFERRYL FORMS OF MYOGLOBIN AND HEMOGLOBIN CATALYZE OXIDATIVE TRANSFORMATION OF THIAMINE AND ITS DERIVATIVES

Д. В. Дубовик¹, А. Н. Скуратович¹, Д. Миллер², Е. В. Спиридович³, Ю. К. Виноградова⁴

¹Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Ландшафтный Арборетум Университета Миннесоты, Часка, Миннесота, США

³Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

⁴Главный ботанический сад Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

ЧУЖЕРОДНАЯ ФРАКЦИЯ ФЛОРЫ НА ПЛАНТАЦИЯХ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ *OXYCOCCUS MACROCARPOS* (AIT.) PURSH В БЕЛАРУСИ

Проведена оценка устойчивости во вторичном ареале выявленных ранее чужеродных видов клюквы крупноплодной и действенности предпринимаемых мер контроля их расселения на плантациях в двух районах Брестской области. Из 23 новых для флоры Беларуси чужеродных видов после 3 лет планомерных работ по их искоренению (2011–2014) у 3 видов сократилась численность популяции, у 7 она сохранилась стабильно низкой, у 10 – стабильно высокой, а 3 вида, у которых увеличилась численность популяции, вселились в естественные фитоценозы. После усиления мер борьбы в течение 2015–2016 гг. численность всех новых чужеродных видов существенно снизилась. Наибольшей устойчивостью отличаются *Persicaria sagittata* и *Lycopus uniflorus*, проективное покрытие которых на некоторых чеках и в близлежащем заболоченном лесу достигает 40 %.

Ключевые слова: инвазия, чужеродные виды растений, плантации клюквы, Беларусь.

D. V. Dubovik¹, A. H. Skuratovich¹, D. R. Miller², E. V. Spiridovich³, Yu. K. Vinogradova⁴

¹*V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*University of Minnesota Landscape Arboretum, Chaska, Minnesota, USA*

³*Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

⁴*Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

ALIEN SPECIES ON PLANTATIONS *OXYCOCCUS MACROCARPOS* (AIT.) PURSCH IN BELARUS

Invasive potential and control effectiveness were evaluated on 23 North American alien weed species within plantations of American cranberry (*Oxycoccus macrocarpos*) in two districts of the Brest region in Belarus. Among the 23 alien species, after three years (2011–2014) of control efforts, 3 species have reduced their populations, 7 have maintained stable low populations, 10 have retained consistently high populations, and 3 species have increased population size and moved into natural plant communities. As a result of intensification of control measures in 2015–2016 the number of invasive alien species was reduced considerably. However, *Persicaria sagittata* and *Lycopus uniflorus* demonstrated resistance to the control measures and their projected cover within plantations and wet peat land forest communities could reach 40 % in certain areas.

Keywords: invasion, alien species, cranberry, *Oxycoccus*, *Vaccinium*, Belarus.

А. А. Иманбаева, И. Ф. Белозеров

Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, г. Актау, Республика Казахстан

КОМПЛЕКСНАЯ ШКАЛА ДИАГНОСТИКИ ИНТРОДУКЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ РАСТЕНИЙ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ МАНГИСТАУ

Дано описание комплексной шкалы определения интродукционной ценности растений в аридных условиях пустыни Мангыстау, включающей 24 диагностических признака, разбитых на четыре раздела (группы): 1) биологическая устойчивость; 2) декоративно-габитуальные свойства; 3) репродуктивная способность; 4) хозяйственно-биологическое и научное значение. Приведены результаты ее апробации на примере 155 видов и форм аборигенной и инорайонной флоры. Предлагается специальная компьютерная программа DInCeR, которая кроме диагностики перспективности интродукции позволяет вводить в память компьютера разнообразную регистрационную информацию о растениях, формировать списки по семействам и родам, готовить делектус семян, подбирать ассортимент по заданным биоэкологическим, декоративным, репродуктивным и озеленительным свойствам. Все хранящиеся в базе данных сведения о таксонах можно отправить на печать, сервер, по электронной почте или экспортировать во внешние редакторы в различных графических и текстовых форматах. В DInCeR также реализована возможность программного вывода географического расположения растений на интерактивную Яндекс-карту в Интернете по заранее определенным координатам в формате GPS или десятичных градусов. В данное время в электронной базе данных программы имеются записи для 814 коллекционных интродуцентов из 5 таксономических отделов, 8 классов, 11 подклассов, 24 надпорядков, 49 порядков, 8 подпорядков, 49 семейств и 111 ботанических родов. На нее в Министерстве юстиции Республики Казахстан получено Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права за № 2339 от 14 декабря 2015 г.

