

Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский государственный университет  
Биологический факультет  
Совет молодых ученых

Биологическая осень 2017  
(к Году науки в Беларуси)

Тезисы докладов  
Международной научной конференции  
молодых ученых  
9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь

Минск  
2017

УДК 57(06)  
Б 633

Рекомендовано Советом биологического факультета  
18 октября 2017 г., протокол № 2

Редакционная коллегия:

А. И. Соколик, К. М. Люзина, Н. В. Совгир,  
С. В. Ризевский, О. В. Дзюбан, В. С. Мацкевич, Е. А. Козлов,  
*В. В. Лысак (главный редактор).*

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор *А. Г. Чумак*;  
доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАНБ  
*Е. И. Слобожанина.*

Биологическая осень 2017 : к Году науки в Беларуси : тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, 9 ноября 2017 г, Минск, Беларусь / БГУ, Биологический фак., Совет молодых ученых ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2017. – 317 с. – Библиогр. в тексте.

В издании представлены тезисы докладов участников Международной научной конференции «Биологическая осень 2017» (9 ноября 2017 г.).

Предназначено для широкого круга специалистов-биологов.

**СЕКЦИЯ 1**  
**«МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ**  
**РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ**  
**ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ»**

## **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БАКТЕРИЙ, ИЗОЛИРОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ АНТАРКТИДЫ, КАК ПРОДУЦЕНТОВ ХОЛОДОАКТИВНЫХ ФЕРМЕНТОВ**

**О.Д. Акулова<sup>1</sup>, О.В. Евдокимова<sup>2</sup>, В.Е. Мямин<sup>1,2</sup>, Л.Н. Валентович<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*olya-akylova@mail.ru*

На сегодняшний день биологические подходы используются во многих сферах деятельности человека – от производства пищевых продуктов до очистки сточных вод. Такое широкое применение они получили из-за минимального влияния на окружающую среду, простоту и экономическую рентабельность. Чаще всего в качестве биологических агентов используются микроорганизмы, которые обладают рядом специфических каталитических активностей. Наибольшим биотехнологическим потенциалом обладают штаммы, продуцирующие высокоактивные в промышленных условиях и широком спектре температур ферменты.

Цель работы – изучение ферментативного потенциала бактериальных культур, изолированных на территории Антарктиды. В настоящей работе было исследовано 33 бактериальных изолята, выделенных во время полевого сезона 5 Белорусской антарктической экспедиции из временных водоёмов [1]. Продукцию ферментов бактерий изучали с помощью классических чашечных методов. Идентификация бактерий осуществлялась с применением метода секвенирования фрагментов 16S рДНК.

В ходе исследования ферментативных активностей были получены результаты по различным группам ферментов для всех изолятов. Среди них высокой липолитической активностью обладали в основном грамотрицательные бактерии родов *Pseudomonas* и *Shewanella*. По литературным данным, наличие данной группы ферментов может быть связано с адаптацией к низкотемпературным условиям существования. Несколько грамположительных бактерий продуцируют амилолитические и целлюлолитические ферменты: *Micrococcus luteus*, *Carnobacterium* *miners*, *Agrococcus* *ssp.*, *Arthrobacter* *ssp.* Различные группы протеолитических ферментов хорошо выражены у *Pseudomonas lundensis*, *Shewanella* *baltica*.

Некоторые бактерии оказались уреазоположительными – это свидетельствует о том, что данные изоляты устойчивы к щелочной среде, расщепляют мочевину и хорошо растут при pH среды, близкой к 11. К ним относятся *Sporosarcinapsychrophila*, *Brachybacterium* sp. и представители рода *Pseudomonas*. Такая адаптивная способность может быть связана с условиями окружающей среды обитания (типом водоема или почвы). У некоторых изолятов была обнаружена нуклеазная активность как возможный механизм защиты от фагов или чужеродных нуклеиновых кислот. Так, способностью расщеплять ДНК обладают изоляты бт.2.5, бт.4.5 которые не идентифицированы на данный момент, также она присутствует, но менее выражена, у *Carnobacterium* sp. Пектолитической активностью не обладает ни один из исследуемых изолятов.

Необходимо отметить, что поиск бактерий, обладающих высокой каталитической активностью при пониженных температурах, имеет промышленное значение, обусловленное использованием данных ферментов во многих отраслях народного хозяйства, а также для очистки сточных вод. Поэтому считаем перспективным дальнейшее изучение антарктических изолятов, как потенциальных продуцентов ферментов, работающих в условиях пониженных температур

1. Мямин, В.Е. Физиолого-биохимическая характеристика бактерий, изолированных в участке вечерний оазиса холмы тала (восточная Антарктида) / В.Е. Мямин, С.К. Лозюк, А.В. Сидоренко, Л.Н. Валентович // Мониторинг состояния природной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций: мат. I международной науч.-практ. конф., к.п. Нарочь, 26–29 мая 2014 г. / Национальная академия наук Беларуси; редкол.: О.И. Бородин [и др.]. к.п. Нарочь, 2014. – С.193–197.

# BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF BACTERIA FROM ANTARCTICA AS PRODUCERS OF COLD-ACTIVE ENZYMES

O.D. Akulova<sup>1</sup>, O.V. Evdokimova<sup>2</sup>, V.E. Miamin<sup>1,2</sup>, L.N. Valentovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

*olya-akulova@mail.ru*

33 bacterial isolates from Antarctic temporary ponds were studied. During the work, were obtained results for various enzymatic activities for all isolates. Among them, high lipolytic activity was possessed especially by Gram-negative

bacteria *Pseudomonas* and *Shewanella*. According to the literature, the presence of this group of enzymes can be associated with adaptation to low-temperature habitat conditions. Several Gram-positive bacteria (*Micrococcus luteus*, *Carnobacterium*, *Agrococcus* sp., *Arthrobacter* sp.) produce amylolytic and cellulolytic enzymes. Different groups of proteolytic enzymes are well expressed in *Pseudomonas lundensis*, *Shewanellabaltica*. Some bacteria appeared urease-positive - this indicates that these isolates are resistant to alkaline medium, use urea and grow at pH 11. These include *Sporosarcinapsychrophila*, *Brachybacterium* sp. and some species like *Pseudomonas*. Such adaptive capacity can be associated with environmental conditions (water or soil). Some isolates have been found to have nuclease activity as a possible mechanism of protection against phages or nucleic acids. Thus, the ability to cleave DNA has isolates 6t.2.5, 6t.4.5 that are not identified at the moment. It is also present, but less expressed, in *Carnobacterium*. Pectolytic activity is not possessed by any of the studied isolates.

It should be noted, that the search for bacteria that have high catalytic activity at low temperatures is of industrial importance to the use of these enzymes in many sectors of the national economy, as well as for wastewater treatment. Therefore, we consider it promising to further study Antarctic isolates as potential producers of enzymes that work best at low temperatures.

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САЙТ-НАПРАВЛЕННОГО МУТАГЕНЕЗА ДЛЯ ОТКЛЮЧЕНИЯ КАТАБОЛИТНОЙ РЕПРЕССИИ ГЕТЕРОЛОГИЧНОГО ГЕНА $\alpha$ -АМИЛАЗЫ В КЛЕТКАХ *BACILLUSSUBTILIS*

**И.Ю. Бакутенко, А.В. Качан**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*bakutenko\_ivan@mail.ru*

Бактерии *Bacillussubtilis* широко применяются в качестве продуцентов термостабильных  $\alpha$ -амилаз. Уровень экспрессии генов, кодирующих данные белки, в клетках *Bacillus* контролируется с помощью механизма катаболитной репрессии, опосредованной транскрипционным регулятором CsrA. Наличие в среде ферментации легко метаболизируемых моно- и дисахаридов приводит к подавлению транскрипции генов  $\alpha$ -амилаз [1]. Для повышения уровня продукции перспективным является получение

кодирующих амилазы генов, не подверженных катаболитной репрессии в клетках *Bacillus*.

После компьютерного анализа последовательности гена *amyM3*, кодирующего термостабильную  $\alpha$ -амилазу *B. flexus*[2], с помощью программ FIMO и SigmoidID, было выявлено несколько участков, напоминающих сайт связывания белка CsrA. Был проведён мутагенез участка TGGTAACGTTTACA, проявляющего наибольшее сходство с консенсусной последовательностью, с заменой центрального динуклеотида CG на AA [3]. Мутантный ген, названный *cre3*, был субклонирован в векторе pAL-1, после чего полученной конструкцией, а также плазмидой с исходным геном, трансформировали клетки *B. subtilis*168. В культуре бактерий с плазмидой pAL1::*amyM3* активность  $\alpha$ -амилаз через 10 ч культивирования достигала  $0,461(\pm 0,0069)$  ед./мл, при добавлении глюкозы наблюдалась репрессия биосинтеза  $\alpha$ -амилазы – активность фермента составляла  $0,017(\pm 0,004)$  ед./мл. Вопреки ожиданиям, угнетение продукции фермента наблюдалось также при внесении глюкозы в культуру бактерий *B. subtilis*168, содержащих плазмиду pAL-1::*cre3*. Активность ферментов через 10 ч культивирования без глюкозы составляла  $0,255(\pm 0,018)$  ед./мл, при добавлении углевода –  $0,0219(\pm 0,0007)$  ед./мл. Значения оптических плотностей культур бактерий с рекомбинантными плазмидами значительно не отличались.

Таким образом, замена центрального динуклеотида CG на AA в вероятном сайте *cre* гена  $\alpha$ -амилазы существенно не повлияла на репрессию синтеза фермента в присутствии глюкозы. Это может быть обусловлено: распознаванием гена *amyM3* другими белками-регуляторами; ключевой ролью альтернативного сайта *cre*, расположенного ниже стартового кодона; либо неэффективностью данной мутации для интерференции связывания репрессорного комплекса с *cre*-сайтом. Для уточнения механизма катаболитной репрессии  $\alpha$ -амилазного гена нами был создан штамм *B. subtilis*  $\Delta$ *csrA* с инактивированным геном *csrA*. Для этого был сконструирован суицидный вектор pMTL21с-*csrA*-Em, трансформация которым клеток *B. subtilis*168 приводила к изменению морфологии и скорости роста колоний в присутствии в среде глюкозы [1]. Наблюдаемый фенотип, совместно с результатами ПЦР-анализа локуса *csrA* в клетках трансформантов, подтверждает получение штамма *B. subtilis*  $\Delta$ *csrA*. Штамм будет использован для дальнейшего изучения катаболитной репрессии гена *amyM3*.

Работа выполнена в рамках задания 3.12 ГПНИ “Биотехнологии”, подпрограмма “Микробные биотехнологии” 2016–2018 гг., № госрегистрации 20161703.

1. Fujita, Y. Carbon Catabolite Control of the Metabolic Network in *Bacillus subtilis* / Y. Fujita // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 2009. – Vol. 73, No 2. – P. 245–259.

2. Kachan, A.V. Thermostable mutant variants of *Bacillus* sp. 406  $\alpha$ -amylase generated by site-directed mutagenesis / A.V. Kachan, A.N. Evtushenkov // Central European Journal of Biology – 2013. – Vol. 8, No 4. – P. 346–356.

3. Weickert, M.J. Site-directed mutagenesis of a catabolite repression operator sequence in *Bacillus subtilis* / M.J. Weickert, G.H. Chambliss // Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. – 1990. – Vol. 87, No 16 – P. 6238–6242.

# APPLICATION OF SITE-DIRECTED MUTAGENESIS FOR SWITCHING OFF THE CATABOLITE REPRESSION OF THE HETEROLOGOUS $\alpha$ AMYLASE GENE IN *BACILLUS SUBTILIS* CELLS

I.Y. Bakutenko, A.V. Kachan

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bakutenko\_ivan@mail.ru*

*Bacillus subtilis* bacteria are widely used as producers of thermostable  $\alpha$ -amylases. The promising approach to increase the level of  $\alpha$ -amylase production is obtaining of  $\alpha$ -amylase genes that are not subject to catabolite repression in *Bacillus* cells.

In this study we showed that substitution of central dinucleotide CG by AA in the bioinformatically predicted *cresite* of *B. flexus*406  $\alpha$ -amylase gene does not switch off glucose catabolite repression of this gene in *B. subtilis* 168 cells. For further clarifying the mechanism of catabolic repression of the  $\alpha$ -amylase gene, we received *B. subtilis* $\Delta$ *ccpA* strain with disrupted gene of catabolite repressor protein *ccpA* by transformation of *B. subtilis* 168 cells with suicidal vector pMTL21c-*ccpA-Em*.

---



# ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВ ТЕПЛООВОГО ШОКА (GroESL) НА СПОСОБНОСТЬ БАКТЕРИЙ *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* A2-H2 ДЕГРАДИРОВАТЬ НЕФТЬ

**А.А. Букляревич, М.И. Чернявская, М.А. Титок**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*ann\_bukl@tut.by*

Белки теплового шока (в частности, белки GroESL), являясь частью универсальной для всех живых организмов генетической системы толерантности, активно синтезируются в клетке в ответ на изменения, вызванные температурой, концентрацией ионов водорода и солей, облучением, ксенобиотиками и любыми другими факторами, влияющими на ее физиологический статус. Кроме того, в норме они обеспечивают конформационные изменения полипептидов, столь необходимые для их функциональной активности [1]. Изучение влияния белков теплового шока на способность бактерий утилизировать многокомпонентные химические соединения (например, нефть, включающую более 1000 соединений), создает основу для целенаправленного конструирования штаммов-деструкторов, с повышенными адаптивными свойствами.

В работе использовали бактерии *R. erythropolis*A2-h2, эффективно деградирующие нефть при пониженной температуре (4 ± °C)

Целью настоящей работы являлось изучение влияния белков GroESL на способность бактерий *R. erythropolis*A2-h2 деградировать нефть при разных температурных режимах.

В работе использовали микробиологические (культивирование бактерий), генетические (электропорация), молекулярно-генетические (ПЦР, рестрикционный и секвенс-анализ, клонирование) и физические (инфракрасная спектроскопия) методы исследования.

Используя в качестве матрицы тотальную ДНК бактерий *R. erythropolis*A2-h2, методом полимеразной цепной реакции изолировали фрагмент генов *groESL*, который встраивали в состав вектора pTZ57R/T и определяли его нуклеотидную последовательность. Клонированный фрагмент размером около 1000 п.н. вырезали из вектора pTZ57R/T с помощью ферментов EcoRI и PstI, очищали из агарозного геля и встраивали в суицидальный вектор pK18mob между соответствующими сайтами рестрикции. Полученную гибридную конструкцию вводили в

клетки *R. erythropolis*A2-h2 методом электропорации и с частотой  $1 \times 10^{-7}$  отбирали мутантные варианты с инактивированными генами *groESL*.

В результате функционального анализа было установлено, что исходные и мутантные бактерии *R. erythropolis*A2-h2 характеризуются сходной динамикой роста в полноценной жидкой среде при температуре  $28^\circ\text{C}$  и  $4^\circ\text{C}$  (при исходном титре  $10^6$  кл/мл их количество увеличивается до  $10^9$  кл/мл через 48 часов культивирования при  $28^\circ\text{C}$  и до  $10^8$  кл/мл через 168 часов культивирования при  $4^\circ\text{C}$ ). Через 14 суток культивирования в минимальной среде с нефтью при  $28^\circ\text{C}$  титр исходных и мутантных бактерий практически не менялся, тогда как при  $4^\circ\text{C}$  для обоих штаммов фиксировали некоторое снижение количества жизнеспособных клеток. При этом независимо от температуры культивирования исходные бактерии по сравнению с мутантным вариантом в 2 раза более эффективно деградировали нефть.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о влиянии белков GroESL на способность бактерий *R. erythropolis* деградировать нефть вне зависимости от температуры культивирования.

1. Nicolaou, S.A. A comparative view of metabolic and substrate stress and tolerance in microbial bioprocessing: From biofuels and chemicals, to biocatalysis and bioremediation / S.A. Nicolaou, S.M. Gaida, E.T. Papoutsakis // Metabolic Engineering. – 2010. – Vol. 12, No 4. – P. 307–331.

## THE INFLUENCE OF HEAT SHOCK PROTEINS (GROESL) ON THE OIL-DEGRADATION BY BACTERIA *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* STRAIN A2-H2

A. Bukliarevich, M. Charniauskaya, M. Titok  
Belarusian State University, Minsk, Belarus  
*ann\_bukl@tut.by*

The study of the effect of heat shock proteins on the ability of bacteria to dispose of multicomponent chemical compounds (for example, oil containing more than 1000 compounds) creates a basis for the design of destructor strains with enhanced adaptive properties.

It was established that the wild-type and mutants with inactivated *groESL* gene of *R. erythropolis* strain A2-h2 are characterized by a similar growth dynamics in a complete liquid medium at a temperature of  $28^\circ\text{C}$  and  $4^\circ\text{C}$  (at an initial titer of  $10^6$  cells/mL, their amount increases to  $10^9$  cells/mL after 48 hours of cultivation at  $28^\circ\text{C}$  and up to  $10^8$  cells/mL after 168 hours of cultivation at  $4^\circ\text{C}$ ). After 14 days of cultivation in a minimal medium with oil

at 28 °C, the wild-type and mutants bacteria titer did not change substantially, while at 4 °C a certain decrease in the number of viable cells was fixed for both strains. Also, irrespective of the cultivation temperature, the wild-type bacteria were 2 times more effective in oil degrading process compared to the mutant variant.

The results obtained indicate the effect of GroESL proteins on the ability of *R. erythropolis* bacteria to degrade oil regardless of the culture temperature.

---

## **НАКОПЛЕНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ БАКТЕРИЯМИ *ENTEROCOCCUS FAECALIS*, *LACTOBACILLUS CASEI*, *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* В СРЕДАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ УГЛЕВОДОВ**

**А.И. Буко, Н.А. Головнева**

*Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь  
andrey.buko@mail.ru*

Мировой объем производства молочной кислоты, получаемой методами биотехнологии, неуклонно увеличивается и в настоящее время составляет около 95 % от общего объема производства. Важным аспектом разработки промышленной биотехнологии получения молочной кислоты является выбор сырья для микробиологического синтеза [1]. Субстраты для ферментации должны быть дешевыми, с малым количеством примесей, обеспечивать высокую скорость ферментации, активный рост клеток микроорганизмов-продуцентов, не требовать дорогостоящей предварительной обработки. При использовании очищенных субстратов для получения молочной кислоты снижается стоимость ее выделения после ферментации, однако очищенные углеводы так дороги, что делают конечную стоимость продукта слишком высокой. В связи с этим использование глюкозы для получения молочной кислоты нецелесообразно. В настоящее время для этих целей все чаще стали использовать отходы пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства (меласса, растительная патока, молочная сыворотка и др.).

Цель работы – проведение сравнительного анализа накопления молочной кислоты отобранными штаммами на стандартных питательных средах и средах на основе мелассы, пивной дробины и гидролизатов зерновых смесей.

В работе использовали бактериальные штаммы, относящиеся к видам *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*. В качестве источника сбраживаемых углеводов в состав питательных сред вводили свекловичную мелассу, пивную дробину, гидролизат зерновых и отрубей (в концентрации 1 % по содержанию сбраживаемых сахаров). Количество синтезированного L-лактата определяли энзиматическим методом с использованием тест-наборов фирмы BioVision.

При культивировании бактерий на стандартной среде MRS с глюкозой [2] максимальный выход L-лактата за период ферментации (72 часа) составляет 15,3; 12,2 и 15,2 г/л, соответственно у *Ent. faecalis*, *L. casei*, *L. rhamnosus*.

Наиболее высокий уровень накопления молочной кислоты установлен на среде с мелассой в качестве источника углерода. В этих условиях продукция молочной кислоты у *L. casei* достигает 15,8, у *L. rhamnosus* – 16,7, у *Ent. faecalis* – 16,5 г/л. При культивировании бактерий на среде с добавлением сусла и пивной дробины продукция лактата достигала (в г/л) у *L. casei* 4,45, у *L. rhamnosus* 9,3, у *Ent. faecalis* – 9,45. Установлено, что молочнокислые бактерии активно растут и развиваются на гидролизатах смесей зерновых и отрубей.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ накопления молочной кислоты при культивировании молочнокислых бактерий на стандартной питательной среде и средах, содержащих мелассу, пивную дробину, гидролизаты зерновых смесей, показал, что уровень накопления биомассы и кислых продуктов метаболизма в условиях эксперимента сопоставим с соответствующими показателями в стандартных условиях.

1. The use of date waste for lactic acid production by a fed-batch culture using *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* / A. Nancib [et al.] // Braz. J. Microbiol. – 2015. – Vol. 46, No 3. – P. 893–902.

2. Man, J.C. A medium for the cultivation of *Lactobacilli* / J.C. Man, M. Rogosa, M.E. Sharpe // J. Appl. Bacteriol. – 1960. – Vol. 23, No 1. – P. 30–135.

## ACCUMULATION OF LACTIC ACID BY BACTERIA *ENTEROCOCCUS FAECALIS*, *LACTOBACILLUS CASEI*, *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* ON MEDIA WITH DIVERSE CARBOHYDRATE SOURCES

A.I. Buka, N.A. Golovnyova

*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus,*

*Minsk, Belarus*

*andrey.buko@mail.ru*

A comparative analysis of lactic acid accumulation during cultivation of lactic acid bacteria on the standard nutrient medium and media containing molasses, brewery spent grain, hydrolysates of cereal mixtures was carried out. The yields of L-lactate produced by bacteria *Ent. faecalis*, *L. casei*, *L. rhamnosus* cultured on a standard medium with glucose were 15.3; 12.2 and 15.2 g/l, respectively. The highest level of lactic acid accumulation was recorded on a medium with molasses as a source of carbon. Under these conditions, the production of lactic acid in *L. casei* was 15.8, *L. rhamnosus* – 16.7, *Ent. faecalis* – 16.5 g/l. Thus, the level of accumulation of biomass and acid metabolic products under experimental conditions is comparable with the corresponding values under standard conditions.

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

А.М. Варатынская, М.А. Глушук

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*ecodept@tut.by*

В условиях современного интенсивного земледелия все большее значение приобретают вопросы повышения плодородия почв путем обогащения их органическим веществом и улучшения на этой основе структуры почвенного микробиологического разнообразия. В первую очередь коренного улучшения требуют песчаные почвы, обладающие низким плодородием и которые быстро истощаются в процессе сельскохозяйственного использования [1]. Результаты исследований, проведенных с дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, показали, что применение торфяных добавок является активным мелиоративным мероприятием по регулированию их микробиологической

активности. В связи с этим целью данной работы является изучение эколого-физиологических групп микроорганизмов дерново-подзолистой песчаной почвы разной степени оптимизации.

Полевые опыты проводились на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Переседы Борисовского района Минской области на дерново-подзолистой связнопесчаной почве. Схема полевого опыта включает 5 вариантов, где на опытные делянки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га с соотношением навоза к торфу 1:1. На полевом участке в 2017 г. культивировалась зерновая культура – кукуруза. В качестве фона под овес вносили минеральные удобрения из расчета N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> в виде мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли. Отбор образцов почвы проводили летом (июль) и осенью (сентябрь) 2017 г. Определение численности осуществляли методом посева на питательные среды.

Численность гетеротрофных бактерий в оптимизированной почве возросло в 2 раза по сравнению с контролем (июль), в то же время в сентябре общая численность бактерий увеличилась в 3–4 раза. Количество спорообразующих бактерий, осуществляющих минерализацию более стойких органических веществ, возросла в 3–4 раза – летом, но уже осенью разница в численности уменьшилась по сравнению с контролем (контроль – 103,4 тыс./г абсолютно сухой почвы, последний вариант опыта – 229,7 тыс./г абс. сухой почвы).

Высокая численность актиномицетов в окультуренной почве свидетельствует о достаточно глубокой минерализации азотсодержащих соединений и преобладании здесь окислительных процессов. Так, летом на контроле численность актиномицетов составила 178,7 тыс./г абсолютно сухой почвы, в то время как на оптимизированных вариантах опыта численность достигала 382,6 тыс./г абсолютно сухой почвы. Осенью наблюдалась такая же тенденция. Такая «согласованность» микробиологических показателей отражает взаимосвязь разных звеньев трофической цепочки в преобразовании органического субстрата.

Внесение различных доз суглинка совместно с торфонавозным компостом оказало положительное действие на численность микроскопических грибов дерново-подзолистой песчаной почвы. Так, летом наблюдалось увеличение численности микроскопических грибов с 98,9 тыс./г абсолютно сухой почвы на контроле до 169,8 тыс./г абсолютно сухой почвы на оптимизированных вариантах. Осенью распределение

микроскопических грибов по всем вариантам опыта равномерное и различия несущественные.

Таким образом, структура микробиологического разнообразия дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания существенно улучшается, что является важным фактором повышения ее плодородия.

1. Куликов, Я.К. Почвенно-экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси. Мн., 2000. 280 с.

## CHARACTERISTIC OF THE MICROBIOLOGICAL COMPLEX OF THE OPTIMIZED SOD-PODSOLIC SANDY SOIL

A.M. Varatynskya, M.A. Glucshuk

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ecodept@tut.by*

The purpose of the research: studying of microbiological community of the sod-podzolic sandy soil after optimization by adding turf and by carrying out soil improving operations.

As a result of the research about 400 cups of Petri and 200 test tubes were processed. In the sod-podzolic soil 4 groups of microorganisms such as heterotrophic, spore-former bacteria, actinomycetes and microscopic mushrooms were considered. During the research field humidity and acidity of the sod-podzolic sandy soil were defined. The increase in number is observed in all groups of the studied microorganisms in experiment variants with the optimized soil in reference to the control one.

---

## КОМПЛЕКС БАКТЕРИЙ КРУГОВОРОТА АЗОТА ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

А.М. Варатынская, Т.В. Казей

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*ecodept@tut.by*

Актуальность изучения структуры микробиологического комплекса дерново-подзолистых песчаных почв в условиях их окультуривания обусловлена необходимостью накопления экспериментальных данных и создания научной базы, которая в перспективе будет использована для

биологической диагностики почвенного плодородия с целью его улучшения.

В связи с этим целью данной работы является изучение комплекса бактерий круговорота азота в оптимизированной дерновоподзолистой песчаной почвы.

Полевые опыты проводились на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Переседы Борисовского района Минской области на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Схема полевого опыта включает 5 вариантов, где на опытные деланки площадью 50 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га с соотношением навоза к торфу 1:1.

На полевом участке в 2017 г. культивировалась зерновая культура – кукуруза. В качестве фона под овес вносили минеральные удобрения из расчета N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> в виде мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли.

Отбор образцов почвы проводили летом (июль) и осенью (сентябрь) 2017 г. Определение численности осуществляли методом посева на питательные среды [1, 2].

В оптимизированной почве значительно увеличилась численность всех изучаемых групп микроорганизмов, повысилась ее биологическая активность и связанное с ней плодородие.

Летом численность азотобактера в оптимизированной почве возросла в 3 раза. Внесение торфа в минеральную почву стимулировало развитие бактерий круговорота азота, в результате чего улучшилось азотное питание растений, что имеет важное значение для легких минеральных почв. Увеличение численности аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий обеспечило минерализацию внесенного торфа и содержащихся в почве других органических веществ, освобождение азота и превращение его в аммонийные и нитратные соединения. О накоплении в почве подвижного азота свидетельствует активное развитие бактерий, потребляющих минеральный азот, численность которых в оптимизированной почве увеличилась в 2 раза по сравнению с исходной почвой.

Вместе с тем, в окультуренной почве наблюдается снижение численности денитрифицирующих бактерий, осуществляющих анаэробный процесс восстановления азотных соединений до молекулярного азота или аммиака, что обусловлено улучшением водно-



воздушного режима этой почвы. Благодаря этому достигается более экономное использование растениями минерального азота.

Результаты исследований, проведенных с дерново-подзолистой песчаной почвой, показали, что на микробиологическую активность влияет применение торфяных и почвенных добавок, так как меняется среда их обитания, что влияет на их биологическую активность. Внесение торфонавозного компоста и суглинка в почву вызвало увеличение численности эколого-физиологических групп микроорганизмов, принимающих участие в минерализации органического вещества.

1. Андреюк, Е.И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование. Киев: Наук. думка, 1988. – 192 с.

2. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.

#### COMPLEX OF BACTERIA CIRCULATION OF NITROGEN IN OPTIMIZED STERN-PODZOLIC SAND SOIL

A.M. Varatynskya, T.V. Kasey

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ecodept@tut.by*

The microbiological analysis of the bacterial structure of soil samples uncovered several patterns of bacterial population levels. The research mainly focused on four groups of bacteria: denitrifying bacteria, azotobacter, ammonifying bacteria and oligonitrophiles.

Our research led to the identification of optimal fertilization levels for maximizing oligonitrophilic bacterial population. We were also able to identify patterns of population fluctuations related to fertilization levels of soil and seasonal changes in ammonifying and denitrifying bacteria. Azotobacter demonstrated quite interesting data, which led us to believe that its structure of ecologic relationships is much more complex than that of the other bacterial groups mentioned in our research, therefore making them more vulnerable to the influence of other factors.

---

## НОСИТЕЛЬСТВО МУТАЦИИ c.745C>G В ГЕНЕ ЛАМИНА А/С (LMNA) ПРИ ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИИ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

**Д.П. Ермакович<sup>1</sup>, Л.Н. Сивицкая<sup>1</sup>, Т.Г. Вайханская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», Минск, Беларусь,

<sup>2</sup>РНПЦ «Кардиология», Минск, Беларусь  
danatyermakovich@gmail.com; tat\_vaikh@mail.ru

Белки ламины играют важную роль в поддержании формы ядра, регуляции экспрессии генов и клеточного цикла [1]. Мутации в гене ламинов А-типа (LMNA) приводят к развитию дилатационной кардиомиопатии (ДКМП). Данное заболевание характеризуется расширением полости левого желудочка и снижением его сократительной функции.

В работе представлен случай ДКМП, ассоциированный с мутацией в гене LMNA. Поиск патогенных вариантов в этом гене был проведен методом NGS с использованием набора Nextera XT (Illumina Inc., USA) у пациента с дилатационной кардиомиопатией, проходившего лечение в РНПЦ «Кардиология». Биоинформатическая обработка данных NGS была выполнена с помощью программ Trimmomatic-0.36, Bowtie2, Samtools.

Клинический случай: пациентка Р. с раннего детства страдала миодистрофией. Первые симптомы ДКМП манифестировали в возрасте 24 лет. При обследовании была диагностирована вторичная кардиомиопатия на фоне идиопатической наследственной полинейропатии. Семейная история – отец умер от ДКМП в возрасте 24 лет – говорит о наследственной форме заболевания.

У пациентки Р. была выявлена гетерозиготная мутация c.745C>G (NM\_170707.3) в гене LMNA. Она приводит к замене аминокислотного остатка аргинина на остаток глицина в положении 249  $\alpha$ -спирального стержневого домена ламина А/С – p.Arg249Gly.

Мы предполагаем, что замена c.745C>G потенциально патогенная и является наследственным фактором развития ДКМП в семье пробанда. Ее частота встречаемости в популяциях человека низка - MAF<0,05 %. Согласно базам данных открытого доступа, она находится в «горячей точке» LMNA. Описано более 30 клинических случаев, ассоциированных с заменами в кодоне 249 ламина А/С. В базе данных dbSNP [2] в данном

локусе (rs121912496) зарегистрирована патогенная мутация с.745C>T (p.Arg249Trp) с установленной ролью в развитии ДКМП и миодистрофии.

Выявленная нами замена с.745C>G (p.Arg249Gly), согласно dbSNP, имеет «неопределенное значение». Для оценки ее патогенности был проведен анализ *in silico*. Так, предиктор Jpred4 [3] предсказал нарушение образования вторичной и третичной структуры при мутации с.745C>G на участке белка протяженностью 20-35 аминокислот. Вероятно, это связано с критической ролью позиции 249 в фолдинге белка. В дополнение к этому, глицин характеризуется низким потенциалом образования  $\alpha$ -спирали в отличие от аргинина, что может оказаться критичным при формировании  $\alpha$ -спирального стержневого домена ламина А/С. Предиктор Condel [4] также присвоил замене с.745C>G высокий бал патогенности.

Современные молекулярно-генетические методы позволяют определять причину заболевания, что дает возможность прогнозировать течение болезни и оценить вероятность развития заболевания у ближайших родственников.

1. Burke, B. Life at the edge: the nuclear envelope and human disease / B. Burke, C. Stewart // *Nature reviews molecular cell biology*. – 2002. – Vol. 3. – P. 575–585.

2. Интернет-адрес: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/SNP>.

3. Интернет-адрес: <http://www.compbio.dundee.ac.uk/jpred>.

4. Интернет-адрес: <http://bbglab.irbbarcelona.org/fannsdB>.

#### MUTATION p.745C> G IN LAMIN A/C GENE (LMNA) AT DILATION CARDIOMYOPATHY. CLINICAL CASE □

D.P. □ Yermakovich<sup>1</sup>, L.N. □ Sivitskaya<sup>1</sup>, T.G. Vaikhanskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Republican Scientific-Practical Center "Cardiology", Minsk, Belarus  
[danatyermakovich@gmail.com](mailto:danatyermakovich@gmail.com); [tat\\_vaikh@mail.ru](mailto:tat_vaikh@mail.ru)*

The mutation c.745C> T (NM\_170707.3) in the LMNA gene in a patient with DCM can be considered potentially pathogenic due to a low frequency in human populations – MAF <0.05 %, an aggravated family history, replacement localization at the "hot spot" of LMNA gene. The pathogenic role of the revealed by us mutation is predicted *in silico*. □

The addition of discovered by us replacement in the database will simplify the verification of the association of the mutation with DCM in the □ molecular genetic □ analysis. □

This clinical case clearly demonstrates the need for the timely establishment of a correct diagnosis and its verification. The use of modern molecular-genetic methods for this will allow confirming the origin of the disease.

---

## **ЭМБРИОНАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА СТАДИИ БЛАСТОЦИСТЫ**

**Я.В. Зверко**

*Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь  
janika.z.by@gmail.com*

При работе с крупным рогатым скотом (КРС) определение пола эмбриона животного может быть полезным в целях планирования и увеличения количества скота с предпочтительным полом (молочная продукция – корова, мясная продукция – бык). На сегодняшний день ПЦР является основным методом селекции эмбрионов крупного рогатого скота по полу во многих странах, однако в Республике Беларусь данные методы селекции только начинают внедряться. При использовании ПЦР-анализа цельных эмбрионов и полуэмбрионов эффективность и точность определения пола достигает 100 %.

Исследования по разработке методики определения пола крупного рогатого скота проводились на базе УО «Гродненский государственный аграрный университет», в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий». Объектами исследования являлись эмбрионы крупного рогатого скота. Геномную ДНК экстрагировали из образцов с использованием перхлоратного метода. Для определения пола предимплантационных эмбрионов КРС на стадии ранней бластоцисты использовали 3–4 бластомера, полученные путем бисекции эмбрионов под стереоскопическим микроскопом.

Для успешного проведения реакции были подобраны праймеры, оптимальный состав реакционной смеси, а также температурные и временные режимы ПЦР. ДНК подвергали электрофорезу для того, чтобы оценить размер продукта амплификации.

В настоящем исследовании использовались праймеры, синтезированные для выявления X- и Y-хромосом специфичных с геном

амелогенина (AMELX / AMELY). Анализ обеспечивал быстроту и высокую чувствительность определения пола. Этот результат был ранее подтверждён другими авторами [1, 2], но альтернативными методами, которые были гораздо более затратными и рутинными. Метод может быть успешно применен для определения пола образцов эмбрионов КРС с высокой точностью и достоверностью, а также за более короткий период времени. Кроме того, преимущество данного метода заключается в том, что нет необходимости в рестрикционных эндонуклеазах для определения пола.

В результате проведенных исследований разработан метод определения пола эмбриона крупного рогатого скота на основе гена амелогенина (amelogenin) молекулярно-генетическим методом исследования, включающий проведение ПЦР-анализа (полимеразная цепная реакция) по аллелям X и Y гена amelogenin с генерацией генотип специфических фрагментов: генотип AMELX размером 241 bp, генотип AMELY – 241/178 bp.

Способ обеспечивает идентификацию искомым генотипов (AMELX, AMELY) ввиду корректной интерпретации генерируемых генотип специфических фрагментов (AMELX размером 241 bp, генотип AMELY – 241/178 bp), где ПЦР-фрагменты с длинами 241 bp и 178 bp являются идентификационными.

1. Gender determination in single bovine blastomeres by polymerase chain reaction amplification of sex-specific polymorphic fragments in the amelogenin gene / C.M. Chen [et al.] // *Molecular Reproduction and Development*. – 1999. – Vol. 54. – P. 209–214.

2. Ennis, S. A PCR-based sex determination assay in cattle based on the bovine amelogenin locus / S. Ennis, T.F. Gallagher // *Animal Genetics*. – 1994. – Vol. 25. – P. 425–427.

## EMBRYONIC SEX DETERMINATION OF CATTLE AT THE BLASTOCYST STAGE

Y.V. Zverko

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*uzlovaliza@gmail.com*

During this research, primers were synthesized to detect X- and Y-chromosomes specific for the amelogenin gene (AMELX / AMELY). Analysis provides speed and high sensitivity of the determination of sex. This result was earlier confirmed by other authors [1, 2], but alternate methods were much more

extravagant and stale. Method can be successfully applied for sex determination of the cattle embryos with high accuracy and reliability, as well as for more short period of the time. Advantage of given method is that restriction endonuclease is unnecessary for sex determination.

Methodology of determination of embrion's sex of large horned cattle by molecular-genetic method of research including execution of PCR-analysis on the X and Y alleles of the amelogenin gene with generation the genotype of specific fragments is developed: genotype AMELX of size 241 bp, genotype is AMELY - 241/178 bp.

The method supplies identification of required genotypes (AMELX, AMELY) in view of correct interpretation of genotype-generated specific fragments (AMELX of size 241 bp, genotype AMELY - 241/178 bp), where RCR-fragments with lengths 241 bp and 178 bp were detected.

Field of application: agriculture.

---

### **АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КУРКУМИНА, ДЕМЕТОКСИКУРКУМИНА И БИСДЕМЕТОКСИКУРКУМИНА, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОРНЕВИЩА *CURCUMA LONGA* L.**

**М.А. Капустин, А.С. Чубарова**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
maximkapustin84@gmail.com*

Диарилгептаноиды являются основными биологически активными веществами корневища куркумы (*Curcuma longa* L.). На долю диарилгептаноидов приходится от 3–6 % сухого веса растительного материала корневища куркумы. Коммерчески доступный препарат диарилгептаноидов – куркумин, с использованием которого обычно проводятся исследования *invitro* и *invivo*, представляет собой смесь куркуминоидов. Его получают из олеорезина, выделяемого из порошка корневища *Curcuma longa*. Такой препарат представляет собой смесь трех основных диарилгептаноидов: 75–77 % составляет куркумин (C), 15–18 % – деметоксикуркумин (DMC), 5–7 % – бис-деметоксикуркумин (BDMC) [1, 2, 3]. Известно, что диарилгептаноиды обладают выраженной антирадикальной и антиоксидантной активностями [1, 2, 3]. Ранее нами был получен препарат куркуминоидов из порошка корневища куркумы и установлено соотношение в нем диарилгептаноидов [3]. Также были

проведены работы по получению индивидуальных куркуминоидов (С, DMC и BDMC) из суммарного препарата куркумина, была проведена идентификация и анализ чистоты выделенных диарилгептаноидов. Также были проведены работы по изучению антирадикальной активности суммарного препарата куркуминоидов.

Целью данного исследования являлось оценить антирадикальную активность индивидуальных куркуминоидов, выделенных из полученного нами суммарного препарата куркуминоидов.

Изучение антирадикальной активности индивидуальных куркуминоидов проводили на стандартной модели восстановления радикал-катиона ABTS<sup>•+</sup> [4]. Для исследования готовили серию растворов с различной концентрацией С, DMC и BDMC в 96 % этиловом спирте и затем вносили в реакционную смесь равные аликвоты. Полученные результаты отражали на графике зависимости процента ингибирования от концентрации исследуемого вещества. Для расчета величин IC<sub>50</sub> и TEAC были построены кривые для тролокса (стандартного антиоксиданта), а также для С, DMC и BDMC. Для полученных графиков были рассчитаны уравнения линейной регрессии вида  $y=ax+b$ , которые использовали для дальнейших расчетов.

Для С, DMC и BDMC показано наличие антирадикальной активности в системе ABTS<sup>•+</sup>. Следует отметить, что зависимость степени тушения ABTS<sup>•+</sup> от концентрации диарилгептаноидов имеет нелинейный характер, поэтому для определения величины IC<sub>50</sub> нами были выбраны линейные участки полученных кривых. Для тролокса величина IC<sub>50</sub> составила 12,04 мкМоль\*л<sup>-1</sup>, а для С, DMC и BDMC – 30,19 мкМоль\*л<sup>-1</sup>, 58,41 мкМоль\*л<sup>-1</sup> и 37,97 мкМоль\*л<sup>-1</sup>, соответственно. Рассчитанная величина TEAC для С, DMC и BDMC составила 0,41, 0,21 и 0,32 соответственно. Полученные данные свидетельствуют о том, что в ряду С, BDMC, DMC, антирадикальная активность снижается. Причем для С антирадикальная активность в 2,4 раза слабее, чем у тролокса, а для DMC и BDMC – слабее в 4,7 и 3,1 раз соответственно.

1. Mošovská S. *Acta Chimica Slovaca*, 2016, 9:130–135.
2. Borra S.K. *J. Med. Plants Res.* 2013, 7(36):2680–2690.
3. Капустин М.А. *Труды БГУ*, 2016, 11, ч. 2:248–262.
4. Чубарова А.С. *Медицинские новости*, 2013, № 3:64–66.

ANTIRADICAL ACTIVITIES OF CURCUMIN,  
DEMETHOXYCURCUMIN AND BISDEMETHOXYCURCUMIN,  
ISOLATED FROM RHIZOME OF *CURCUMA LONGA* L.

M.A. Kapustin, A.S. Chubarova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*maximkapustin84@gmail.com*

In the course of the research the antiradical activity of individual curcuminoids, isolated from the total preparation of curcuminoids, was evaluated. The study of the antiradical activity of individual curcuminoids was carried out on the standard model for the radical-cation ABTS<sup>•+</sup> recovery. For C, DMC and BDMC, the presence of antiradical activity in the ABTS<sup>•+</sup> system is shown. It should be noted that the dependence of the degree of ABTS<sup>•+</sup> quenching on the concentration of diarylheptanoids is non-linear, therefore, to determine the IC<sub>50</sub> value, we selected linear sections of the obtained curves. For the Trolox, the IC<sub>50</sub> value was 12.04 μM·L<sup>-1</sup>, and for C, DMC and BDMC, 30.19 μM·L<sup>-1</sup>, 58.41 μM·L<sup>-1</sup> and 37.97 μM · L<sup>-1</sup>, respectively. The obtained data indicate that in the series C, BDMC, DMC, antiradical activity decreases. Moreover, for C, the antiradical activity is 2.4 times weaker than in the case of the Trolox, while for DMC and BDMC it is weaker in 4.7 and 3.1 times, respectively.