Ключевые слова: интродукционная ценность, перспективность, апробация, шкала, компьютерная программа, базы данных.

A. A. Imanbayeva, I. F. Belozerov

Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau city, Republic of Kazakhstan

COMPLEX SCALE OF DIAGNOSTICS OF INTRODUCTION VALUE OF PLANTS IN ARID CONDITIONS OF MANGISTAU

The description of a complex scale of determination of plants introduction in Mangistau desert arid conditions is given. It includes following 24 diagnostic features: 1) biological stability, 2) arts and habitually properties, 3) reproductive ability, and 4) economic-biological and scientific importance. The results of its approbation by the example of 155 species and forms of indigenous flora and flora from other regions are provided. Special computer program – DinCeR is proposed. Program allow to diagnose prospects of introduction and to enter in the computer's memory a variety of registration information about the plants, forming lists for families and genera, to prepare seeds delektus, to select the plant list baswd on bioecological, decorative, landscaping and reproductive characteristics. All stored data can be sent to print in the database information on the taxa database, server, e-mail or exported to external editors in various graphical and text formats. The ability to program the output geographic location of the plant on interactive Yandex map online at predetermined coordinates in the GPS format or decimal degrees is also implemented in DinCeR. There are 814 entries for the collection of exotic species from 5 taxonomic divisions, 8 classes, 11 subclasses, nadporyadkov 24, 49 orders, 8 suborder, 49 families and 111 botanical genera are in the electronic database of the program at this time. Certificate of state registration of the copyright is received for the program from Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan # 2339 dated 14 December 2015.

Keywords: introduction value, prospects, approbation, scale, computer program, databases.

Т. П. Пирог, Н. А. Ивахнюк, А. А. Вороненко

Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

МИКРОБНЫЙ СИНТЕЗ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДА ЭТАПОЛАНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОТРАБОТАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

С целью повышения экономической эффективности технологий продуктов микробного синтеза в качестве субстратов используются промышленные отходы. Отработанные (пережаренные) растительные масла являются дешевыми и доступными в необходимых для применения в микробных технологиях количествах. Однако при жарке в маслах образуются токсические вещества (ингибиторы синтеза целевого продукта), количество которых зависит от состава масла, в частности от соотношения в нем моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

Изучен синтез микробного экзополисахарида (ЭПС) этаполана на отработанных маслах с различным соотношением моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

Культивирование *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 (продуцент этаполана) осуществляли в жидкой среде, содержащей в качестве источника углерода отработанные масла (5 %), характеризующиеся высоким содержанием как полиненасыщенных (подсолнечное, кукурузное), так и мононенасыщенных (оливковое, рапсовое) жирных кислот. Количество ЭПС определяли весовым методом после осаждения изопропанолом, ЭПС-синтезирующую способность – как отношение концентрации ЭПС к концентрации биомассы.

Максимальная концентрация ЭПС (11–14 г/л) наблюдалась при выращивании продуцента на отработанных после жарки мяса подсолнечном и кукурузном маслах с использованием инокулята, выращенного на соответствующем рафинированном масле. Количество этаполана, синтезированного в аналогичных условиях культивирования *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 на отработанных рапсовом и оливковом маслах, было ниже (9–10 г/л), однако его ЭПС-синтезирующая способность (10–15 г ЭПС/г биомассы) превышала в 1,6–2,4 раза таковую при применении подсолнечного и кукурузного масел.