*Acknowledgement: This work was supported by the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (grant no. B17M-074).*

---

**ПЕРВИЧНАЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ  
ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН**

Я.В. Комаровская, Т.И. Козячая, Г.Г. Юхневич, В.Н. Бурдь

*Гродненский государственный университет им. Я. Купала,*

*Гродно, Беларусь*

*yapinawkom@gmail.com*

В настоящее время вопросам деструкции синтетических материалов уделяется большое внимание. С экологической точки зрения широко применимые методики не являются оптимальными и требуют либо модификации, либо поиска новых методов деструкции. Перспективной, но малоизученной областью является биологическая деструкция синтетических волокон с использованием микроскопических грибов и



бактерий [1, 2]. Актуальным является изучение данных процессов на продуктах крупнотоннажного производства, каковым в нашей Республике является полиамидное волокно.

В работе исследовалась первичная микробиологическая деструкция поликапроамидных волокон (выпускаемых филиалом «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот») микроорганизмами родов *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Staphylococcus*, *Rhodococcus*, *Sarcina*, а также штаммами бактерий, выделенных из активного ила аэротенков очистных сооружений канализации г. Гродно и очистных сооружений для нитрификации и денитрификации сточных вод ОАО «Гродно Азот», а также микроорганизмами, выделенными из дерново-подзолистой почвы. Была разработана лабораторная методика микробной модификации полиамидного волокна с использованием различных питательных сред, изучено влияние микроорганизмов на структуру и топографию поверхности волокон полиамидного волокна в процессе биомодификации.

Первичный анализ поверхности проводился с использованием инверсного металлографического микроскопа, путем визуального определения количества дефектов и расчета разности радиусов волокон (с учетом различного рода дефектов). Величина аморфного слоя определялась с использованием лазерного конфокального микроскопа, величина двойного радиуса аморфного слоя достигала 13,0 мкм (при диаметре волокна  $31 \pm 2$  мкм). При помощи атомно-силового микроскопа определяли наношероховатость поверхности биомодифицированных образцов, которая по сравнению с контрольным образцом, увеличивалась до четырех раз. Также, было выявлено снижение прочности биомодифицированных волокон до 50 % по сравнению с контрольным образцом.

Показано [3], что биообработка волокон приводит к образованию дефектов поверхности волокна в виде выступов и впадин, увеличению аморфного слоя и снижению прочности. Данные исследования могут свидетельствовать о том, что микроорганизмы можно использовать в качестве биодеструкторов полиамидных волокон.

1. Васнев, В.А. Биоразрушение полимеров / В.А. Васнев // Поликонденсационные процессы и полимеры. – Нальчик, 1983. – С. 3–19.

2. Свириденко, А.И. Модифицирование поверхности полиамидных волокон при бактериальном воздействии / А.И. Свириденко, В.В. Мешков, И.М. Ринкевич // Доклады АНБ. – 1995. – Т. 39. – № 4. – С. 113–116.

3. Bacteria of the genus bacillus as a method of directed modification of polycaproamide fibers/ Y. Komarovskaya [et al.] // Journal “Chemical technology”. – 2017. – Vol 68, No 1. – P.63–67

# PRIMARY MICROBIOLOGICAL DESTRUCTION OF POLYAMIDE FIBERS

Y.V. Komarovskaya, T.I. Kozyachaya, G.G. Yuhnevich, V.N. Burd  
*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*  
*yaninawkom@gmail.com*

It is determined that microorganisms can act as primary destructors of polyamide fibers. As a result of prolonged cultivation, the formation of defects on the surface of biomodified fibers is observed, an increase in the roughness and an amorphous fiber layer, and a decrease in strength. These studies may indicate that microorganisms can be used as biodestructors of polyamide fibers.

The results of the study are applicable in microbiology, biotechnology, materials science.

---

# РОЛЬ ГЕНА *phoP* В ВИРУЛЕНТНОСТИ ФИТОПАТОГЕНА *PECTOBACTERIUM CAROTOVORUM*

У.А. Кравченко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*ulyaulyami@gmail.com*

Энтеробактерии имеют около 300 транскрипционных факторов, обеспечивающих адаптацию этих микроорганизмов к меняющимся условиям, в том числе и к условиям внутри эукариотических хозяев. Большинство транскрипционных факторов экспериментально не исследовалось, особенно у фитопатогенных энтеробактерий, к числу которых относится и патоген картофеля *Pectobacterium carotovorum*. Целью настоящей работы является исследование роли *PhoP*, транскрипционного фактора *OmpR*-семейства, в вирулентности *P. carotovorum*.

На первом этапе с помощью версии 2.0 программы Sigmoid [1] создана hmm-модель операторного мотива, распознаваемого *PhoP*, после чего с помощью этой модели проведена идентификация потенциальных сайтов связывания *PhoP* в геноме *P. carotovorum* штамма 3-2. В результате

выявлено более 20 потенциальных сайтов связывания, наиболее интересные из которых расположены перед генами пектаттиаз – гидролитических ферментов, ответственных за разрушение клеточной стенки растений и считающихся основными факторами вирулентности пектобактерий, что может свидетельствовать о важной роли PhoP в контроле вирулентных свойств этого патогена.

Для проверки этих предположений сконструирован инсерционный мутант по гену исследуемого транскрипционного фактора. Для этого фрагмент гена *phoP* был встроен в суицидный вектор pJP5603 [2], рекомбинантная плазмида введена в клетки *P. carotovorum*, потенциальные *phoP*-мутанты отобраны на среде с канамицином и верифицированы с помощью ПЦР. Исследование пектолитической активности показало ее существенное снижение у *phoP*-мутанта. Планируется проведение дальнейших исследований по изучению фенотипа полученного мутантного штамма, включая всестороннюю проверку его вирулентности в растениях.

1. Nikolaichik, Y. Sigmoid: a user-friendly tool for improving bacterial genome annotation through analysis of transcription control signals / Y. Nikolaichik, A.U. Damienikan // PeerJ. – 2016. – Vol. 4. – P. e2056.

2. Penfold, R.J. An improved suicide vector for construction of chromosomal insertion mutations in bacteria / R.J. Penfold, J.M. Pemberton // Gene. – 1992. – Vol. 118, No 1. – P. 145–146.

## THE ROLE OF *phoP* GENE IN A VIRULENCE OF PHYTOPATHOGEN *PECTOBACTERIUM CAROTOVORUM*

U.A. Kravchenko

*Belarus State University, Minsk, Belarus*

*ulyaulyami@gmail.com*

The goal of this study was to investigate role of PhoP transcription factor in *P. carotovorum* (Pca) virulence.

Firstly, hidden Markov model of operator sequences recognised by Pca PhoP was built using Sigmoid [1] v. 2.0 facilities. The subsequent model-driven identification of individual sequences in Pca 3-2 genome revealed more than 20 potential binding sites including those upstream of genes of pectolytic enzymes. Based on this data we suggested the existence of direct virulence control by PhoP in Pca 3-2. To verify these assumptions, an insertion *phoP* gene mutant was constructed. The mutant showed decreased production of pectolytic

enzymes. Further experiments are planned to study the phenotype of the mutant strain obtained, including thorough test of its virulence in plants.

---

## **МОДИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ рЕТ-СВМ9-ТР ДЛЯ ЭКСПРЕССИИ ХИМЕРНОГО БЕЛКА КАПСИДА ЦВС-2**

**К.В. Кудин, И.В. Кудина, В.А. Прокулевич**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
kiryl.kudin@gmail.com*

Ранее нами была разработана конструкция для создания гибридных белков с аффинным целлюлоз-связывающим модулем СВМ9-2 и получен конъюгированный с ним химерный белок капсида ЦВС-2 [1]. Однако в экспериментах по экспрессии гибридной конструкции было обнаружено накопление изолированного модуля СВМ9-2 наряду с полноразмерным продуктом, что свидетельствует о наличии сайта протеолиза в области соединения доменов либо о преждевременной терминации трансляции. Поэтому целью данной работы было выявление возможности модификации созданной конструкции для предотвращения образования неполноценного продукта с сохранением антигенных детерминант белка капсида ЦВС-2.

Для выполнения работы были сконструированы 7 праймеров (ОДО «Праймтех»), позволяющих при определенном попарном сочетании амплифицировать отдельные фрагменты целлюлоз-связывающего домена СВМ9-2 и белка капсида ЦВС-2 в разной степени укороченные со стороны предполагаемого сайта протеолиза. Полученные ампликоны (термостабильная полимеразы Pfu, ThermoFisherScientificInc.) лигировались по сайту рестрикции KpnI (лигаза и рестриктаза ThermoFisherScientificInc.), навеска для которого была предусмотрена в праймерах. Со стороны СВМ9-2 был полностью удален сайт TEV-протеазы и пролин-треониновый линкер (РТ)<sub>5</sub>P (полученные конструкции названы рРТ3 и рСТ3), со стороны белка капсида были удалены 12, 19 и 31 N-концевые аминокислоты (включая 2 аминокислоты I-иммунореактивного домена [2]), присутствовавшие в исходной конструкции рЕТ-СВМ9-ТР (полученные конструкции названы рСТ3.1-рСТ3.3, и рРТ3.1-рРТ3.3, нумерация возрастает по мере укорочения). Все полученные вектора были сконструированы на основе вектора экспрессии рЕТ-24b(+) и

трансформированы в штамм *E. coli* BL21-CodonPlus(DE3)-RIPL для проверки влияния произведенных модификаций на экспрессию химерного белка. Индукция экспрессии осуществлялась в соответствии со стандартным протоколом, предоставленным фирмой-производителем штамма. Культура продуцента анализировалась с помощью электрофореза в полиакриламидном геле в денатурирующих условиях. Результаты экспрессии показали изменение относительного содержания продуктов в сторону накопления полноразмерного продукта по мере укорочения конструкции. В частности, для серии векторов рСТЗ с удаленным РТ-линкером и сайтом TEV-протеазы, относительные доли полноразмерного и укороченного продукта по результатам денситометрического анализа с помощью программного пакета ImageJ (v. 1.51r), составили: рСТЗ.1–1,3/18 (полноразмерный продукт %/укороченный продукт %), рСТЗ.2 – 2,7/16,1, рСТЗ.3 – 7,2/14,2. Иммуноблоттинг с коммерческой антисывороткой к ЦВС-2 (AccurateChemical&ScientificCorporation) показал, что полноразмерный белок содержит антиген капсида, тогда как укороченный продукт со специфическими антителами не реагирует. Результаты денситометрического анализа иммуноблоттинга сопоставимы, хотя и различаются с результатами электрофореза – относительное содержание полноразмерного продукта для рСТЗ.1 составило 19,3 ± %, для рСТЗ.2 – 13,7 ± %, для рСТЗ.3 – 14 ± %. Имеющиеся различия можно объяснить низким качеством окрашивания мембраны ввиду высокой перекрестной реактивности поликлональных антител.

Таким образом, было показано положительное влияние модификаций конструкции на выход полноразмерного химерного белка. Однако используемый подход не может быть реализован без затрагивания ключевых антигенных детерминант белка капсида ЦВС-2. Поэтому дальнейшая работа будет направлена на поиск альтернативных способов экспрессии и очистки целевого рекомбинантного белка.

1. Кудин К.В., Прокулевич В.А., Кудина И.В. Получение векторной конструкции для экспрессии рекомбинантного белка капсида ЦВС-2 с аффинной меткой СВМ9-2 // Сборник материалов III Конференции молодых ученых биохимиков и молекулярных биологов с международным участием «Современные проблемы биохимии и молекулярной биологии», 2017. С. 76–78.

2. Mahé D. et al. Differential recognition of ORF2 protein from type 1 and type 2 porcine circoviruses and identification of immunorelevant epitopes // J. Gen. Virol. – 2000. – Vol. 81, No Pt 7. – P. 1815–1824.

## MODIFICATION OF THE pET-CBM9-TP CONSTRUCTION FOR THE CHIMERIC PCV2 CAPSID PROTEIN EXPRESSION

K.V. Kudzin, I.V. Kudzina, V.A. Prokulevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*kiryl.kudin@gmail.com*

The pET-CBM9-TP construction for *E. coli* expression of the chimeric PCV2 capsid protein conjugated to cellulose-binding module CBM9-2 was modified to prevent cleavage (or spontaneous translation termination) of the chimeric product. Shortening of the conjugated protein near the cleavage site improved the yield of the full-sized product, but did not prevent minor accumulation of the partial product. As further shortening will affect key antigenic determinants of the PCV2 capsid protein, an alternative approach needed to express epy recombinant PCV2 capsid protein.

---

## НОВОЕ ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕСТРИКЦИОННЫХ КАРТ

О.Ю. Мазуркевич, А.В. Масловская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*oleg.ake.minsk@gmail.com*

Эффективным методом изучения генетического полиморфизма у животных является ПДРФ анализ, важнейший этап которого – сравнительный анализ рестрикционных карт. Несмотря на большое количество программ, созданных для построения рестрикционных карт, было обнаружено, что большинство из них не позволяют отображать результаты сравнения нескольких карт, а также исключают возможность полного редактирования предоставляемых результатов. В связи с этим была разработана программа, которая позволяет визуализировать результаты построения рестрикционных карт с возможностью дальнейшего сравнения и редактирования в одном программном окне.

При написании программы была использована база данных рестриктаз NCBI, которая используется для поиска сайтов рестрикции в анализируемых нуклеотидных последовательностях. Для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования Java, что позволило сделать программный продукт универсальным в отношении используемой платформы; для разработки графического интерфейса –

библиотека JavaFX; для коммуникации между модулями построения рестрикционных карт и пользовательского интерфейса был использован текстовый формат обмена данными JSON, в качестве интегрированной среды разработки выбрана IntelliJIDEA.

Разработана программа, которая позволяет строить рестрикционные карты и отображать результаты построения в одном программном окне. Для построения рестрикционных карт осуществляется поиск сайтов рестрикции в нуклеотидной последовательности. Разработан ряд алгоритмов, которые позволяют пользователю работать не со всей нуклеотидной последовательностью, а только с ее конкретной частью (вводить ограничения). Программа работает с файлами в формате FASTA. Данная программа содержит набор функций, позволяющих редактировать результаты построения рестрикционных карт, а также производить их сравнение. Результат редактирования построения рестрикционных карт и их сравнения можно сохранить в формате PNG.

Разработанная программа является кроссплатформенным приложением, основной задачей которого является построение рестрикционных карт. Комплекс позволяет значительно упростить сравнительный анализ рестрикционных карт. Данная программа может служить средством для создания графического материала для научных статей, рефератов, докладов. Разработанный программный комплекс является законченным продуктом, готовым для использования конечными пользователями.

## NEW SOFTWARE FOR CONSTRUCTION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF RESTRICTION CARDS

O.Y. Mazurkevich, A.V. Maslovskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*oleg.ake.minsk@gmail.com*

The created program is a cross-platform application, the main task of which is the construction of restriction maps. It has a lot of functions and features to customize restriction map view. The software makes it possible to simplify the comparative analysis of restriction maps. This program can be used as a tool for creating graphical material for scientific articles, abstracts, reports. As a result user can save restriction view as a simple image. The developed software is a finished product, ready for use by users.

---

# ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS* $\square$ *BRASSICACEARUM* БИМ В-446

**А.А. Муратова, Л.Н. Валентович**

*Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь*  
*anya.muratova.93@mail.ru*

Получение высокоэффективных бактериальных препаратов напрямую зависит от возможности направленно создавать штаммы, стимулирующие рост и развитие сельскохозяйственных растений, опираясь на знание о структуре и функционировании их геномов. Детальный молекулярно-генетический анализ обеспечивает возможность изучения механизмов синтеза первичных и вторичных метаболитов и создания штаммов с улучшенными свойствами для практического использования [1]. Эффективность изучения синтеза различных антимикробных веществ напрямую зависит от способности клеток бактерий воспринимать чужеродную генетическую информацию путем трансформации [2].

Целью настоящего исследования являлась оптимизация метода электропорации бактерий *P.  $\square$  brassicacearum* БИМ В-446.

Объектом исследования являлись природные бактерии *P.  $\square$  brassicacearum* БИМ В-446 – антагонисты фитопатогенов сельскохозяйственных культур. Исследованные бактерии выращивали в питательной среде LB с аэрацией (200 об/мин) при температуре 30 °С в течение 16 часов [3]. Для приготовления электрокомпетентных клеток использовали 300  $\square$  мМ раствор сахарозы, 3  $\square$  мМ раствор HEPES (N-2-гидроксиэтилпиперазин-N-2-этансульфоновая кислота) [4] и дистиллированную воду.

В качестве стартового метода электропорации использовалась методика, предложенная в 1995 г. Cho J., Kim E. и So J. Для осуществления электрической трансформации штамма *P.  $\square$  brassicacearum* БИМ В-446 компетентные клетки были приготовлены тремя различными методами. В первом случае после осаждения культуры проводили отмывку клеток раствором 3  $\square$  мМ HEPES, во втором – раствором 300  $\square$  мМ сахарозы, в третьем – в качестве отмывающего буфера использовали дистиллированную воду. Для проверки компетентности трех вариантов клеток использовали плазмиду pLS3063, которая стабильно наследуется в



бактериях рода *Pseudomonas*. В результате трансформации клеток *P. brassicacearum* БИМ В-446, обработанных 3 мМ раствором HEPES, было отобрано 680 трансформантов, несущих плазмиду pLS3063, при порации клеток, отмытых 300 мМ раствором сахарозы – 18 трансформантов, а при трансформации клеток, обработанных дистиллированной водой было отобрано только 4 клона, несущих плазмиду pLS3063. Таким образом, было установлено, что для наиболее эффективной трансформации бактерий *P. brassicacearum* БИМ В-446 подходит методика приготовления компетентных клеток с использованием в качестве отмывочного буфера раствор 3 мМ HEPES, что обеспечивает максимально возможный процесс переноса генетического материала.

1. Ligon, J.M. Genetically modified *Pseudomonas* strains with enhanced biocontrol activity / J.M. Ligon, D.S. Hill, S.T. Lam // Pat. 5756087. – Novartis Finance Corporation – 1999.

2. *Pseudomonas* genomes: diverse and adaptable / M.W. Silby [et al.] // FEMS Microbiol Rev. FEMS Microbiol Rev. – 2011. – Vol. 35, No 4. – P. 652–680.

3. Epavier, A. Population dynamics of non-pathogenic *Fusarium* and fluorescent *Pseudomonas* strains in rockwool, a substratum for soilless culture / A. Epavier, P. Lemanceau, C. Alabouvette // FEMS Microbiol. Ecol. – 1991. – Vol. 86. – P. 177–184.

4. Cho, J. Improved transformation of *Pseudomonas putida* KT2440 by electroporation / J. Cho, E. Kim, J. So // Biotechnol Tech. – 1995. – Vol. 9. – P.41–44.

# OPTIMIZATION OF PREPARATIONS OF COMPETENT CELLS FOR ELECTROPORATION OF BACTERIA *PSEUDOMONAS BRASSICACEARUM* BIM B-446

A.A. Muratova, L.N. Valentovich

*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*anya.muratova.93@mail.ru*

The effectiveness of studying the synthesis of various antimicrobial substances directly depends on the ability of bacterial cells to perceive heterogenous genetic information by transformation.

The purpose of this research was optimization of preparations of competent cells for electroporation method of bacteria *Pseudomonas*, which was proposed in 1995 by Cho J., Kim E. and So J. To implement the electric transformation of

*P. brassicacearum* strain BIM B-446, competent cells were prepared by three different methods. In the first case, after the culture precipitation, cells were washed with 3 mM HEPES solution, in the second case – with 300 mM sucrose solution, in the third case distilled water was used as washing buffer.

It was found that the most suitable method of preparation of competent cells is method using 3 mM HEPES solution as a washing buffer, which ensures the maximum possible transfer of genetic material.

---

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ В КАЛЬЦИЙ-АЛЬГИНАТ-ХИТОЗАНОВЫХ ГРАНУЛАХ НА РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ *VINCAMINORL*.**

**А.М. Наборовская, С.Н. Филиппова**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*ann\_naborovs@mail.ru*

Иммуобилизация является уникальным биотехнологическим приемом, который открывает широкие возможности для длительного субкультивирования культур клеток и тканей [1]. Соли альгиновой кислоты и хитозан являются наиболее часто применяемыми инкапсулирующими агентами. Хитозан, представляя собой положительно заряженный поликатионит, может реагировать с отрицательно заряженными молекулами альгината с образованием полиэлектролитных комплексов. В настоящее время в недостаточной степени изучено влияние хитозан-альгинатного носителя на физиолого-биохимические характеристики клеток культур лекарственных растений. Среди ценных лекарственных растений можно выделить *Vinca minor* L., в состав которого входят фармакологически ценные алкалоиды, а также широкий спектр фенольных соединений. В связи с этим целью настоящей работы являлось установление закономерностей влияния инкапсулирования клеток суспензионной культуры *V. minor* в  $\text{Ca}^{2+}$ -альгинат-хитозановых гранулах на ростовые параметры и содержание суммы фенольных соединений и флавоноидов.

Процедуру иммобилизации клеток проводили согласно методике, описанной ранее с некоторыми изменениями [2]. Содержание суммы фенольных соединений анализировали на основе реакции комплексообразования с реактивом Фолина-Дениса [3]. Флавоноиды

определяли на основе реакции с 0,05 моль/л раствором хлорида алюминия в 96 % этаноле [3].

В результате проведенных исследований было показано, что ростовые параметры иммобилизованных клеток *V. minor*L. в кальций-альгинат-хитозановых гранулах были на 70–80 % меньше по сравнению с контрольным вариантом – свободными клетками. Накопление фенольных соединений в иммобилизованных клетках также было существенно ниже по сравнению с контролем. В то время как при изучении накопления суммы фенольных соединений, а также флавоноидов в среде инкубации *V. minor* было выявлено, что наибольшее содержание указанных вторичных метаболитов наблюдалось для клеток, иммобилизованных в кальций-альгинат-хитозановых гранулах. При этом стимулирующий эффект составлял около 70 % по сравнению со свободными клетками суспензионной культуры.

Таким образом, использование такого приема как иммобилизация клеток суспензионной культуры *Vincaminor*L. в кальций-альгинат-хитозановых капсулах приводит к замедлению роста и стимуляции экскреции вторичных метаболитов – суммы фенольных соединений и флавоноидов в среду инкубации на 70% по сравнению со свободными клетками.

1. Brodelius, P. Immobilized plant cells // Adv. Appl. Microbiol. – 1982. – Vol. 28. – P. 1–18.

2. Получение полислойных капсул на основе хитозана и солей альгиновой кислоты для инкапсулирования фосфолипидных мицелл / О.В. Манаенков [и др.] // Вестник «МИТХТ». – 2010, – № 2. – С. 76–81.

3. Запроматов, М.Н. Биохимические методы анализа растений. М.: Иностранная литература, 1960, 592 с.

## INFLUENCE OF $Ca^{2+}$ -ALGINAT-CHITOSAN IMMOBILIZED CARRIER ON GROWTH PARAMETERS AND ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN *VINCA MINOR* L. SUSPENSION CULTURE

A.M. Naborovskaia, S.N. Filipava

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ann\_naborovs@mail.ru*

The effect of immobilization of *Vinca minor* suspension cell cultures in  $Ca^{2+}$ -alginat-chitosan beads on growth, phenolic compounds and flavonoids content was investigated. Encapsulation of *Vinca minor* cells in a  $Ca^{2+}$ -alginat-

chitosan beads leads to growth decrease and stimulation of excretion of phenolic compounds in the incubation medium.

---

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА БАКТЕРИЯМИ**

**Н.В. Нахаева, М.И. Чернявская**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
charnyauskayami@gmail.com*

В последнее время возрастает интерес к применению наночастиц как в промышленности, так и в медицине в качестве антисептиков, как один из способов борьбы с распространяющейся резистентностью патогенных микроорганизмов к антибиотикам. Многие микроорганизмы за счет своих метаболитов способны восстанавливать ионы металлов до нейтральных атомов, которые, агрегируя друг с другом, образуют наночастицы [1]. Биологические методы синтеза наночастиц имеют ряд преимуществ: синтезированные таким способом наночастицы более стабильны, синтез не требует токсичных реагентов, высоких температур и давлений, что делает данные методы экономически эффективными и экологически безопасными. Продукция наночастиц микроорганизмами зависит не только от свойств самого организма, но и в значительной степени от условий внешней среды. В связи с этим целью данной работы являлось изучение влияния условий культивирования на эффективность формирования наночастиц серебра в супернатантах бактерий.

В качестве объектов исследования использовали бактерии *Bacillusflexus* 6-3 (БИМ В-940 Г), *Acinetobacterradioresistens* L5A-16 (БИМ В-877 Г) и *Dietziasp.* 10-15 (БИМ В-876 Г). Культивирование осуществляли в жидкой среде Мейнелла [2] с концентрацией мелассы 10, 20 или 30 г/л и значениями pH 6,0, 7,0 или 8,0. Для синтеза наночастиц серебра к супернатанту добавляли  $\text{AgNO}_3$  до конечной концентрации 1 ммоль/л. Полученный раствор инкубировали с перемешиванием при освещении и температуре 28 °C в течение 24 ч. Измеряли оптическую плотность (ОП) полученных растворов спектрофотометрическим методом (MetertechSP-8001) в диапазоне длин волн от 200 до 700 нм. Об образовании наночастиц серебра судили по наличию выраженных максимумов поглощения в области 390–450 нм.

Установлено, что наиболее эффективно процесс формирования наночастиц серебра протекает в супернатантах бактерий *A. radioresistens* L5A-16 при их культивировании в среде Мейнелла с концентрацией мелассы 20 г/л и pH 8,0. Полученные при этом растворы наночастиц характеризовались максимумом ОП<sub>415</sub>=7,1. С меньшей эффективностью (ОП<sub>430</sub>=5,8) наночастицы образовывались при pH 7,0, тогда как при pH 6,0 формирования наночастиц не наблюдалось. В супернатантах бактерий *B. flexus* 6-3 наиболее эффективно наночастицы серебра формировались при культивировании в среде Мейнелла с 10 г/л мелассы и pH=6,0 (ОП<sub>435</sub>=5,2). Для бактерий *Dietzia* sp. 10-15 среда Мейнелла не является предпочтительной, о чем свидетельствуют низкие значения ОП<sub>600</sub> культуры (не более 0,22), хотя в полученных супернатантах (10 г/л мелассы, pH 7,0 и 8,0) и наблюдается формирование наночастиц серебра (ОП<sub>430</sub>=3,9, ОП<sub>425</sub>=4,7, соответственно).

1. Diversity of microbes in synthesis of metal nanoparticles: progress and limitations / M. Rai [et al.] // Chapter 1 in Bio-nanoparticles: biosynthesis and sustainable biotechnological implications / Ed. by O.V. Singh. – 2015. – P. 1–30.

2. Мейнелл, Дж. Экспериментальная микробиология // М.: Мир. 1967. – 347 с.

## INFLUENCE OF CULTIVATION CONDITIONS TO BACTERIAL SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES

N.U. Nakhaeva M.I. Charniauskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*charnyauskayami@gmail.com*

The synthesis of noble metal nanoparticles, in particular synthesis of silver nanoparticles by using bacteria is of growing interest in nanobiotechnology as well as in the study of microbial metal metabolism. This may due to simplicity of procedures of biological synthesis, stability of nanoparticles, and their potential applications in chemical sensing, biological imaging, antimicrobial, gene silencing, drug delivery. Influence of pH value (pH 6.0, 7.0 or 8.0) and molasses concentration (10, 20 or 30 g/L) to effectiveness of silver nanoparticles production in supernatants of three bacterial strains: *Bacillus flexus* strain 6-3 (BIM B-940 G), *Acinetobacter radioresistens* strain L5A-16 (BIM B-877 G), and *Dietzia* sp. strain 10-15 (BIM B-876 G) was investigated. It was found that *A. radioresistens* strain L5A-16 was the most effective producer

of silver nanoparticles. Supernatant of *A. □ radioresistens* strain L5A-16 could the most effectively induce the synthesis of silver nanoparticles ( $OD_{415} = 7.1$ ) after cultivation in Meynell medium with 20 □ g/L of molasses (pH 8.0).

---

## **МОДИФИКАЦИЯ АФК-СЕНСОРА КАЛИЕВОГО КАНАЛА GORK ПОДАВЛЯЕТ ЕГО АКТИВАЦИЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА**

**И.Ю. Новосельский, П.В. Гриусевич**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
ilya.novoselskiy.y@gmail.com*

Относительно недавно была показана особая роль апопластного пула активных форм кислорода (АФК) в процессах жизнедеятельности растений [1]. В настоящем исследовании мы представляем данные, демонстрирующие роль  $K^+$ -каналов GORK в первичных взаимодействиях растительной клетки с АФК. Анализ структуры GORK показал его аналогию с  $K^+$ -каналом SKOR, имеющим АФК-чувствительный центр и отвечающим за загрузку  $K^+$  в сосуды ксилемы [3]. Схожий центр идентифицирован нами в канале GORK. Установлено, что АФК-чувствительной аминокислотой данного центра является цистеин в положении 151.

В данном исследовании использовались корни *Arabidopsisthaliana* (L.) Heynh четырех типов: 1) дикий тип Wassilevskija – ‘WS-0’; 2) нокаутные мутанты *gork1-1*, лишенные функционального белка GORK (1 линия); 3) *gork1-1* с возмещенным нативным GORK (2 линии); 4) *gork1-1*, экспрессирующий GORK с заменой C151S (3 линии). В исследовании использовались стандартные пэтч-кламп протоколы, ранее развитые в наших лабораториях [2].

Анализ выходящих токов  $K^+$  у растений дикого типа (WS-0) продемонстрировал наличие быстро- и медленно-активирующихся компонент в наружу-направленной проводимости плазматической мембраны. Введение в окружающий раствор смесей, генерирующих гидроксильные радикалы, вызывало многократное увеличение медленно-активирующейся компоненты выходящего тока и небольшой рост мгновенных токов. У растений-нокаутов *gork1-1*, лишенных функционального белка GORK, медленно-активирующаяся компонента

тока отсутствовала, а обработка их смесью, генерирующей гидроксильные радикалы, не приводила к заметным изменениям данной компоненты. Примечательно, что для *gork1-1* была характерна более выраженная активация мгновенных  $K^+$ -токов по сравнению с диким типом. У растений *gork1-1* с возмещенным нативным каналом GORK наблюдалась нормальная активация медленных наружу-направленных токов. Линии *gork1-1*, экспрессирующие GORK с заменой цистеина 151 на серин, демонстрировали снижение чувствительности к смесям, генерирующим гидроксильные радикалы.

Таким образом было показано, что Цис-151 в комплексе наружу-выпрямляющего  $K^+$ -канала GORK участвует в прямом взаимодействии с АФК и опосредует активацию данного канала в ответ на продукцию в среде АФК. Явление активации  $K^+$ -канала GORK под действием АФК может потенциально вовлекаться в реакции, связанные с регуляторными функциями АФК, а также лежать в основе индукции запрограммированной клеточной гибели и автофагии в корне высших растений.

1. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology / V. Demidchik [et al.] // Environmental and experimental botany. – 2015. – Vol. 109. – P. 212–228.

2. *Arabidopsis* root  $K^+$  efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death / T.A. Cuin [et al.] // Journal of cell science. – 2010. – Vol. 123. – P. 1468–1479.

3. A minimal cysteine motif required to activate the SKOR  $K^+$  channel of *Arabidopsis* by the reactive oxygen species  $H_2O_2$  / C. Garcia-Mata [et al.] // Journal of biological chemistry. – 2010. – Vol. 285. – P. 29286–29294.

## MODIFICATION OF ROS SENSOR IN $K^+$ CHANNEL GORK INHIBITS ACTIVATION BY REACTIVE OXYGEN SPECIES

I. Navaselsky, P. Hryvusevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ilya.novoselskiy.y@gmail.com*

Reactive oxygen species (ROS) play an important role in plants controlling processes such as growth, development, response to biotic and abiotic stress, and programmed cell death. In this paper we have presented data demonstrating the role of  $K^+$  channel GORK in plant cell primary interaction with ROS.

---

## ЭВОЛЮЦИОННАЯ ИСТОРИЯ СЕМЕЙСТВА ГЕНОВ MTG У ПОЗВОНОЧНЫХ

**А.И. Овчарова, Т.В. Романовская**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*anna\_ovcharova@outlook.com*

Высококонсервативное семейство генов MTG у позвоночных включает 3 паралогичных гена, белковые продукты которых содержат 4 консервативных домена и являются транскрипционными корепрессорами, контролирующими гемопоэз, нейрогенез и дифференцировку стволовых клеток эпителия [1]. Два из трех генов семейства могут вовлекаться в транслокации, ассоциированные с острым миелоидным лейкозом, колоректальным раком и другими онкологическими заболеваниями [2]. Целью нашего исследования было установление событий, которые определили становление и функциональную дивергенцию генов, входящих в состав данного семейства.

Поиск последовательностей производился в базах Ensembl [3] и GenBank [4]. Для проведения биоинформатического сравнительного анализа и построения филогенетических реконструкций использовались программы MEGA7, BEAST2, а также ряд электронных ресурсов с открытым доступом.

Было определено, что формирование родоначального гена семейства MTG всех *Metazoa*, было связано с объединением последовательностей, кодирующих TAFH-домен TAF4-субъединицы транскрипционного фактора TFIID и высококонсервативный домен цинковых пальцев zf-MYND из гена DEAF1. Два дополнительных домена, NHR2 и NHR3, сформировались у общего предка *Cnidaria* и *Bilateria*. После разделения *Bilateria* на *Proto-* и *Deuterostomia* в линии *Vertebrata* произошли две последовательные полногеномные дупликации, приведшие к экспансии генов семейства. Все 3 гена семейства MTG у позвоночных имеют схожую высококонсервативную экзон-интронную структуру. Вместе с тем, при сравнительном анализе трёх паралогов *Homo sapiens* и их единственного гомолога у *Branchiostomabelcheri* было обнаружено, что в одном из генов произошла вставка одного дополнительного экзона, а в другом, наоборот, делеция одного из имеющихся экзонов в 5' концевой области открытой рамки считывания. Анализ скоростей эволюции по каждому домену



выявил действие движущего отбора на последовательности TAFH домена гена MTGR1 у всех *Vertebrata*, домена NHR4 у предкового для MTG8 и MTG16 гена, и домена NHR3 гена MTGR1 у плацентарных млекопитающих. Домен NHR2 трёх паралогов, определяющий способность белка к олигомеризации, эволюционирует наиболее стабильно и сравнительно быстро во всех таксонах, что может свидетельствовать о том, что выполняемая этим доменом функция не требует высокой консервативности последовательности.

Таким образом, было показано, что генное семейство MTG сформировалось в результате двух полногеномных дупликаций в основании *Vertebrata*. Филогенетический анализ позволяет предположить, что накопление замен в значимых участках доменов поменяло паттерны взаимодействия с белками-партнерами и определило не только структурную, но и функциональную дифференциацию членов данного семейства.

1. Davis, □ J.N. The ETO (MTG8) gene family / J.N. Davis, L. McGhee, S. Meyers // *Gene*. – 2003. – Vol. 303. – P. 1–10.

2. Rossetti, □ S. The MTG proteins: chromatin repression players with a passion for networking / S. Rossetti, A.T. Hoogeveen, N. Sacchi // *Genomics*. – 2004. – Vol. 84, No 1. – P. 1–9.

3. <http://www.ensembl.org/index.html>

4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

## EVOLUTIONARY HISTORY OF THE MTG GENE FAMILY IN VERTEBRATES

A.I. Ovcharova, T.V. Romanovskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*anna\_ovcharova@outlook.com*

The highly conserved MTG gene family includes three homologs in vertebrates (MTG8, MTGR1, MTG16) encoding transcriptional corepressors, which are important in haemopoiesis, neurogenesis and epithelial stem cell differentiation. These genes are of particular interest because they are involved in translocations, associated with different types of cancer. Looking at how this gene family evolved might provide insights into history of its structural and functional diversification.

We have performed a phylogenetic analysis of MTG nucleotide and protein sequences, and our results show that the ancestral gene first appeared in the last common ancestor of basal *Metazoans* by domain shuffling and it encodes for

two core domains. This association was followed by accumulation of mutations and formation of two additional domains. These domains are responsible for dimerization and thus increase its functional activity. According to phylogenetic analysis, MTG family emerged due to two whole genome duplication events preceding *Vertebrata* clade formation. Comparison of three paralogs of *Homo sapiens* and its homolog in *Branchiostomabelcheri* revealed an insertion of additional exon in MTG16 gene and elimination of one exon in MTGR1 gene. Functional divergence of MTG genes is assumed to follow this events. Besides, we also identified two arthropods with two paralogs in which independent duplications occurred.

Our work establishes that the high conservatism of MTG indicates its great importance in development and also suggests that studying of gene evolution may lead to a better function revelation.

---

## ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ *CATHARANTHUS ROSEUS* (L.) G. DON

**О.С. Потороченко, С.Н. Филиппова**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
olga.potorochenko@gmail.com*

*Catharanthus roseus*(L.) G. Don является ценным лекарственным растением. В нем синтезируются алкалоиды, танины, сапонины, стероиды, фенолы, глюкозиды, пектины и другие метаболиты. Принадлежность данного растений к тропическому виду, ограниченность природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, а также ряд других причин приводят к осознанию того, что культуры клеток и тканей *invitro* могут представлять собой альтернативный и уникальный источник биологически ценных соединений. Однако применение технологии *invitro* не всегда позволяет добиться достаточного уровня биосинтеза фармакологически активных соединений. Наночастицы являются весьма перспективными агентами в области стимуляции продуктивности ценных растений *invivo* и *invitro*. Специфическое биологическое действие наночастиц существенно отличается от действия тех же веществ в ионной форме, либо в форме дисперсий частиц более крупного размера [1]. Поэтому исследование влияния наночастиц на процессы первичного и вторичного метаболизма в

культурах *in vitro* является очень актуальным для современной биотехнологии.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния наночастиц меди в концентрациях 1, 5 и 25 мг/л на ростовые параметры, содержание суммы фенольных соединений и флавоноидов в экстрактах клеток суспензионной культуры *C. roseus*.

В результате проведенных исследований было установлено, что включение наночастиц меди во всех исследуемых концентрациях приводило к уменьшению прироста биомассы клеток суспензионной культуры *C. roseus*. Причем при повышении концентрации наночастиц в среде инкубации ингибирующий эффект увеличивался. Так, добавление исследуемых частиц в концентрациях 1 и 5 мг/л ингибировало рост клеток на 22–30 %. В то время как включение наночастиц меди в концентрации 25 мг/л приводило к еще более существенному замедлению роста.

При исследовании влияния наночастиц меди на накопление суммы фенольных соединений в клетках суспензионной культуры *C. roseus* было показано, что в исследуемых концентрациях данные частицы также оказывают ингибирующее действие. Содержание указанных метаболитов в суспендированных клетках, которые инкубировались на средах, в состав которых входили наночастицы, было меньше на 16–35 % по сравнению с контролем. Однако при включении наночастиц в концентрациях 5 и 25 мг/л в среду культивирования клеток *C. roseus* наблюдался незначительный стимулирующий эффект в накоплении флавоноидов (на 12–14 % по сравнению с контролем). При этом наночастицы в концентрации 1 мг/л оказывали незначительное ингибирующее действие.

Таким образом, анализ действия наночастиц меди выявил наличие стимулирующего эффекта в концентрациях 5 и 25 мг/л на накопление флавоноидов в каллусах *C. roseus*. При этом, воздействие наночастиц меди не вызывало подобного эффекта на накопление суммы фенольных соединений и ростовые параметры.

1. Buzea, C. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity / C. Buzea, I.I. Pacheco, K. Robbie // *Biointerphases*. – 2007. – Vol. 2, No 4. – P. MR17–MR71.

INFLUENCE OF COPPER NANOPARTICLES ON GROWTH  
PARAMETERS AND ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN  
*CATHARANTHUS ROSEUS* (L.) G. DON SUSPENSION CULTURE

O.S. Potorochenko, S.N. Filipava

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*olga.potorochenko@gmail.com*

Studies on the influence of nanoparticles on plant systems are now attracting growing interest. The impact of copper nanoparticles in different concentrations on the growth parameters, accumulation of phenolic compounds and flavonoids in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don suspension culture was investigated. The obtained results have important implications for the development of plant biotechnology.

---

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ГЕТЕРОПОЛИСАХАРИДА  
МОРСКИХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ  
В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т.В. Радевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*coccinellidae@tut.by*

В последние годы активно ведётся поиск наиболее рациональных и высокоэффективных методов и технологий производства и переработки молока и молочных продуктов. В связи с этим, большой теоретический и практический интерес представляет возможность использования хитозана для выделения белков молока. Хитозан – катионный гетерополисахарид, который обладает рядом уникальных химических, физических и биологических свойств и является безвредной для здоровья пищевой добавкой [1]. Применение его позволит получить новые функциональные продукты питания и значительно снизить энергетические затраты при переработке молочного белково-углеводного сырья.

Ранее нами показано, что сывороточные белки эффективно взаимодействуют с хитозаном, образуя коагулят [2, 3]. В основе данного процесса лежит неравновесное комплексообразование отрицательно заряженных белков сыворотки молока с положительно заряженными молекулами хитозана, в результате которого происходит образование анизотропных гелей и коацерватов белков [2, 3]. Такой процесс может

быть пригоден для переработки обезжиренного молока, в результате которого, будет получена белковая масса содержащая казеин и сывороточные белки.

Целью данной работы являлось разработка технологии коагуляции белков молока с использованием хитозана для получения белковой массы.

В работе использовали: олигохитозан и хитозаны с молекулярными массами 47 кДа, 25,4 кДа, 7,7 кДа любезно предоставленные В.П. Варламовым и В.Е. Тихоновым; сукцинизированный хитозан (производство «Биопрогресс», Россия). Молоко обезжиренное производства ОАО «Савушкин продукт». Для коагуляции белков в молоко добавлялось различное количество водорастворимого хитозана. Образовавшийся коагулят отделяли центрифугированием. Белки молока анализировали с использованием электрофореза в ПААГ в нативных и денатурирующих условиях.