Возможность синтеза этаполана на отработанном масле любого качества (подсолнечное, кукурузное, рапсовое, оливковое) позволяет не только утилизировать накапливающиеся в больших количествах токсичные отходы, но и разработать универсальную технологию получения этого полисахарида, не зависящую от типа, качества и поставщика отработанного масла.

Ключевые слова: *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005, экзополисахариды, отработанное подсолнечное, кукурузное, оливковое и рапсовое масла.

T. P. Pirog, N. A. Ivakhniuk, A. A. Voronenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

MICROBIAL SYNTHESIS OF EXOPOLYSACCHARIDE ETHAPOLAN ON VARIOUS TYPES OF WASTE VEGETABLE OILS

The research on the use of industrial waste to obtain practically valuable microbial metabolites was intensified. Oil-containing waste are cheap and available in necessary for use in microbial technologies quantities. Nevertheless in the literature there are only a few reports about the possibility of their application as substrates for the biosynthesis of microbial polysaccharides.

To investigate the synthesis of exopolysaccharide ethapolan (producer – *Acinetobacter* sp. IMV B-7005) on waste (fried) oil of various qualities (with different ratios of mono- and polyunsaturated fatty acids).

It was established that the highest ethapolan concentration (11–14 g/l) was observed under *Acinetobacter* sp. IMV B-7005 cultivation on waste after frying meat sunflower and corn oils at concentration 5 %, with using inoculum grown on refined oils. Replacing these oils in the cultivation medium on olive and rapeseed accompanied by some decrease in EPS concentrations (to 9–10 g/l), the EPS-synthesizing ability was higher in several times (6.3–7.6 g EPS/ g biomass).

The possibility of exopolysaccharide ethapolan biosynthesis on waste vegetable oils, characterized by a high content of polyunsaturated (sunflower, corn) and monounsaturated (olive, rapeseed) fatty acids was shown.

Keywords: *Acinetobacter* sp. IMV B-7005, exopolysaccharide, waste sunflower, corn, olive and rapeseed oils.

S. V. Tsekhanovich

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

FEATURES GROWTH AND DEVELOPMENT OF KOREAN CHRYSANTHEMUM VARIETY (*CHRYSANTHEMUM COREANUM* NAKAI) INTRODUCED IN BELARUS

The data on the seasonal growth and development of the Korean Chrysanthemum in the collection of the Central Botanical Garden of NAS of Belarus are presents. The results of introductions of varieties of foreign selection are given. Phenological observations of the development of Korean chrysanthemum (the beginning of active growth, budding, flowering). The groups under consideration were formed according to the phenological time of flowering, height of the bush, the color and types of inflorescences. The dependence of the flowering period and the abundance of flowering of Korean chrysanthemum on climatic conditions is described.

The results of a comprehensive assessment of decorative and economic-biological qualities based on the method of variety evaluation of floral cultures are presented. It was the old, and the Korean chrysanthemum 31 varieties recommended for the green construction of Belarus.

Keywords: butonization, introduction, collection, comprehensive assessment, planting, seasonal growth, grade, inflorescence, blossoming terms, color and types of inflorescences chrysanthemum, phenological observations.

С. В. Цеханович

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОРТОВ ХРИЗАНТЕМЫ КОРЕЙСКОЙ (*CHRYSANTHEMUM COREANUM* NAKAI), ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ

В статье приведены данные о биологических особенностях (сезонном росте и развитии) сортов хризантемы корейской, находящихся в коллекции Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Представлены результаты интродукции сортов зарубежной селекции. Приведены фенологические наблюдения развития хризантемы корейской (начало активного роста, бутонизации, цветения). Выделены группы по срокам цветения, высоте куста, окраске и типам соцветий. Показана зависимость периода цветения и обилия цветения хризантемы корейской от климатических условий.