При добавлении к обезжиренному молоку при pH 6,3 раствора хитозана происходило образование коагулята казеинов, сывороточных белков и полисахарида. Анализ полученных результатов свидетельствует, что происходит эффективное взаимодействие белков молока с положительно заряженными молекулами хитозана с молекулярными массами 47,6 кДа, 25,4 кДа, 7,7 кДа. Наиболее оптимальное связывание происходило при 0,5% содержании полисахарида независимо от его молекулярной массы, при этом наиболее плотный коагулят образуется с хитозаном 47,6 кДа. При добавлении сукцинизированного хитозана и олигохитозана с молекулярной массой около 358,3–716,7 Да коагулята не образуется.

В результате ионного взаимодействия хитозана с белками обезжиренного молока достигается 90–92 % выход целевого продукта. В его состав кроме незначительного количества хитозана входят все формы казеинов:  $\alpha_s$ -казеин,  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин, а также значительное количество  $\beta$ -лактоглобулина и  $\alpha$ -лактальбумина. Полученные данные создают теоретические предпосылки к использованию хитозана в практической реализации оригинальной технологии получения казеина из обезжиренного молока.

1. Kean, T. Biodegradation, biodistribution and toxicity of chitosan / T. Kean, M. Thanou // *Adv. Drug Deliv. Rev.* – 2010. – Vol. 62. – P. 3–11.

2. Usage of chitosan in dairy products production / I. A. Evdokimov [et al.] // *Foods and raw materials.* – 2015. – Vol. 3, No 2. – P. 29–39.

3. Буткевич, Т.В. Использование хитозана в производстве молочных продуктов / Т.В.□ Буткевич [и др.] // Труды БГУ. – 2014. – Т.9, Ч.2. – С.181–190.

## USAGE OF STRUCTURAL HETEROPOLISACHARIDE OF MARINE ARTHROPODS IN DAIRY INDUSTRY

T.U. Radevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*coccinellidae@tut.by*

A technology of casein and whey proteins production using chitosan from skim milk is proposed. It is shown that, at pH 6.3, coagulation of caseins micelles and whey proteins with positively charged chitosan molecules with molecular masses 47 kDa, 25.4 kDa, 7.7 kDa occurs. As a result of ionic interaction of chitosan with skim milk proteins, 90–92 % yield of the desired product is achieved. In its composition, in addition to an insignificant amount of chitosan, all forms of caseins and whey proteins are enclosed. The data obtained create theoretical preconditions for the use of chitosan in the practical implementation of the original technology for producing of caseins from skim milk.

---

## ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПЕПТИДА АТРЕРНА УРОВЕНЬ АФК И АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ПРОРОСТКАХ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

М.Г. Ракоть, Г.Г. Филиппова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*filiptsova@bsu.by*

В условиях действия неблагоприятных факторов среды в растительном организме активируются окислительные реакции, что приводит к изменению баланса в клеточном редокс-статусе и развитию окислительного стресса. Очевидно, что индукция антиоксидантных систем с помощью экзогенных сигнальных молекул представляет собой один из способов повышения устойчивости растений к действию стрессоров. Целью данной работы было исследование влияния экзогенной обработки растений синтетическим пептидным элиситором AtPer на уровень АФК и состояние антиоксидантной системы клеток, в частности активность

ферментов пероксидазы и супероксиддисмутазы (СОД). Объектом исследования служили проростки гороха, выращенные в водной культуре рулонным методом. 14-дневные проростки опрыскивали водным раствором пептида AtPer в концентрации  $10^{-9}$  М. Окислительный стресс (ОС) создавали добавлением в наружный раствор  $10^{-3}$  М  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $10^{-3}$  М  $\text{CuCl}_2$  и  $10^{-3}$  М аскорбиновой кислоты.

Установлено, что обработка надземной части проростков гороха синтетическим пептидом AtPer в концентрации  $10^{-9}$  М уже через 2 часа приводит к повышению уровня АФК в листьях в 2–3 раза по сравнению с контролем. Увеличение времени воздействия пептида до 24 часов вызывает снижение данного показателя, он становится в 1,2 раза выше контроля. Через 48 часов после обработки этот показатель снижается до исходного уровня. Воздействие ОС на предварительно обработанные пептидом проростки гороха не вызывает существенного увеличения уровня АФК в листьях, данный показатель примерно в 5 раз ниже, чем в необработанных образцах, что свидетельствует о ярко выраженных защитных свойствах пептида AtPer. Полученные данные позволяют предположить, что пептид AtPer обладает элиситорным действием и осуществляет индукцию сигнальных систем посредством быстрого роста уровня АФК, выполняющих сигнальные функции и активирующих экспрессию генов антиоксидантной системы.

Изучение влияния синтетического пептида AtPer на активность антиоксидантных ферментов показало, что через 24 часа после обработки растений происходит увеличение активности пероксидазы и СОД, соответственно на 20 и 50 % по сравнению с контролем. Максимальная активность СОД обнаружена через 48 часов после обработки (в 4 раза выше контроля), что, очевидно, и обуславливает снижение уровня АФК в листьях проростков гороха в условиях ОС.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что предварительная обработка проростков гороха синтетическим пептидом AtPer способствует запуску защитных механизмов, в частности, активации антиоксидантных ферментов, как следствие, снижению содержания АФК в растениях, подвергнутых окислительному стрессу. Можно предположить схему воздействия пептидного элиситора на физиолого-биохимические характеристики проростков гороха. При обработке растений данным препаратом, он воспринимается как сигнальное вещество, происходит запуск сигнальных систем с участием АФК и индукция антистрессовых

программ, что, в конечном итоге, вызывает увеличение устойчивости растений к стрессовым воздействиям.

# INFLUENCE OF SYNTHETIC PEPTIDE AtPep AT THE LEVEL OF ROS AND ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN THE PEA SEEDLING UNDER OXIDATIVE STRESS

M.G. Rakot, H.G. Filiptsova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*filiptsova@bsu.by*

The treatment of pea seedlings with synthetic peptide AtPep at a concentration of  $10^{-9}$  M causes of activation of antioxidant enzymes of peroxidase and superoxide dismutase and a decrease in the level of ROS in plants under oxidative stress.

---

# ВНУТРИВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ СУРФАКТАНТОБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ *RHODOCOCCEUSERYTHROPOLIS*

М.С. Ратникова, М.И. Чернявская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*charnyauskayami@gmail.com*

Бактерии рода *Rhodococcus* – крайне привлекательная в биотехнологическом плане группа микроорганизмов. Благодаря наличию в геноме большого количества генов оксидоредуктаз, они способны окислять широкий спектр органических субстратов, включая углеводороды различных групп. Геном родококков крайне пластичен благодаря наличию большого количества мобильных генетических элементов и стратегии гиперрекомбинации, что позволяет этим микроорганизмам быстро приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды. Также родококки являются эффективными продуцентами биосурфактантов (био-ПАВ), которые находят свое применение в нефтяной, химической, фармацевтической, пищевой отраслях промышленности, медицине, а также при биоремедиации загрязненных нефтью и углеводородами территорий [1, 2].

Целью данной работы было изучение внутривидового полиморфизма на примере вида *Rhodococcus erythropolis*.



В качестве объектов исследования служили бактерии *R. erythropolis* (штаммы A2-h2 и A29-k1) и *Rhodococcus* sp. (штаммы A20-19 и A52-5), выделенные из образцов антарктического грунта. Фингер-принт анализ проводили с использованием праймеров BOXA1R и (GTG)<sub>5</sub> [3]. Периодическое культивирование бактерий-продуцентов био-ПАВ осуществляли в жидкой минеральной среде Мюнца [4] с аэрацией в течение 168 часов. Способность к образованию ПАВ определяли с помощью OS-теста [5], поверхностное натяжение супернатанта измеряли согласно методу дю Нуи, а также измеряли индекс эмульгирования (E<sub>24</sub>). Экстракцию биосурфактантов осуществляли метил-трет-бутиловым эфиром, химический состав определяли с помощью тонкослойной хроматографии.

Рестрикционный анализ ампликонов генов *rpoC* позволил отнести штаммы A20-19 и A52-5 к виду *R. erythropolis*. С помощью фингер-принт анализа были установлены различия в организации генетического материала изучаемых штаммов, о чем свидетельствовало различное количество и разные размеры продуктов амплификации с праймерами BOXA1R и (GTG)<sub>5</sub>. Кроме того были обнаружены некоторые различия в спектрах утилизируемых углеводов: все штаммы были способны к росту на минеральной среде с нефтью, дизельным топливом, керосином, гексадеканом, гексаном и антраценом; три штамма дополнительно утилизировали нонан, этилбензол, толуол; два штамма – о-ксилол; один штамм – фенантрен.

Отличия были обнаружены и в эффективности продукции сурфактантов исследуемыми бактериями. При культивировании в среде Мюнца с нитратом натрия в качестве источника азота и 2 % гексадекана в качестве источника углерода наибольшее снижение поверхностного натяжения (до 35,1 мН/м) зарегистрировано в надосадочной жидкости бактерий *R. erythropolis* A29-k1. Их культуральная жидкость также обладала наилучшей нефтеотмывающей способностью (диаметр свободной от нефти зоны по результатам OS-теста составил 32,2 мм). В надосадочной жидкости бактерий *R. erythropolis* A2-h2 поверхностное натяжение снижалось до 38,2 мН/м, а *R. erythropolis* A20-19 и A52-5 – всего до 54,8 мН/м. Какой-либо значимой эмульгирующей активности ни для одного из штаммов установлено не было.

После выделения (0,8 мл/л неочищенных сурфактантов) и разделения внеклеточных био-ПАВ, синтезируемых штаммом *R. erythropolis* A29-k1, с помощью тонкослойной хроматографии было

выявлено наличие двух видов биосурфактантов (с величиной удерживания  $R_f = 0,46$  и  $0,54$ ) гликолипидной природы.

1. Ashis, K. Microbial surfactants and their potential applications: an overview / K. Mukherjee Ashis, Das Kishore // Biosurfactants / ed.: R. Sen. - Springer Science & Business Media, 2010. - P. 54–64.

2. Kuyukina, M.S. Application of *Rhodococcus* in Bioremediation of Contaminated Environments / M.S. Kuyukina, I.B. Ivshina // Microbiology Monographs / ed.: A. Steinbuchel. - London, NY: Springer-Verlag, Dordrecht, 2010. - Vol. 16. - P. 231–262.

3. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction / J. Versalovic [et al.] // Meth. Mol. Cell. Biol. - 1994. - Vol. 5 - P. 25–40.

4. Пирог, Т.П. Интенсификация синтеза поверхностно-активных веществ при культивировании *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гексадекане / Т.П. Пирог, Т.А. Шевчук, Ю.А. Клименко // Прикладная биохимия и микробиология. - 2010. - Т. 46, № 6. - С. 651–658.

5. Production of biosurfactants by *Arthrobacter* sp. N3, a hydrocarbon degrading bacterium / V. Čipinytė [et al.] // Environ. Technol. Res. - 2011. - Vol. 1. - P. 68–75.

## INTRASPECIES POLYMORPHISM OF SURFACTANT-PRODUCING BACTERIA *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS*

M.S. Ratnikava M.I. Charniauskaya  
Belarusian State University, Minsk, Belarus  
charnyauskayami@gmail.com

The bacterial genus *Rhodococcus* is of interest for a variety of reasons. The metabolic abilities of many species means that they can degrade a range of environmental pollutants, such as crude oil or different hydrocarbons, and transform or synthesize compounds with possible useful applications. Rhodococci are the effective producers of surface-active compounds with different applications. Their genomic plasticity is under particular interest too. We investigated four strains of *Rhodococcus erythropolis* isolated from different Antarctic ground samples. Differences in genetic organization were detected by REP-PCR. The strains had different spectrum of utilizing hydrocarbons. The strain *R. erythropolis* A29-k1 was the most efficient surfactant producer. The surface tension of supernatant of *R. erythropolis* strain A29-k1 168-h culture

was decreased to 35.1  $\mu$  mN/m. It was found that this strain produced two types of glycolipid surfactants with  $R_f$  0.46 and 0.53.

---

## АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА КОРОВЬЕГО МОЛОЗИВА И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ

**Р.В. Романович**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
bio.romanoviRV@bsu.by*

Коровье молозиво перспективно использовать в качестве сырья для производства функциональных продуктов, так как оно содержит в более высоких концентрациях, чем обычное молоко, белки, жиры, иммунные факторы, витамины и минералы, но в меньшей концентрации – лактозу. Особое внимание стоит уделить пептидам молозива, получаемых с помощью ферментативного гидролиза, так как они обладают полезными биологическими активностями [1].

Целью проведённых экспериментов было определение антиоксидантной активности для нативного молозива, его гидролизатов, а также ультрафильтратов.

В работе пептиды получали с помощью гидролиза молозива алкалазой и нейтразой. Глубину протеолиза белков молока контролировали с помощью ДСН-электрофореза. Для оценки антиоксидантной активности использовался флуориметрический ORAC–метод [2].

В ходе работы было установлено, что для гидролизатов, полученных с помощью алкалазы характерна большая глубина гидролиза белковых субстратов, чем для гидролизатов, полученных с помощью нейтразы. В частности в гидролизате молозива, полученного с применением алкалазы, установлено расщепление казеиновой фракции, а также сывороточных белков  $\alpha$ ла и  $\beta$ лг. Напротив, в гидролизате молозива, полученном при использовании нейтразы, отмечается частичное расщепление казеина и  $\beta$ лг. Уровень антиоксидантной активности рассчитывали на содержание как сухого вещества, так и белка, чтобы объективно оценить вклад белковой и небелковой составляющих. Расчёты приводятся в IC<sub>50</sub>, соответствующей 50 % подавлению флуоресценции. IC<sub>50</sub> для образцов нативного молозива составило 0,181–0,204  $\mu$  мг/мл (сухого вещества) и 0,125–0,132  $\mu$  мг/мл (белка). В результате ферментативного гидролиза

алкалазой АОА увеличилась в 5,0 (с.в.) и 5,4 (белок) раз, при расщеплении нейтразой – в 2,0 и 1,8 раз. После ультрафильтрации образцов показано возрастание АОА гидролизата алкалазы дополнительно в 1,3 (с.в.) и 2,9 (белок) раз; в случае расщепления нейтразой – 1,8 и 3,6 раз. Согласно полученным экспериментальным данным, АОА ультрафильтрата не столь существенно превышает показатели, установленные после гидролиза алкалазой. В целом, АОА активность ультрафильтрата гидролизата, полученного с применением алкалазы, возросла в 6,7 раз по сравнению с нативным коровьим молозивом (в расчете на сухое вещество), в случае нейтразы – в 3,6 раз [2].

Таким образом, с увеличением глубины гидролиза белковых субстратов, наблюдается возрастание их антирадикальной активности. Максимальный антиоксидантный эффект показан для гидролизата молозива, полученного с помощью алкалазы, и соответствующего ультрафильтрата. В связи с этим, использование молозива, а также его гидролизатов в качестве сырья для получения продуктов функционального назначения может быть рентабельно для производства и полезно для организма человека.

1. Evaluation of antimutagenic and antifungal properties, parameters of acute toxicity and sensitizing activity of enzymatic whey protein hydrolysate / T.N. Halavach [et al.] //Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 105–114.

2. Головач, Т.Н. Ферментативные гидролизаты коровьего молозива как источник биологически активных пептидов //Белорусские лекарства – Минск, 2016.– С. 51–55.

## THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BOVINE COLOSTRUM AND ITS BIOLOGICALLY ACTIVE PEPTIDES

R.V. Romanovich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.romanoviRV@bsu.by*

In the course of the work it was found that for hydrolysates obtained with the alcalase, a greater depth of hydrolysis of protein substrates is characteristic than for hydrolysates obtained with the help of an neytraza. IC<sub>50</sub> for samples of native colostrum was 0.181–0.204 mg/ml (dry matter) and 0.125–0.132 mg/ml (protein). As a result of enzymatic hydrolysis with alcalase antioxidant activity increased in 5.0 (d.m.) and 5.4 (protein) times, hydrolysis with neytraza – in 2.0 and 1.8 times. After ultrafiltration of the samples, the AOA of the hydrolysate of

alcalase was shown to increase in addition to 1.3 (d.m.) and 2.9 (protein) times; in the case of neytraza, 1.8 and 3.6 times.

The use of colostrum, as well as its hydrolysates as raw materials for the production of functional products, can be profitable for production and useful for the human body.

With an increase in the depth of hydrolysis of protein substrates, an increase in their antiradical activity is observed. The maximum antioxidant effect is shown for the hydrolysate colostrum obtained using alcalase and corresponding ultrafiltrate.

---

### **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДЕПРОТЕИНИЗАЦИИ И ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТИНА ИЗ МИЦЕЛИАЛЬНОЙ БИОМАССЫ *ASPERGILLUS NIGER***

**А.С. Рудая, О.В. Павлова, В.Н. Бурдь**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*alena\_rudaya@inbox.ru*

Разработаны оптимальные режимы депротеинизации и деацетилирования мицелиальной биомассы гриба *Aspergillus niger*, являющейся отходом производства на ОАО «Скидельский сахарный комбинат» (Гродненский р-н).

Основным источником хитина и хитозана являются морские ракообразные – крабы, креветки, омары, раки и рачки. Но, как известно, панцири ракообразных достаточно дорогостоящее сырье, цена которого зависит от сезонности, связана с возрастом и биологическим видом краба [1]. Существенным фактором является и непостоянство состава такого сырья. В то же время, одним из сырьевых источников хитина могут быть отходы микробиологической промышленности. Большой интерес представляет биомасса *A. niger*, остающаяся при производстве лимонной кислоты. В связи с этим актуальна разработка способов получения хитина и его производных из биомассы *A. niger*, которая поможет частично решить ряд проблем, связанных с хитиновым сырьём [2, 3].

Технологический процесс получения хитозана из грибной биомассы включает стадии депротеинизации, деминерализации, депигментации и деацетилирования. В настоящей работе приведены данные по оптимизации

процессов депротеинизации и деацетилирования, осуществляемые растворами щелочей при повышенной температуре. Переменными факторами были концентрация гидроксида натрия, температура и время обработки. Степень деацетилирования оценивали с помощью ИК-спектроскопии по соотношению сигналов валентных колебаний гидроксильной и карбонильной групп.

Депротеинизация биомассы осуществлялась разбавленными растворами гидроксида натрия, с повышением температуры скорость процесса существенно возрастала. Оптимальными параметрами депротеинизации являются 2 %-ный раствор гидроксида натрия при 90 °С и времени обработки один час.

Деацетилирование хитина требует значительно более жестких условий и, в первую очередь, более высокой концентрации щелочи. Для оценки технологической эффективности исследуемых режимов деацетилирования полученные образцы хитозана анализировались на предмет их растворения в слабом растворе органической кислоты. В качестве растворителя взят 2 % раствор уксусной кислоты. Наблюдаемое набухание и последующее растворение некоторых образцов хитозана, позволило установить, что для эффективного деацетилирования необходимой является массовая доля гидроксида натрия в растворе не менее 50 %, температура обработки в диапазоне 90–100 °С, экспозиция обработки 2 часа.

Таким образом, разработанные нами условия позволяют получить 20–30 г сырого целевого продукта из 100 г сырой мицелиальной биомассы *A. niger*. Полученный хитозан представляет собой порошок светло-бежевого цвета, растворимый в растворе 2 %-ной уксусной кислоты.

1. Феофилова, Е.П. Хитин мицелиальных грибов: методы выделения, идентификации и физико-химические свойства / Е.П. Феофилова, В.М. Терешина, А.С. Меморская // Микробиология. – 1995. – Т. 64. – № 1. – С. 27–31.

2. Скрыбин, К.Г. Хитин и хитозан: получение, свойства и применение / К.Г. Скрыбин, Г.А. Вихорева, В.П. Варламов. – М.: Наука, 2002. – 368 с.

3. Гальбрайх, Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение / Л.С. Гальбрайх // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 1. – С. 51–56.

OPTIMIZATION MODES OF DEPROTEINIZATION AND  
DEACETYLATION OF CHITIN FROM MYCELIAL BIOMASS OF  
*ASPERGILLUS NIGER*

A.S. Rudaya, O.V. Pavlova, V.N. Bourd

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*alena\_rudaya@inbox.ru*

The conditions of the key stages for obtaining chitosan from the mycelial biomass of *Aspergillus niger* cells were selected. Deproteinization of the biomass was carried out with a dilute sodium hydroxide solution. The optimal parameter is 2 % sodium hydroxide solution treated at 90 °C for one hour.

Deacetylation of the chitin-glucan complex requires considerably more stringent conditions and, above all, a higher concentration of alkali. By the degree and rate of dissolution of chitosan samples in 2 % acetic acid solution, it was established that effective deacetylation can be carried out with at least 50 % of the sodium hydroxide mass fraction in the solution treated in the range of 90–100 above Celsius for 2 hours.

Chitin and chitosan obtained this way can be used in medicine, cosmetology, agriculture, and food industry. The yield of the crude target product according to the developed technology is 20–30 g from 100 g of the crude mycelial biomass of *Aspergillus niger*. The resulting chitosan is a light beige powder soluble in 2 % acetic acid solution.

---

РЕДОКС-БАЛАНС БЕЛКОВЫХ ТИОЛОВ И СМЕШАННЫХ  
ДИСУЛЬФИДОВ В БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЯХ ГОЛОВНОГО  
МОЗГА КРЫС ПРИ ЖЕЛЕЗО(II)-ИНДУЦИРОВАННОМ  
ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ *INVIVO*

Д.С. Семенович<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь*

<sup>2</sup>*Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси,  
Гродно, Беларусь  
semenovich@ibiochemistry.by*

Нарушения редокс-баланса является одним из важнейших факторов апоптотической гибели нейронов, что характерно для распространенных заболеваний ЦНС: ишемического поражения головного мозга, рассеянного склероза, болезни Альцгеймера, Паркинсона. Известно, что течение

данных патологий сопровождается развитием окислительного стресса (ОС), что приводит к активации системы антиоксидантной системы защиты и индукции перекисного окисления липидов (ПОЛ) в нервной ткани. Железо является мощным прооксидантным фактором, способствующим индукции ПОЛ и обуславливающим окислительное повреждение нейронов в базальных ганглиях головного мозга при нейродегенеративной патологии, например, при пантотенаткиназа-ассоциированной нейродегенерации (PKAN) [1].

Целью исследования явилось изучение редокс-баланс белковых тиолов и смешанных дисульфидов в базальных ганглиях головного мозга при железо(II)-индуцированном ОС *in vivo*.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи: осуществить моделирование окислительного стресса у крысят путем введения глюконата железа (II); определить содержание ТБК-реагирующих соединений (ТБКРС) и содержание белковых тиолов (PrSH), смешанных дисульфидов (PrSSR) и S-глутатионилированных белков (PrSSG).

Моделирование окислительного стресса осуществили путем введения глюконата железа (II) (100 мг/кг, *per os*) 10-дневным крысятам в течение 7 дней. На 30 день жизни крыс проводили эвтаназию. ТБКРС определяли колориметрическим методом [2]. Содержание PrSH, PrSSR и PrSSG определяли спектрофотометрическим методом [3]. Общий белок в гомогенате ткани определяли по методу Брэдфорд [4].

Введение глюконата железа (II) 10-дневным крысятам в течение 7 дней характеризуется развитием окислительного стресса в базальных ганглиях на 30 день онтогенеза, о чем свидетельствует повышение содержания ТБКРС на 22,5 % ( $p < 0,05$ ), снижение соотношения PrSH/PrSSR на 19 % ( $p < 0,05$ ) и увеличение содержания PrSSG на 31 % ( $p < 0,05$ ).

Введение препаратов железа крысам в неонатальном периоде приводит к выраженной активации окислительных процессов в базальных ганглиях головного мозга крыс, о чем свидетельствуют изменения редокс-баланса белковых тиолов и смешанных дисульфидов, S-глутатионилирования белков, а также повышение уровня ТБКРС. Следовательно, данная модель может быть использована для изучения процессов нейродегенерации в структурах мозга и поиска новых подходов к коррекции нейродегенеративной патологии.

1. Schneider S.A. // *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* 2016. V. 16, No 9. P. 16–19.



2. Grintzalis K. [et al.] // *Free Radic. Biol. and Med.* 2013. V. 59. P. 27–35.
3. Patsoukis N., Georgiou Ch. D. // *Anal. Bioanal. Chem.* 2004. V. 378. P. 1783–1792.
4. Noble J.E., Bailey M.J. // *Methods Enzymol.* 2009. V. 463. P. 73–95.

## REDOX-BALANCE OF PROTEIN THIOLS AND MIXED DISULPHIDES IN BASAL GANGLIA OF THE RATS AT IRON (II) -INDUCED OXIDIZING STRESS *IN VIVO*

D.S. Semenovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Yanka Kupala Grodno State University, Grodno, Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Biochemistry of Biologically Active Substances, National Academy  
of Science of Belarus, BLK, Grodno, Belarus*

*semenovich@ibiochemistry.by*

The introduction of iron (II) gluconate for rats 7 days old following 10 days is characterized by the development of oxidative stress in basal ganglia on day 30 of ontogenesis, as evidenced by an increase in the content of TBARS by 22.5 % ( $p < 0.05$ ), a decrease in the PrSH / PrSSR by 19 % ( $p < 0.05$ ) and an increase in the PrSSG content by 31 % ( $p < 0.05$ ).

The introduction of iron gluconate to rats in the neonatal period leads to a pronounced activation of oxidative processes in the basal ganglia of the rat brain, as evidenced by changes in the redox balance of protein thiols and mixed disulfides, S-glutathionylation of proteins, and an increase in the level of TBARS. Consequently, this model can be used to study the processes of neurodegeneration in the structures of the brain and to find new approaches to the correction of neurodegenerative pathology.

---

## ЭКСПРЕССИЯ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА ЭСКУЛЕНТИНА ЛЯГУШКИ В СОСТАВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФЬЮЖН-БЕЛКОВВ КЛЕТКАХ БАКТЕРИЙ *ESCHERICHIA COLI*

Н.В. Совгир, В.А. Прокулевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*sovgirnv@gmail.ru*

Катионный пептид эскулентин-1b (*Rana esculenta* L., 1758) размером 46 а.о., обладающий широким спектром антибактериальной и антифунгальной активности, не удаётся получить в нативном состоянии в

бактериях *Escherichia coli* ввиду его токсичности для клеток продуцента[1]. В связи с некоторыми структурными и функциональными особенностями антимикробных пептидов в биотехнологии их традиционно получают в составе химерных белков.

Целью данной работы являлось изучение особенностей экспрессии в клетках *E. coli* нескольких химерных белков, включающих АМП эскулентин-1b.

Партнёрами пептида в составе химерных белков выступали катионные белки: бычий альфа-интерферон (cowIFN $\alpha$ , 167 a.o.), амидазный СНАР- (cysteine, histidine-dependent amidohydrolases/peptidases) домен эндолизина стафилококкового бактериофага К (СНАР-домен, 165 a.o.) и полноразмерный эндолизин стафилококкового бактериофага К, меченный гистидиновыми остатками (эндолизин KHis, 495 a.o.); а также анионные белки: малый убиквитин-подобный модификатор с гистидиновой меткой (SUMO, 125 a.o.) дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и углевод-связывающий модуль (CBMT, 216 a.o.) термофильных бактерий *Thermotoga maritima*. Все белки-партнёры эскулентина отличаются размером и физико-химическими свойствами, но эффективно экспрессируются в клетках бактерий *E. coli* с образованием преимущественно телец включения в случае катионных белков, либо в растворимой форме в случае анионных при культивировании при 19–20 °C и 37 °C.

После индукции экспрессии молекул, состоящих из эскулентина и катионных белков, установлено внутриклеточное накопление тех фьюжн-белков, в которых эскулентин находится на N-конце белков, но в то же время выявлено, что экспрессия сопровождается падением оптической плотности культуры штамма-продуцента, обусловленным частичным лизисом бактериальных клеток, и постепенным восстановлением параметров роста к окончанию индукции. Таким образом, токсическое воздействие эскулентина на клетки-продуценты заключается в бактериостатическом, либо даже в бактериолитическом эффекте. Выход целевых продуктов не превышает 8–16 % от общего количества клеточных белков. При этом наибольший выход (16 %) фиксировали у фьюжн-белка, в котором партнёром эскулентина выступал эндолизин KHis, по размеру на порядок превосходящий эскулентин. Данный фьюжн-белок синтезируется в растворимой форме только при 19 °C [2].

В случае индукции экспрессии фьюжн-белков, в которых эскулентин находится на C-конце анионных белков, подобных негативных эффектов

при экспрессии фьюжн-белков выявлено не было, и значения оптической плотности культуры после индукции продолжали расти, возможно, вследствие нейтрализации положительного заряда эскулентина. Однако выявлено внутриклеточное накопление в количестве до 8 % только белка, состоящего из углевод-связывающего модуля и эскулентина. Данный белок синтезируется в растворимой форме даже при 37 °С [3].

Таким образом, выход химерного белка в клетках штамма-продуцента зависит от размеров белка-партнёра эскулентина: чем выше молекулярная масса белка-партнёра, тем выше выход целевого фьюжн-белка. Также установлено, что эскулентин в составе фьюжн-белков может синтезироваться в растворимой форме при температурах культивирования бактерий 19 °С и 37 °С.

1. Совгир, Н.В. Клонирование и экспрессия гена антимикробного белка эскулентина-1b (*Ranaesculenta*) в клетках бактерий *Escherichiacoli* / Н.В. Совгир, В.А. Прокулевич // Тр. БГУ. Сер.: Физиол., биохим. и мол. основы функционирования биосистем. – 2011. – Т. 6 в 2 ч. Ч. 1. – С. 70–75.

2. Совгир, Н.В. Особенности экспрессии химерного гена антимикробного пептида лягушки и эндолизина бактериофага К в бактериях *Escherichiacoli* / Н.В. Совгир, С.Г. Голенченко, В.А. Прокулевич //Журн. Белорус. гос. ун-та. Биология – 2017. – № 1. – С. 62–70.

3. Production of antimicrobial peptide esculentin derivatives as a part of fusion proteins in *E. coli* / A.A. Nagornaya[et al.] / 10th international conference of natural and life sciences “The COIN’S 2015”. – Vilnius, 2015. – P. 75–76.

## EXPRESSION OF FROG ANTIMICROBIAL PEPTIDE ESCULENTIN AS A PART OF VARIOUS FUSION PROTEINS IN *ESCHERICHIA COLI* CELLS

N.V. Sovgir, V.A. Prokulevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sovgirnv@gmail.com*

Expression features of some chimeric proteins including antimicrobial peptide esculentin-1b were studied in *E. coli* cells. Previously esculentin was fused with different cationic proteins: bovine alpha-interferon (167 aa), staphylococcal bacteriophage K endolysin CHAP domain (165 aa), staphylococcal bacteriophage K endolysin with His-tag at the C-terminus (495 aa); and with anionic proteins: yeast small ubiquitin-related modifier with His-tag at the N-terminus (125 aa), bacterial carbohydrate-binding module (216 aa). It was found that production of the fusion proteins rises with increasing of

molecular weight of esculentin fusion partner. Also data obtained indicate that esculentin as a part of fusion protein can be synthesized in the soluble form at 19 °C and 37 °C.

---

## **ГИБРИДНЫЙ ГЕН, СОДЕРЖАЩИЙ НУКЛЕОТИДНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА ЭСКУЛЕНТИНА ЛЯГУШКИ**

**Н.В. Совгир, А.В. Бусленко, В.А. Прокулевич**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
sovgirnv@gmail.com*

Антимикробный пептид эскулентин-b(1–20) (Esc-b(1–20)) длиной 20 а.о. является N-концевым производным пептида эскулентина-1b лягушки *Rana esculenta* L., 1758, который не экспрессируется в клетках *Escherichiacoli* [1] и даже в составе фьюжн-белков остается токсичным для клеток штамма-продуцента [2]. N-концевой фрагмент эскулентина-1b сохраняет свойства полноразмерного пептида, обеспечивающие его антимикробную активность [3], однако такие короткие и нестабильные молекулы рекомбинантных пептидов оптимально получать в составе фьюжн-белков. В данной работе фьюжн-партнёром пептида Esc-b(1–20) выступал малый убиквитин-подобный модификатор (smallubiquitin-relatedmodifier, SUMO) дрожжей *Saccharomycescerevisiae*, который будучи анионным, может компенсировать суммарный положительный заряд, определяющий антимикробную активность эскулентина-b(1–20) [4].

Целью работы являлось конструирование с последующим клонированием в клетках *E. coli* гена, кодирующего рекомбинантный фьюжн-белок SUMO-Esc-b(1–20), который на N-конце содержит растворимый анионный белок SUMO с гистидиновой меткой, а на C-конце – катионный пептид эскулентин-b(1–20) (Esc-b(1–20)). Между фьюжн-партнерами введён сайт узнавания TEV протеазы (tobaccoetchvirusprotease) [5], с помощью которой, при необходимости, можно отделить целевой белок Esc-b(1–20) от фьюжн-партнёра.

Для создания гибридной конструкции амплифицированную последовательность гена *SUMO* и ДНК плазмиды pET-Esc-b(1–20), подвергали рестрикции ферментом *Nde* I. Далее плазмиду дефосфорилировали и лигировали с геном *SUMO*. Полученными

рекомбинантными плазмидами рЕТ-*SUMO-Esc-b(1–20)* трансформировали бактерии штамма *E. coli* XL-1 Blue. Проверку клонов на наличие вставки осуществляли при помощи ПЦР-анализа с использованием фланкирующих праймеров для полилинкерной области плазмиды рЕТ-24b(+). В результате проведённого электрофореза установили наличие гена *SUMO-Esc-b(1–20)* у семи трансформантов из десяти исследованных.

Для проверки правильности ориентации вставки *SUMO* ампликоны, содержащие гибридную последовательность *SUMO-Esc-b(1–20)*, обрабатывали рестриктазой *Nhe* I, т.к. сайт для этой рестриктазы является уникальным для всего гибридного гена и расположен между генами *SUMO* и *Esc-b(1–20)*. Электрофоретически установили, что четырёх из семи клонов имеют вставку с правильной ориентацией гена *SUMO*.

Таким образом, ПЦР-анализом трансформантов и рестрикционным анализом ампликонов *SUMO-Esc-b(1–20)* подтверждено клонирование в составе вектора серии рЕТ целевого гибридного гена в клетках штамма *E. coli* XL-1 Blue.

1. Совгир, Н.В. Клонирование и экспрессия гена антимикробного белка эскулентина-1b (*Ranaesculenta*) в клетках бактерий *Escherichiacoli* / Н.В. Совгир, В.А. Прокулевич // Тр. БГУ. Сер.: Физиол., биохим. и мол. основы функционирования биосистем. – 2011. – Т. 6 в 2 ч. Ч. 1. – С. 70–75.

2. Совгир, Н.В. Особенности экспрессии гибридных генов, созданных на основе последовательностей ДНК гена антимикробного пептида эскулентина лягушки и гена антивирусного белка бычьего альфа-интерферона / Н.В. Совгир, М.И. Потапович, В.А. Прокулевич // Тр. БГУ. Сер.: Физиол., биохим. и мол. основы функционирования биосистем. – 2013. – Т. 9 в 2 ч. Ч. 2 – С. 207–215.

3. Esculentin-1b(1–18) – a membrane-active antimicrobial peptide that synergizes with antibiotics and modifies the expression level of a limited number of proteins in *Escherichia coli* / L. Marcellini [et al.] // The FEBS Journal. – 2009. – Vol. 276, No 19. – P. 5647–5664.

4. SUMO fusion technology for difficult-to-express proteins / T.R. Butt [et al.] // Protein Expr. Purif. – 2005. – Vol. 43, No 1. – P. 1–9.

5. Waugh, D. TEV Protease FAQ / D. Waugh // National cancer institute. Macromolecular crystallography laboratory. – 2000. – P. 1–7.

## HYBRID GENE CONTAINING FROG ANTIMICROBIAL PEPTIDE ESCULENTIN NUCLEOTID SEQUENCE

N.V. Sovgir, H.U. Buslenka, V.A. Prokulevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sovgirnv@gmail.com*

Hybrid genetic construction composed of *Saccharomyces cerevisiae* small ubiquitin-related modifier (SUMO) gene and N-terminal fragment of frog antimicrobial peptide esculentin-1b (*Rana esculenta* L., 1758) gene was designed. This genetic construction was cloned into the expression vector pET-24b(+). Recombinant plasmid was transformed into *E. coli* strain XL-1<sup>Blue</sup>. The accuracy of the created hybrid gene sequence was confirmed by PCR analysis of transformants and restriction analysis of amplicons.

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ *JANTHINOB ASTERIUM LIVIDUM*, СИНТЕЗИРУЮЩИХ ФИОЛЕТОВЫЙ ПИГМЕНТ

Н.В. Совгир<sup>1</sup>, Е.Ю. Гетко<sup>1</sup>, А.А. Барейко<sup>2</sup>, А.В. Сидоренко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*sovgirnv@gmail.com*

Микроорганизмы – один из наиболее доступных и рентабельных источников получения биологически активных веществ, необходимых для промышленности и научных исследований. Особый интерес в данном отношении представляют почвенные бактерии, среди которых обнаруживаются продуценты широкого спектра хозяйственно ценных соединений – антибиотиков, пигментов, ферментов, способные расти на бедных питательных средах, в широком диапазоне температур и значений pH.

В 2015 году из почвы возле биологического факультета БГУ выделены 2 штамма бактерий, синтезирующих внутриклеточный пигмент фиолетового цвета, предположительно, виолацеин. Оба штамма являются психротрофами, способны расти в диапазоне температур от 4 °С до 28 °С, температурный оптимум – 18 °С. Через 24 ч культивирования на мясо-пептонном агаре при 18 °С формируют округлые выпуклые блестящие колонии с ровным краем, через 36 ч отмечается накопление темно-

фиолетового внутриклеточного пигмента, сначала в центре, потом равномерно во всей колонии, после 72 ч и более окраска пигмента изменяется от светло- до черно-фиолетовой. На поверхности жидкой питательной среды после 72 ч культивирования образуют фиолетовое кольцо по стенке сосуда. Клетки бактерий представляют собой грамотрицательные прямые палочки, неспорообразующие, подвижные, лишенные капсул. Кatalазо- и оксидазоположительные, не кислотоустойчивые, не нуждаются в факторах роста, имеют ферментативный тип метаболизма глюкозы (F-реакция), не образуют индол и сероводород. В процессе культивирования выделяют аммиак, обладают нитратредуктазной активностью, кислоту и ацетилметилкарбинол в среде Кларка не образуют (отрицательная реакция Фогеса-Проскауэра). Факультативные анаэробы, в анаэробных условиях отмечается скудный рост, пигментообразование выражено слабо. Утилизируют глюкозу, лактозу, мальтозу, сахарозу, но не маннит. Не обладают амилалитической, пектолитической, целлюлолитической активностями, гидролизуют хитин, казеин, разжижают желатину. По совокупности морфологических, культуральных и физиолого-биохимических свойств анализируемые штаммы отнесены к виду *Janthinobacterium lividum*. При этом они отличаются от типового штамма, характеристики которого представлены в Определителе Берджи [1], способностью к росту в анаэробных условиях и ферментативным типом метаболизма глюкозы. Идентификация исследуемых бактериальных культур с помощью анализа клеточных белков методом MALDI TOF масс-спектрометрии и определения нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК подтвердило их принадлежность к виду *J. lividum*.

Выявлены различия тестируемых штаммов бактерий в уровне продукции внутриклеточного пигмента, протеолитической и хитинолитической активности.

Согласно сведениям литературы, фиолетовый пигмент, синтезируемый бактериями *J. lividum*, находит применение в качестве красителя в текстильной промышленности, обладает антибактериальной, антипротозойной и противораковой активностями [2, 3, 4], что обуславливает актуальность дальнейших исследований выделенных бактериальных культур.

1. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта [и др.]. – М.: Мир, 1997. – Т. 1. – 432 с.

2. Antileishmanial activity of the violacein extracted from *Chromobacterium violaceum* / L.L. Leon [et al.] // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. – 2001. – Vol. 48, No 3. – P. 449–450.

3. Molecular mechanism of violacein-mediated human leukemia cell death / C.V. Ferreira [et al.] // Blood. – 2004. – Vol. 104, No 5. – P. 1459–1464.

4. Violacein, an indole-derived purple-colored natural pigment produced by *Janthinobacterium lividum*, inhibits the growth of head and neck carcinoma cell lines both *in vitro* and *in vivo*. / L. Masuelli [et al.] // Tumour Biology. – 2016. – Vol. 37, No 3. – P. 3705–3717.

#### CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF *JANTHINOBACTERIUM LIVIDUM*, PRODUCED VIOLET PIGMENT

N.V. Sovgir<sup>1</sup>, E.Y. Hetko<sup>1</sup>, H.A. Bareika<sup>2</sup>, A.V. Sidarenka<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*sovgirnv@gmail.com*

Morphological, cultural and physiological-biochemical properties of two bacterial strains producing intracellular violet pigment, presumably violacein, were characterized. Based on phenotypic features, analysis of cell protein profiles by MALDI-TOF mass spectrometry, 16S rRNA gene sequencing, isolated bacteria were identified as *Janthinobacterium lividum*. It was shown that tested strains differ from the type strain their ability to grow under anaerobic conditions and fermentative type of glucose metabolism. The differences of analyzed cultures in the level of intracellular pigment production, proteolytic and chitinolytic activities were established.

---

#### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ ЛЕЙКОНОСТОКОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАКВАСКАХ

Ю.С. Тарашкевич

*РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Беларусь  
julia10095@mail.ru*

Бактерии рода *Leuconostoc* – представители ароматообразующих микроорганизмов. Лейконостоки представляют интерес для сыроделия, так



как обладают более выраженной газообразующей способностью в молоке и сырах по сравнению с лактококками. Наиболее часто в сыре встречаются *Leuconostoc mesenteroides* подвид *cremoris* и *Leuconostoc lactis* [1].

Основная проблема идентификации представителей рода *Leuconostoc* состоит в том, что данные микроорганизмы часто могут быть ошибочно идентифицированы как энтерококки или лактобактерии. Поэтому в развитых коллекциях используется полифазный подход, который заключается в объединении всех возможных данных как фенотипического, так и генетического характера, с целью получения достоверной идентификации. Высокая идентичность нуклеотидной последовательности 16S рРНК гена, по сравнению с другими рРНК генами, позволяет использовать его как стандартный генетический маркер для идентификации и таксономической классификации бактерии рода *Leuconostoc* [2, 3].