Приведены результаты комплексной оценки декоративных и хозяйственно-биологических качеств, основанные на методике сортооценки цветочных культур по В. Н. Былову. Рекомендован 31 сорт хризантемы корейской для зеленого строительства Беларуси.

Ключевые слова: бутонизация, интродукция, коллекция, комплексная оценка, озеленение, сезонный рост, сорт, соцветие, сроки цветения, окраска и типы соцветий, хризантема, фенологические наблюдения.

И. С. Соболевская, О. Д. Мяделец, Е. С. Пашинская

Витебский государственный медицинский университет, Витебск, Республика Беларусь

ЦИРКАДНЫЕ РИТМЫ И МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ В ЖИВОТНЫХ КЛЕТКАХ. ЧАСТЬ I. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЧАСОВ

В статье обзорного характера рассматриваются вопросы природы, свойств, организации и функционирования циркадных ритмов и их значение в регуляции физиологических процессов. Анализируются также молекулярно-генетические аспекты биологических часов и вопросы их взаимосвязи с метаболизмом липидов. Одними из наиболее важных процессов в организме являются метаболические циркадные ритмы. Установлено, что существует прямая зависимость между синхронизмом и процессами регуляции синтеза, всасывания и секреции липидов. При этом связь отмечается на нескольких уровнях: биохимическом, молекулярном и генетическом.

Особое внимание уделено влиянию циркадных ритмов на функционирование и строение кожи и жировой ткани, которые, в свою очередь, обладают автономными циркадными осцилляторами. При этом часовые гены регулируют активность многочисленных тканеспецифичных генов, тем самым переводя суточную информацию в физиологически значимые сигналы.

Значительная часть работы посвящена вопросам десинхроноза, его причинам и последствиям. Суточные нарушения, вызванные внешними или внутренними факторами, могут привести к срыву регуляторных систем организма, который заключается в развитии метаболических нарушений и тканевых повреждений, что в свою очередь может привести к дезадаптации организма.

Ключевые слова: циркадные ритмы, десинхроноз, гены, метаболизм липидов, кожа, белая жировая ткань.

I. S. Sobolevskaya, O. D. Myadelets, E. S. Pashinskaya

Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

CIRCADIAN RHYTHM AND LIPID METABOLISM IN ANIMAL CELLS. PART I. MOLECULAR AND GENETIC ASPECTS OF THE BIOLOGICAL CLOCK

This review (consisting of 2 parts) deals with the subjects of nature, properties, organization and functioning of the circadian rhythm and its importance in the regulation of physiological processes. Molecular and genetic aspects of the biological clock and its interrelation with lipid metabolism are also considered. Metabolic circadian rhythms are among the most important processes in an organism. It is established that there is a direct relationship between synchronicity and the processes of regulation of synthesis, absorption and secretion of lipids. The connection is observed at several levels: biochemical, molecular and genetic.

Particular attention is paid to the influence of the circadian rhythm on the functioning and structure of skin and fat tissues which, in its turn, have autonomous circadian oscillators. In this case, the watch genes regulate the activity of numerous tissue-specific genes, thereby translating the daily information into physiologically significant signals.

Considerable part of the work is devoted to the issues of desynchronization, its causes and consequences. Diurnal disorders caused by external or internal factors can lead to disruption of the organism's regulatory systems, which represents the development of metabolic disorders and tissue damage, which, in turn, can lead to maladaptation of the organism.

Keywords: circadian rhythm, desynchronization, genes, lipid metabolism, skin, white adipose tissue.