Объектами исследований являлись шесть штаммов лейконостоков из Республиканской коллекции промышленных штаммов заквасочных культур и их бактериофагов РУП «Институт мясо-молочной промышленности», которые были идентифицированы на основании физиолого-биохимических тестов: 410 МН-ODG, 413 МН-ODG, 418 МН-ODG, 426 МН-ODG, 427 МН-ODG, 430 МН-OD.

С использованием пар праймеров 27f/rD1 были синтезированы фрагменты около 1500 п.о., которые экстрагировали из геля с целью дальнейшего использования в качестве матриц для секвенирования. Определены нуклеотидные последовательности гена 16S рРНК всех исследованных штаммов протяженностью около 700–800 нуклеотидов, что было достаточно для проведения BLAST-поиска.

Все исследуемые штаммы оказались наиболее близки к двум подвидам вида *Leuconostocmesenteroides*: *Leuconostocmesenteroidessubsp. mesenteroides* и *Leuconostocmesenteroidessubsp. dextranicum*.

Максимальный уровень сходства нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК с подвидами *Leuconostocmesenteroides* наблюдался у штаммов 410 МН-ODG, 413 МН-ODG и 426 МН-ODG и достигал 98–99 %. У штамма 427 МН-ODG уровень сходства с типовыми штаммами составил 96 %, а у штаммов 418 МН-ODG и 430 МН-ODG – 94 и 93 % соответственно.

Таким образом, сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК исследуемых штаммов с

референтными штаммами лейконостоков из GenBank позволил выявить высокий уровень гомологии исследуемых штаммов с представителями рода *Leuconostoc*, что подтверждает их видовую принадлежность, составленную на основании традиционных физиолого-биохимических тестов и позволяет отнести их к виду *Leuconostocmesenteroides*.

1. ГОСТ 10444.11-89 Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. Дата введения 01.01.1991.

2. Fatma, C.H. Isolation and identification of *Leuconostocmesenteroides* producing bacteriocin isolated from Algerian raw camel milk / C.H. Fatma, Z. Benmechernene // African Journal of Microbiology Research. – 2013. – Vol. 7, No 23. – P. 2961–2969.

3. Cordana R. Dimic. Characteristics of the *Leuconostocmesenteroides* subsp. *mesenteroides* strains from fresh vegetables // BIBLID. – 2006. – Vol. 37. – P. 3–11.

## GENETIC IDENTIFICATION OF *LEUCONOSTOC*, PROMISING FOR USE IN STARTER CULTURES

Y.S. Tarashkevich

*Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

*julia10095@mail.ru*

Six strains of *Leuconostoc* promising for use in the composition of starter cultures were identified. A comparative analysis of the nucleotide sequences of the 16S rRNA genes of the studied strains with referent strains of *Leuconostoc* from GenBank was carried out. A high level of homology of the studied strains was found with representatives of the genus *Leuconostoc*. The species affiliation of the studied strains was confirmed on the basis of traditional physiological and biochemical tests. Identification results allow the studied cultures to be classified as *Leuconostoc mesenteroides*.

---

## МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ МУТАЦИЙ ГЕНА CDH1 МЕТОДОМ SNP-АНАЛИЗА

**Е.В. Узлова**

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь  
uzlovaliza@gmail.com*

Причиной предрасположенности к раку желудка с высоким риском является ряд генов, основные из которых – CDH1, MLH1 и MSH2. Специфическим геном-супрессором семейной формы рака желудка считается ген CDH1, поскольку его соматические мутации приводят к потере контроля над ростом клетки [1]. SNP-анализ является самым точным методом обнаружения SNPs и мутаций и даёт возможность их выявления на самых ранних стадиях опухолевой прогрессии [2, 3].

Адаптацию методики SNP-анализа по гену CDH1 проводили на базе УО «Гродненский Государственный Аграрный Университет» в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий». Исследованы образцы ткани пациентов I-II степени родства, один из которых – онкобольной, на предмет наличия мутации гена CDH1.

Экспериментальным путем подобрали количество реагентов, составляющих ПЦР-смесь. Подобраны температурные и временные параметры проведения ПЦР. Для каждого из SNPsCDH1 использовали 2 праймера – прямой и обратный. Прямое секвенирование проводили с использованием ABIBigDye® Terminatorv3.1 CycleSequencingKit. Анализ был осуществлён с использованием 3500 GeneticAnalyzer (AppliedBiosystems). Обработку результатов проводили с помощью SequencingAnalysisSoftwarev6.0.

Таким образом, была адаптирована методика для выявления мутации в гене CDH1 методом SNP-анализа. Подобраны олигонуклеотиды, реакционная смесь и реагенты для проведения качественного анализа ПЦР гена CDH1, подготовлены протоколы для дальнейшего секвенирования на генетическом анализаторе ABIPrism 3500. Молекулярно-генетический анализ материала выявил наличие клинически значимой мутаций в «критических» районах гена CDH1.

1. Wang H.D. CDH1 germline mutation in hereditary gastric carcinoma /H.D. Wang, J. Ren, L. Zhang // World Gastroenterology. – 2004. – Vol. 10, No 2. – P. 3088–3093.
2. Doublex sequencing in molecular diagnosis of hereditary diseases / J. Plaschke [et al.] // BioTechniques. – 1998. – Vol. 24. – P. 838–841.
3. Loss of E-cadherin expression in early gastric cancer / P. Blok [et al.] // Histopathology. – 1999. – Vol. 34, No 5. – P. 410–5.

## METHODOLOGY OF IDENTIFYING CDH1 GENE MUTATIONS WITH SNP-ANALYSIS

L.V. Uzlova

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*uzlovaliza@gmail.com*

The amount of reagents for PCR-mixture picked up by experimental way. PCR temperature and time modes were selected. Two oligonucleotide primers – direct and reverse – were used for every CDH1 SNPs. Direct sequencing was performed with ABI BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit. Analysis was carried out on 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). The results were processed with Sequencing Analysis Software v6.0.

Methodology of identifying with SPN-analysis was adapted for CDH1 gene mutations. Oligonucleotides, reaction mixture and reagents were selected for qualitative PCR analysis of CDH1. Sequencing protocols were prepared for the following sequencing with ABI Prism 3500. Molecular genetic analysis of the material revealed clinically important mutations in «critical regions» of CDH1.

Field of application: medical science (oncology).

---

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕСТРИКЦИИ АМПЛИФИЦИРОВАННЫХ ФРАГМЕНТОВ ГЕНОВ *CRN1* И *CRN2* В РАЗЛИЧНЫХ ИЗОЛЯТАХ *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

А.И. Царь, А.М. Ходосовская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*fryctori@mail.ru*

Выявление генов эффекторных белков фитопатогенов и расшифровка их функций является задачей так называемой «эффекторной биологии» –

нового направления молекулярной фитопатологии, посвященного молекулам патогенов, которые передаются в клетки и ткани растений и участвуют в регуляции инфекционного процесса [1].

Целью данной работы явилась амплификация фрагментов генов *crn1* и *crn2*, кодирующих С-концевые участки соответствующих эффекторных белков в ДНК различных изолятов *Phytophthora infestans*, и их последующая рестрикция.

В работе использованы 17 штаммов *P. infestans*, выделенных на территории Беларуси в 2010–2012 годах, из коллекции кафедры молекулярной биологии БГУ. ПЦР и рестрикцию проводили, как описано ранее [2]. Для рестрикции ампликонов *crn1* использовали рестриктазы *PvuII* и *ClaI*, для ампликонов *crn2* – фермент *EcoRI*.

В ДНК всех исследованных штаммов получены ПЦР-продукты исследуемого участка гена *crn1* ожидаемого размера 681 п.н., и в ДНК 16 штаммов (исключение составила ДНК штамма 2В11) амплифицированы участки гена *crn2* размером 710 п.н. Расщепление ампликонов *crn1* с помощью рестриктазы *PvuII* в случае всех штаммов привело к образованию фрагментов размером примерно 550 и 130 п.н., в некоторых ампликонах присутствовали также негидролизированные фрагменты исходного размера, несмотря на варьирование условий рестрикции. Аналогичный характер расщепления наблюдался в случае использования для анализа данных ампликонов рестриктазы *ClaI* (размеры полученных фрагментов около 450 и 250 п.н.), за исключением одного штамма, продукты рестрикции ампликонов которого получить не удалось (штамм 2Тд). В результате рестрикции ПЦР-продуктов участка гена *crn2* с помощью эндонуклеазы *EcoRI* выявлены ожидаемые фрагменты с размерами 460 и 250 п.н., в ДНК всех штаммов за исключением одного (штамм 8ж), и в отдельных случаях на электрофореграммах присутствовали негидролизированные ДНК исходного размера.

Для объяснения полученных результатов был осуществлен биоинформационный анализ возможных амплифицируемых последовательностей (программа Primer BLAST) на основе имеющегося сиквенса референсного генома *P. infestans*[3]. Выявлено 7 генов (программа Artemis), имеющих комплементарные последовательности в области отжига праймеров для гена *crn1*, позволяющие получить ампликоны одинакового размера. Все гены расположены в области *crn*-семейства и собраны в 3 кластера. В случае праймеров для гена *crn2* возможна амплификация участков 6 различных генов с одинаковыми

размерами конечных продуктов, которые сосредоточены в области *crn*-семейства и собраны в 4 кластера.

Таким образом, несмотря на многочисленность возможных амплифицируемых последовательностей *crn1*- и 2-подобных генов, имеется однотипный характер рестрикции (для каждого фермента) ДНК ампликонов из различных штаммов за редким исключением.

1. Torto, T. EST mining and functional expression assays identify extracellular effector proteins from *Phytophthora* / T. Torto [et al.] // Genome Res. – 2003. – V.13. – P. 75–85.

2. Волос. Ю.Ю. Выявление генов эффекторных белков CRN1 и CRN2 в различных изолятах *Phytophthora infestans* / Ю.Ю. Волос, А.М. Ходосовская // Сб. работ 70-й науч. конф. студ. и аспирантов Белгос. ун-та, 15–18 мая 2013 г., Минск: В 3 ч. Ч.1 / Белорус. госун-т. – Минск: Изд. центр БГУ, 2013. – С. 3–8.

3. Haas, B.J. Genome sequence and analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* / B.J. Haas [et al.] // Nature. – 2009. – Vol. 461. – P. 393–398.

#### ANALYSIS OF THE PECULIARITIES OF RESTRICTION OF THE AMPLIFIED FRAGMENTS OF *CRN1* AND *CRN2* GENES IN THE DIFFERENT ISOLATES OF *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

A.I. Tsar, A.M. Khodosovskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*fryctori@mail.ru*

The purpose of this work was the amplification of fragments of the genes *crn1* and *crn2*, encoding the C-terminal regions of the corresponding effector proteins in the DNA of 17 strains of oomycete *Phytophthora infestans*, isolates at the territory of Belarus, and their subsequent restriction. It was estimated a single-type restriction pattern (for each of three enzymes) of DNA amplicons from different strains with rare exceptions. A bioinformatic analysis of the possible amplified sequences (the Primer BLAST program) was carried out based on the existing sequence of the reference genome *P. infestans*. Seven genes have been found that have complementary sequences in the annealing region of primers for the *crn1* gene, which make it possible to obtain amplicons of the same size (program Artemis). All genes are located in the region of the *crn*-family and are assembled into 3 clusters. In the case of primers for the *crn2* gene, it is possible to amplify 6 different genes with identical sizes of the final

products that are assembled into 4 clusters. The results obtained are important for "effector biology" – a new direction of molecular phytopathology devoted to pathogen molecules that are transmitted to plant cells and tissues and participate in the regulation of the infectious process.

---

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ITS-ОБЛАСТЕЙ рДНК ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ИЗОЛЯТОВ *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

**Т.С. Червякова, А.М. Ходосовская**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*Boomis1996@mail.ru*

Гены рДНК обладают высокой эволюционной консервативностью, однако транскрибируемые спейсеры внутри генного локуса (ITS) проявляют у эукариот вариабельность по длине и нуклеотидной последовательности. Область рДНК используют для изучения как межвидовых, так и внутривидовых отличий между организмами.

Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) deBary является возбудителем фитофтороза картофеля и томата, который приводит к значительным потерям урожая [1]. Патоген обладает высокой изменчивостью, которая позволяет ему приспосабливаться к новым фунгицидам [2]. Молекулярная дифференциация штаммов патогена позволяет во многих случаях прогнозировать их вирулентность и характер распространения заболевания. Несколькими авторами установлена вариабельность области рДНК в изолятах *P. infestans* [3, 4]. Целью данного исследования явился анализ ITS-областей рДНК в 8 штаммах *P. infestans*, выделенных на территории Республики Беларусь. В работе были использованы штаммы 2B11, A2, Ка-2, 8ж, Вол3(2), A1, 2B3, 2Пле из коллекции кафедры молекулярной биологии БГУ. Для изучения молекулярной дифференциации штаммов *P. infestans* использовали рестрикционный и SSCP-анализ (метод одноцепочечного конформационного полиморфизма) областей ITS1 и ITS2 рДНК.

Амплификацию участков ITS1 и ITS2 локуса рДНК осуществляли с помощью универсальных пар праймеров ITS5/2 и ITS3/4 соответственно. Для всех штаммов получены ПЦР-продукты размером соответственно 360 и 700 п.н. Рестрикционный анализ области ITS1c эндонуклеазой *DraI*

позволил выявить фрагменты размером 230 и 130 п.н., а рестрикционный анализ области ITSII с помощью рестриктаз *Csp61* и *HhaI*– фрагменты размером 300 и 150 п.н. (в случае с *Csp61*), а так же 400 и 250 п.н. (в случае с *HhaI*) для каждого из исследованных изолятов.

Использование метода одноцепочечного конформационного пролиморфизма (SSCP-анализа) областей внутренних транскрибируемых спейсеров рДНК позволило установить, что для всех штаммов имеется однотипный паттерн разделения продуктов гибридизации денатурированных фрагментов в полиакриламидном геле.

Таким образом, амплификация ITS-областей ДНК 8 исследованных штаммов *P. infestans* со специфическими праймерами и последующий рестрикционный и SSCP-анализ полученных ампликонов не выявил различий нуклеотидного состава анализируемых областей геномной ДНК, что не позволяет использовать данные методы для успешной дифференциации отдельных изолятов.

1. Иванюк, В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 50 с.

2. Haas, B.J. Genome sequence and analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* / B.J. Haas [et al.] // Nature. – 2009. – Vol. 461. – P. 393–398.

3. Elansky, S. Genotypic analysis of Russian isolates of *Phytophthora infestans* from the Moscow region, Siberia and Far East / S. Elansky [et al.] // J. Phytopatology. – 2001. – Vol. 149. – P. 605–611.

4. Yang, Y. Analysis on sequence of ribosomal DNA ITS of *Phytophthora infestans* from potato and tomato / Y. Yang, W. Luo, Y. Yang // J. of Yunnan Agricul. Univer. – 2005. Vol. 20, No 2. – P. 188–192.

## EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING ITS REGIONS OF rDNA FOR DIFFERENTIATION OF *PHYTOPHTHORA INESTANS* ISOLATES

T.S. Chervyakova, A.M. Khodosovskaya  
*Belarusian State University, Minsk, Belarus*  
*Boomis1996@mail.ru*

The purpose of this study was to analyze the ITS regions of rDNA in 8 strains of oomycete *Phytophthora infestans*, allocated in the territory of the Republic of Belarus. To study the molecular differentiation of *P. infestans* strains, restriction and SSCP (single-strand conformational polymorphism)



analyses of the ITS I and ITS II rDNA regions were used. Restriction analysis of the ITS I region with the *DraI* endonuclease allowed detection of fragments of size 230 and 130 bp, and restriction analysis of the ITS II region by restriction enzymes *Csp61* and *HhaI* – fragments of 300 and 150 bp (in the case of *Csp61*), as well as 400 and 250 bp (in the case of *HhaI*) for each of the isolates studied. As amplification of ITS DNA regions of the 8 studied *P. infestans* strains with specific primers and subsequent restriction as SSCP analysis of the amplicons obtained did not reveal differences in the nucleotide composition of the analyzed regions of genomic DNA, which makes it impossible to use these methods for successful differentiation of individual isolates.

---

### **ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА *RHODODENDRON ADAMSII* НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ КРЫС НА ФОНЕ ИНДУЦИРОВАННОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА**

**А.С. Чубарова<sup>1</sup>, О.И. Губич<sup>1</sup>, А.О. Калачева<sup>2</sup>, М.А. Капустин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного  
университета, Минск, Беларусь  
*chubarova.hanna@gmail.com*

*Rhododendron Adamsii* Rehder – многолетнее растение семейства Вересковых. Отвары и настойки этого растения используются при простудах, сердечнососудистых заболеваниях, как мочегонное средство при сердечных отеках. По химическому составу показано, что в тканях листьев и стеблей *Rh. □Adamsii* среди БАВ преобладают флавоноиды: мирицетин, кверцетин, дигидрокверцетин и рутин [1]. На данный момент листья и стебли этого растения являются перспективным лекарственным сырьем. Целью нашего исследования было проведение оценки влияния на антиоксидантный статус органов и тканей крыс водных экстрактов листьев *Rh. □Adamsii* на фоне индуцированного аллоксаном сахарного диабета.

Для эксперимента были отобраны три группы крыс со средней массой 200 г. Все три группы содержали на стандартном рационе вивария. Крысам одной из групп поилки с водой заменяли поилками с водным экстрактом листьев *Rh. □Adamsii* (20 мл/сут на крысу). Сахарный диабет индуцировали однократным введением 250 мл 5 % раствора аллоксана, спустя 7 дней крыс забивали. Экстракт листьев готовили согласно аннотации: 1,5– 2 г

листьев заливали 200 мл кипящей водой, настаивали 10 мин. Экстракт выпаивали крысам, начиная с 7-го дня после введения аллоксана, в течение 7 дней. На 14 день крыс забивали. Для исследования были выбраны следующие органы и ткани крыс: печень, селезенка, почка и плазма крови. Нами были определены весовые индексы изолированных органов. Показано, что при введении аллоксана происходит достоверное увеличение весового индекса печени. В то же время, у группы крыс, которым выпаивали водный экстракт листьев *Rh. □Adamsii* наблюдалось снижение весового индекса до значения этого показателя у интактных особей. Весовые индексы остальных органов не изменялись. Оценка содержания общего белка в исследованных гомогенатах органов и плазме крови показала следующее: в плазме крови достоверных изменений по содержанию общего белка не произошло; в печени произошло двукратное увеличение содержания общего белка после введения аллоксана, а терапия водным экстрактом листьев *Rh. □Adamsii* возвращала значение этого показателя до уровня в интактных органах; в селезенке произошло 4-кратное увеличение содержания общего белка, однако, применением водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* не вызвало восстановления значения этого показателя до интактного уровня; в почках наблюдалось незначительное снижение содержания общего белка как на фоне применения аллоксана, так и при выпаивании водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii*.

Оценка антиоксидантного статуса (АОС) гомогенатов исследованных органов и плазмы крови показала, что введение аллоксана снижает АОС печени, плазмы крови и селезенки, в почках таких изменений не происходило. Выпаивание крысам водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* приводило к восстановлению АОС в селезенке до интактного значения, а в плазме крови и почках – этот показатель оказался выше, чем в контроле. Для печени показано снижение АОС в 4 раза, и использование водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* привело к восстановлению АОС до уровня этого показателя у интактных животных.

Таким образом, показано положительное влияние водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* на фоне экспериментального сахарного диабета на состояние органов и тканей крыс.

1. Рогачев, А.Д. Фитохимическое исследование *Rhododendron Adamsii* Rehder: автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. хим. наук: 02.00.10 / А.Д. Рогачев; Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СОРАН. – Новосибирск, 2009. – 19 л.

# INFLUENCE OF THE *RHODODENDRON ADAMSII* EXTRACT ON THE ANTIOXIDANT STATUS OF ORGANS AND TISSUES OF RATS ON THE BACKGROUND OF INDUCED SUGAR DIABETES

A.S. Chubarova<sup>1</sup>, O.I. Hubich<sup>1</sup>, A.O. Kalachova<sup>2</sup>, M.A. Kapustin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*chubarova.hanna@gmail.com*

In the course of the investigation the positive effect of the aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves on the condition of organs and tissues of rats against the background of experimental diabetes is shown. It is shown that when the administration of alloxan induces a significant increase in the weight index of the liver. The weight indices of the spleen and kidney have not significant changes. In a group of rats, which were feed with an aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves there was a decrease in the weight index to the value of intact individuals. The introduction of alloxan reduces AOS (antioxidant status) of liver, blood plasma and spleen, in the kidneys such changes have not occurred. Feeding to the rats of the aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves resulted in the restoration of AOS in the spleen to an intact value. In plasma and kidneys this factor was even higher than in the control. In the liver, AOS decreased 4-fold, and the usage of aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves has not lead to its recovery to the level of this index in intact animals.

---

## ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛАНИНА И ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ МИЦЕЛИЯ *ASPERGILLUS NIGER*

А.С. Чубарова, М.А. Капустин, В.П. Курченко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*chubarova.hanna@gmail.com*

*Aspergillusniger*L4 – штамм-продуцент, который используется при промышленном производстве лимонной кислоты. В результате производства образуются отходы в виде отработанного мицелия этого микромицета. Нами предложена комплексная переработка высушенного мицелия *A. niger* с целью получения меланина и хитин-глюканового комплекса. Широкий спектр биологических активностей, отсутствие

токсичности, а также доступность природных меланиновых пигментов, позволяет рассматривать их в качестве перспективных и экономически выгодных лекарственных субстанций, обладающих, в первую очередь, антиоксидантной, хелатирующей и фотопротекторной активностями. Известно более 70 направлений практического применения хитина и его производных (хитозана). Среди основных направлений можно отметить следующие: биотехнология, медицина, пищевая, косметическая промышленность, сельское хозяйство и ветеринария. Хитин способен связывать и выводить ионы тяжелых металлов и радионуклиды, адсорбировать значительное количество желчных кислот, токсины и электролиты, положительно воздействует на микрофлору пищеварительного тракта человека, содействует детоксикации организма [1].