Н. И. Шутилова

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, Российская Федерация

МЕХАНИЗМ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО КИСЛОРОДА

Разработан механизм образования молекулярного кислорода в процессе фотосинтеза растений в результате окисления молекул воды в кислородвыделяющем комплексе (КВК) мембран хлоропластов. Проведенное нами всестороннее изучение КВК (от разработки инновационных методов его выделения и анализа свойств до установления его молекулярной структуры и механизма функционирования) показало, что он состоит из двух мономерных пигмент-белково-липидных комплексов фотосистемы 2 (ПБЛК ФС-2), ассоциированных по правилу зеркальной симметрии в димерную структуру в результате их гидрофобного взаимодействия. Установлено образование гидрофобного котла, стабилизирующего водоокисляющий центр (ВЦ) КВК в зоне ассоциации. Исследование закономерностей функционирования КВК позволило выдвинуть и обосновать концепцию двуханодной организации его ВЦ, формирующегося в результате встречного расположения двух функциональных катионов Mn, каждый из которых встроен в систему фотохимического переноса электронов и подвергается фотоокислению в структуре ПБЛК ФС-2 димерного КВК. Благодаря двуханодному действию ВЦ реализуется возможность синхронного окисления сразу двух молекул воды с образованием O₂. Предложен механизм, согласно которому стадии четырехквантового окисления функциональных катионов Mn сопровождаются их фотогидролизом, Ca²⁺-активируемым образованием дигидроксидного ассоциата [Mn⁴⁺(OH)···(OH)Mn⁴⁺] и реакцией диспропорционирования электронной плотности в данном ассоциате с выделением O₂ и восстановлением катионов марганца до Mn²⁺. Термодинамическая эффективность реакции обусловлена оптимальными условиями формирования цилиндрической симметрии σ-π-связи между атомами кислорода в образующихся молекулах O₂. Разработанный механизм подтвержден с помощью квантовохимического анализа и может найти применение в создании генераторов молекулярного кислорода на искусственных носителях.

Ключевые слова: кислородвыделяющий комплекс фотосистемы 2 мембран хлоропластов, механизм образования молекулярного кислорода.

N. I. Shutilova

Institute of Fundamental Problems of Biology, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russian Federation

MECHANISM OF PHOTOSYNTHETIC MOLECULAR OXYGEN FORMATION

This paper considers the mechanism of how molecular oxygen is formed in the process of plant photosynthesis as a result of water molecule oxidation in the structure of the oxygen-evolving complex (OEC) in chloroplast membranes. We have implemented the entire complex of investigations of the OEC starting with the development of the innovation methods for its isolation and analysis of its properties and ending with the establishment of its molecular structure and mechanism of its functioning. We have shown for the first time that the OEC consists of two monomeric pigment-lipoprotein complexes of photosystem 2 (PLPC PS-2) that are associated by the mirror symmetry rule into a dimeric structure as a result of their hydrophobic interaction. It has been ascertained that this association zone is the place of the formation of the hydrophobic boiler that stabilizes the water-oxidizing center (WOC), which is located inside this boiler. The research into the regularities of the functioning of the OEC has enabled us to advance and substantiate the concept of the two-anode organization of its WOC that is formed as a result of the opposite facing of two functional Mn cations, each of which is built into the system of photochemical electron transfer and undergoes photo-oxidation in the structure of the PLPC PS-2 of the dimeric OEC. The two-anode action of the WOC implements the possibility of the synchronous oxidation of two water molecules at once with the formation of O₂. The mechanism has been proposed, according to which the stages of the four-quanta oxidation of the functional Mn cations are accompanied by their photo-hydrolysis, Ca²⁺-activated formation of a dihydroxide associate [Mn⁴⁺(OH)···(OH)Mn⁴⁺], and the reaction of electron density disproportionation in this associate with O₂ evolution and with reduction of manganese cations to Mn²⁺. The thermodynamic efficiency of the reaction is determined by the optimal conditions for the formation of a cylindrically symmetric σ-π-bond between the oxygen atoms in the formed O₂ molecules. The developed mechanism has been confirmed by the quantum-chemical analysis and can find use in the design of molecular oxygen generators based on artificial structures.

Keywords: oxygen-evolving complex of photosystem 2 of chloroplast membranes, mechanism of molecular oxygen formation.