Комплексная переработка мицелия *A. niger* включала следующие стадии: лиофильное высушивание мицелия, измельчение, экстракция меланина 0,5 % раствором аммиака, очистка меланина переосаждением, получение хитин-глюканового комплекса. Полученный меланин характеризовали физико-химическими методами, проводили скрининг биологической активности. В результате экстракции был получен меланин с высоким выходом, а также хитин-глюкановый комплекс. Использование в качестве экстрагента 0,5 % раствора аммиака позволяет проводить экстракцию в более мягких условиях. Спектр поглощения полученного меланина имел два пика в ультрафиолетовой области, что соответствует спектрам поглощения таких пигментов. Полученный меланин исследовали на проявление биологических свойств. Показано, что выделенный меланин эффективно хелатирует ионы тяжелых металлов, такие как кобальт, кадмий и свинец. При сравнении способности полученного нами меланина хелатировать ионы различных металлов показано, что она падает в ряду свинец, кадмий, кобальт, что, может быть, связано с различиями в ионном радиусе и заряде ионов этих металлов.

Исследованный меланин проявлял способность ингибировать генерацию радикал-катиона ABTS<sup>•+</sup>. IC<sub>50</sub> (inhibition concentration) – концентрация меланина, при которой нейтрализуется 50 % свободных радикалов, составила 0,1 %. Величина IC<sub>50</sub> показывает, что благодаря большому числу парамагнитных центров меланин является хорошим антиоксидантом. Вероятно, фотопротекторная активность меланина реализуется также за счет тех же механизмов, что и его антиоксидантный потенциал.

На основании результатов бактериологического анализа было сделано заключение, что грибной меланин в испытанных концентрациях не оказывал бактерицидного действия на микроорганизмы по сравнению с канамицином. Наличие у исследуемых бактерий *Bacillus subtilis* зон угнетения или слабого остаточного роста вокруг капли меланина в концентрации 1 % указывало на бактериостатическое действие меланина в отношении грамположительных бактерий.

1. Скрыбин, К.Г. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / К.Г. Скрыбин, Г.А. Вихорева, В.П. Варламов. – М., 2002.

#### ISOLATION OF PREPARATION OF MELANINE AND CHITIN-GLUCAN COMPLEX FROM *ASPERGILLUS NIGER* MYCELIUM

A.S. Chubarova, M.A. Kapustin, V.P. Kurchenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*chubarova.hanna@gmail.com*

In the course of the research we have proposed complex processing of dried *Aspergillus niger* mycelium to produce melanin and chitin-glucan complex. The melanin obtained was characterized by physicochemical methods, also biological activity was screened. It is shown that the isolated melanin effectively chelates heavy metal ions, such as cobalt, cadmium and lead. When comparing the ability of the melanin obtained to chelate ions of these metals, it is shown that it falls in the series lead, cadmium, cobalt. The isolated melanin showed the ability to inhibit the generation of the radical-cation ABTS<sup>•+</sup>. IC50 (inhibition concentration) – the concentration of melanin, at which 50 % of free radicals is neutralized, was 0.1 %. Based on the results of bacteriological analysis, it was concluded that *Aspergillus niger* melanin at a concentration of 1 % possesses bacteriostatic action against gram-positive bacteria.

---

## **АНАЛИЗ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕПТИДНЫХ ЭЛИСИТОРОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА**

**А.И. Шашкова, Г.Г. Филиппова**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
filiptsova@bsu.by*

Одним из современных направлений в защите растений от абиотических и биотических стрессоров является использование веществ-стимуляторов фитоиммунных реакций – элиситоров, осуществляющих запуск сигнальных систем и индукцию защитных генов. Обработка растений данными соединениями активирует неспецифическую системную устойчивость растений к широкому кругу стрессовых воздействий. Целью данной работы было исследование влияния синтетических пептидов AtPer и SubPer в диапазоне концентраций  $10^{-12}$ – $10^{-9}$  М на устойчивость проростков сои, гороха и маша к окислительному стрессу. Проростки выращивались в водной культуре рулонным методом в течение 2 недель, после чего надземную часть опрыскивали водными растворами пептидов в концентрациях  $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$ ,  $10^{-11}$  и  $10^{-12}$  М. Через 24 часа для создания окислительного стресса рулоны с проростками на одни сутки погружали в раствор, содержащий  $10^{-3}$  М  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $10^{-3}$  М  $\text{CuCl}_2$  и  $10^{-3}$  М аскорбиновой кислоты. Продолжали выращивать растения в стандартных условиях в течение 1 недели, после чего определяли их морфометрические показатели (сырую и сухую массу надземной части и корней проростков, площадь первых листьев).

Установлено, что исследованные культуры по-разному откликаются на обработку пептидами, что свидетельствует о сортовой и видовой специфике действия этих соединений, вероятно, обусловленной генетически детерминированным потенциалом устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов. Максимальный защитный эффект пептида AtPer на сырую и сухую массу надземной части и корней проростков сои сорта Верас выявлен при концентрациях  $10^{-9}$  М и  $10^{-12}$  М. На проростки сои сорта Припять пептид оказывает максимальное воздействие в концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-11}$  М. Защитное действие пептида на проростки гороха и маша выявлено при концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М.

Как свидетельствуют полученные результаты, в условиях окислительного стресса предварительная обработка надземной части растений синтетическим пептидом SubPepоказывает менее выраженное протекторное действие на исследованные культуры. Пептид во всех исследованных концентрациях существенно не влияет на морфометрические характеристики проростков сои сорта Припять, подверженных окислительному стрессу. Защитный эффект пептида SubPepна проростки сои сорта Верас выявлен только при концентрации  $10^{-9}$  М. Обработка проростков гороха пептидом *SubPep* в концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-12}$  М приводит к снижению негативного действия стрессора. Незначительное протекторное действие пептид в концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М оказывает на развитие надземной части проростков маша, существенно не влияя на корневую систему.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что экзогенная обработка надземной части проростков сои, гороха и маша синтетическими пептидами *AtPep* и *SubPep* в концентрации  $10^{-9}$  М оказывает элиситорное действие, вероятно, индуцируя защитные системы растений, в результате чего увеличивается их устойчивость к окислительному стрессу. Вместе с тем, представленные данные свидетельствует о различной отзывчивости исследованных бобовых культур к действию синтетических пептидов.

#### ANALYSIS OF PROTECTIVE ACTION OF SYNTHETIC PEPTIDE ELISITORS ON MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF BEANS SEEDLING UNDER OXIDATIVE STRESS

A.I. Shashkova, H.G. Filiptsova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*filiptsova@bsu.by*

Exogenous treatment of the aerial parts of soybean, peas and cow peas seedlings with synthetic peptides *AtPep* and *SubPep* at a concentration of  $10^{-9}$  M induce an elicitor effect and leads to an increase in plant resistance to oxidative stress.

---

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МУТАНТОВ *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SSP *AURANTIACA* С НОКАУТИРОВАННЫМ *PSRA*-ГЕНОМ

**Ю.А. Шилова, Е.Г. Веремеенко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*JuliaShilova1@gmail.com*

Феназины – вторичные метаболиты бактерий, обладающие антибактериальными и фунгицидными свойствами, могут вступать в окислительно-восстановительные реакции, и, возможно, являются сигнальными молекулами. Известно, что бактерии рода *Pseudomonas* способны к продукции данных соединений, в том числе и ризосферный штамм *Pseudomonas chlororaphis*ssp *aurantiaca* B-162. У *P. chlororaphis* синтез феназинов осуществляется посредством продуктов генов феназинового оперона, экспрессия которых зависит от двухкомпонентной quorum sensing системы PhzIR. Одним из регуляторов транскрипции данной системы, по литературным данным, является *PsrA*. С целью изучения его роли в регуляции продукции феназинов у исследуемого штамма было проведено нокаутирование данного гена с помощью суицидального интегративного вектора *pk18mob* (~3760 п.о.) со вставкой нуклеотидной последовательности, соответствующей серединной области гена *psrA*, размером 230 п.о. Для этого, полученную генно-инженерную конструкцию посредством конъюгации, вносили в клетки *P. chlororaphis*ssp *aurantiaca* B-162, где после гомологичной рекомбинации вектор встраивался в хромосому бактерий. Полученные рекомбинантные штаммы были проверены на наличие вставки данной конструкции в область гена *psrA*. Для этого использовалось два подхода. В первом случае, используя ПЦР с праймерами (1PF и 1PR) к областям, фланкирующим ген *psrA*, при электрофоретическом анализе было показано отсутствие фрагмента 750 п.о. (у штамма дикого типа, соответствующего полноразмерному гену) и появление бэнда, соответствующего *psrA*-гену со вставкой генно-инженерной конструкции, размером около 4750 п.о., у полученных штаммов. Второй подход основан на том, что в векторе *pk18mob* области, фланкирующие полилинкер, куда осуществлялось клонирование фрагмента, несут последовательность для посадки праймеров M13. Так, используя различные комбинации из праймера M13



(F или R) и праймера 1PF или 1PR в ходе амплификации на матрице тотальной ДНК рекомбинантных штаммов и штамма дикого типа были получены фрагменты, соответствующие по размерам части гена и вставки с небольшой областью вектора, или показано их отсутствие, соответственно. Исходя из полученных данных, был сделан вывод, что рекомбинантные штаммы несут вставку вектора *pk18mob* в области гена *psrA*. Включение генно-инженерной конструкции произошло, исключительно, в целевую область, а случайные вставки в другие участки хромосомы отсутствуют.

#### GENETIC ANALYSIS OF *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SSP *AURANTIACA* MUTANTS WITH A NUCAUTATED *PSRA*-GENE

Y.A. Shilova, E.G. Veremeenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*JuliaShilova1@gmail.com*

To study the role of the transcriptional factor PsrA in the regulation of phenazines production in bacterial strain *Pseudomonas chlororaphis ssp aurantiaca* B-162, *psrA* gene knockout was conducted. Using molecular genetic methods, was proved that insertion of the genetically engineered vector into the chromosome of bacteria was in the region of the *psrA* gene.

---

#### ВЫДЕЛЕНИЕ СИРИНГИНА ИЗ КОРЫ СИРЕНИ (*SYRINGASP.*) И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

М.А. Эсауленко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*masha.esaylenko@mail.ru*

Потребности фармацевтического рынка, реализуются путем разработки новых лекарственных препаратов на основе растительного сырья. Предпосылкой для создания таких препаратов является изучение химического состава лекарственных растений, в том числе и представителей рода *Syringa* L. [1].

Для экстракции использовали кору 16 видов сирени произрастающих в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Экстракцию проводили при кипячении с обратным холодильником в течение 1 часа. С помощью

высокоэффективной жидкостной хроматографии и газовой хроматографии с масс спектроскопией определяли наличие сирингина и других биологически активных веществ в экстрактах коры различных видов сирени [1–3].

Экстракт коры сирени содержит фенилпропаноиды, в том числе сирингин и вербаскозид, флавоноиды, гликозиды, дубильные вещества, кумариновые производные, смолы, аскорбиновую кислоту, фитонциды, органические кислоты, микроэлементы [2]. Гликозид сирингин обладает противовоспалительным и противоаллергическим действием. Данное соединение обуславливает тонизирующие, адаптогенные и иммуномодулирующие свойства экстракта сирени. Для гликозида вербаскозида характерны антиоксидантные (ингибирует перекисное окисление липидов), антибактериальные, анальгетические, гипотензивные свойства; способность подавлять нежелательные иммунные реакции организма. В связи с этим, разработка и использование лекарственных средств и биологически активных добавок, содержащих фенилпропаноидные соединения, в частности сирингин, является актуальным для комплексного лечения и профилактики патологического состояния с различной клинко-психопатологической симптоматикой. Относительно недавно было показано, что сирингин обладает иммуномодулирующими, противоаллергическими и противовоспалительными свойствами. Он также подавляет процесс резорбции костей, проявляет гипотензивный эффект и цитостатическое действие на раковые клеточные линии [3].

Таким образом, наиболее полное извлечение сирингина происходило при использовании метода экстракции при кипячении с обратным холодильником. Наибольшее содержание сирингина выявлено у сирени Вольфа (*Syringa Wolffi*), наименьшее у сирени Звегинцова (*Syringa sweginzonii*). Определили, что состав у выбранных видов сирени различается.

1. Биологически активные вещества коры различных видов сирени / В.П. Курченко [и др.] // Труды БГУ. – 2016. – Т.11, Ч 2. – С. 111–122.

2. Состав и содержание биологически активных веществ в коре различных видов сирени Центрального ботанического сада НАН Беларуси / В.П. Курченко [и др.]// Материалы междунар. научн. конференции «Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира» 6–8 июня 2017 года// Минск. – 2017

3. Биологически активные вещества в коре различных видов сирени / В.П. Курченко [и др.]// Материалы Международной научно-практической конференции 20–23 сентября 2017 года «Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ»(Нарочанские чтения–11) // Минск – Ставрополь. – 2017.

SYRINGIN SELECTION FROM THE SIRENI COIL (*SYRINGA* SP.) AND  
INVESTIGATION OF IT'S PHYSICAL-CHEMICAL AND  
BIOLOGICAL PROPERTIES

M.A. Esaulenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*masha.esaylenko@mail.ru*

The needs of the pharmaceutical market are realized by developing new medicines based on plant raw materials. The prerequisite for the creation of such drugs is the study of the chemical composition of medicinal plants, including representatives of the genus *Syringa* L.

For extraction, a bark of 16 lilac species was grown in the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus.

Thus, the most complete extraction of the syringin occurred using the extraction method at reflux. The greatest amount of syringin is found in the lilac of Wolf (*Syringa Wolfi*), the smallest in the lilac of Zvegintzov (*Syringa sweginzonii*). It was determined that the composition of the selected species of lilac varies.

---

**СЕКЦИЯ 2**  
**«МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ»**

## ВЫЯВЛЕНИЕ СИНАПТОФИЗИНА В НЕЙРОНАХ ТЕМЕННОЙ КОРЫ МОЗГА КРЫС ПРИ ХОЛЕСТАЗЕ

**Е.Н. Андрушевич**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*enandrushevich@gmail.com*

Цель исследования – выявить экспрессию синаптофизина иммуногистохимическими методами в структурах теменной коры мозга в различные сроки подпеченочного холестаза у крыс.

В работе использован материал от 36 белых крыс-самцов гетерогенной популяции массой  $225 \pm 25$  г. Опытным животным производили перевязку общего жёлчного протока на 3-5 мм ниже слияния долевых протоков двумя лигатурами с последующим пересечением между ними. Животным контрольной группы проводили ложную операцию. Через 2, 5, 10, 20, 45 и 90 суток животных выводили из эксперимента. Изучали структурную организацию теменной коры через экспрессию белка синаптофизина (SYN) – для определения синаптогенеза и синаптической плотности.

В контроле во втором слое нейронов теменной коры мозга в их базальной части четко выражен иммунопозитивный участок, причем после двух суточного холестаза отмечено усиление экспрессии синаптофизина на 23,8 % ( $Z = -5,45$ ;  $p = 0,000$ ). Через пять суток холестаза в нейронах второго слоя коры происходит увеличение экспрессии синаптофизина на 26,1 % ( $Z = -6,19$ ;  $p = 0,000$ ). Десяти суточный холестаз в нейронах третьего и пятого слоев в базальных участках нейронов приводит к усилению экспрессии синаптофизина на 18,4 % ( $Z = -6,19$ ;  $p = 0,000$ ) и 20,6 % ( $Z = -6,04$ ;  $p = 0,000$ ) соответственно. В третьем и пятом слоях в базальных участках нейронов отмечено усиление экспрессии синаптофизина на 12,8 % ( $Z = -3,83$ ;  $p = 0,000$ ) и 14,4 % ( $Z = -4,79$ ;  $p = 0,000$ ) соответственно. В отдаленные сроки (45 и 90 суток) в нейронах всех изученных слоев коры различий в контроле и опыте не определено.

Экспрессия синаптофизина на 5-10-20 сутки указывает на активизацию синаптогенеза и синаптической плотности. В последующие сроки, возможно, происходит их уменьшение из-за истощения

энергетических ресурсов клетки. Нами ранее показано, в это время происходит разрушение крист митохондрий.

Таким образом, холестаз вызывает перестройку метаболизма нейронов с целью компенсации нарушений гомеостаза. Это говорит о большой реактивности нейронов коры мозга и чувствительности их к данному экспериментальному воздействию.

## IDENTIFICATION OF SYNAPTOPHYSIN IN THE NEURONS OF THE PARIETAL CORTEX OF RAT BRAIN IN CHOLESTASIS

L.N. Andrushevich

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*enandrushevich@gmail.com*

We studied the structural organization of the parietal cortex through the expression of the synaptophysin protein (SYN) – to determine synaptogenesis and synaptic density. Expression of synaptophysin on days 5-10-20 indicates activation of synaptogenesis and synaptic density. In the following terms, they are reduced possibly due to depletion of the energy resources of the cell.

---

## ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СПОРТСМЕНОВ-ЛЕГКОАТЛЕТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ

Ю.И. Брель

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь*

*BrelYulia@tut.by*

Для оценки механизмов регуляции физиологических функций организма и изучения адаптации к мышечной деятельности широко используется анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР). Целью данного исследования являлась оценка особенностей ВСР при проведении ортостатической пробы у спортсменов скоростно-силовых видов спорта по сравнению с контрольной группой. Исследования проводились на базе Гомельского областного диспансера спортивной медицины. Обследовано 14 спортсменов мужского пола, занимающихся легкой атлетикой (спринтерский бег, метание, прыжки), в возрасте 16–20 лет. Контрольную группу составили 14 юношей того же возраста, не занимающихся спортом.

Исследование показателей ВСР проводилось с применением комплекса «Полиспектр». Регистрация ЭКГ проводилась в положении лежа в течении 3 минут (фоновая проба) и в положении стоя в течении минуты (ортостатическая проба). Статистический анализ результатов проводился с помощью программы «Statistica 6.0»; в связи с ассиметричным распределением показателей в качестве центрального значения и диапазона распределения использовались медиана, 25-й и 75-й перцентили. Достоверность различий между группой спортсменов и контролем оценивалась с помощью U-критерия Манна-Уитни. Анализ ВСР проводился по показателям: TP (суммарная мощность спектра), HF (мощность высокочастотной составляющей спектра), LF (мощность низкочастотной составляющей), VLF (мощность очень низкочастотной составляющей), LF/HF, % HF, %VLF, ИВР (индекс вегетативного равновесия), ВПР (вегетативный показатель ритма), ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции), ИН (индекс напряжения).

По результатам оценки параметров ВСР при фоновой пробе у легкоатлетов наблюдалась более выраженная активация автономного контура регуляции сердечного ритма по сравнению с контрольной группой. Так, регистрировались более низкие показатели ВПР (на 26 %) и ИН (на 62 %) по сравнению с контролем. При проведении ортостатической пробы в группе легкоатлетов наблюдались значимо более высокие показатели TP (в 1,6 раз) и VLF (в 2,2 раза) и более низкие показатели ИВР (на 29 %) и ПАПР (на 17 %) по сравнению с контрольной группой. Анализ частотных характеристик показал, что в ответ на ортостатическую пробу у спортсменов наблюдается значительное увеличение % VLF и снижение % HF. Результаты оценки показателей ВСР позволяют сделать вывод, что при проведении ортостатической пробы у легкоатлетов в большей степени включаются гуморально-метаболические и центральные эрготопрные влияния, в то время как у контрольной группы происходит активация симпатической регуляции сердечного ритма.

## HEART RATE VARIABILITY PARAMETERS IN ATHLETES AT ORTHOSTATIC TEST

Y.I. Brel

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*BrelYulia@tut.by*

Results of the research. Heart rate variability parameters in athletes at initial test are characterized by more expressed activation of autonomic contour

of heart rhythm regulation in comparison with the control group. More low indicators of vegetative rhythm parameter and stress index in comparison with control were registered. At orthostatic test in group of athletes significantly higher rates of TP and VLF in comparison with control group were observed.

Field of results application: sports physiology, the control of training process.

Conclusion. Results of heart rate variability parameters evaluation demonstrate that at orthostatic test in athletes humoral and metabolic and central influences are more activated while the control group has an activation of sympathetic regulation of heart rhythm.

---

### **РЕАКЦИЯ АЛЬФА-РИТМА В ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ ЧЕЛОВЕКА НА РАЗДРАЖЕНИЕ ГЛЮКОРЕЦЕПТОРОВ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ**

**А.А. Брянцева, К.М. Люзина**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
liuzina@bsu.by*

По сравнению с другими сенсорными системами, относительно мало известно о том, как мозг человека обрабатывает вкусовую информацию. Вкусовая чувствительность играет большую роль в стимулировании физиологических процессов пищеварения, в том числе выделения слюны, желудочного и кишечных соков, содержащихся в них пищеварительных ферментов, а также в мобилизации центральных процессов регуляции пищеварения и обмена веществ. Вкусовые афферентные волокна проецируются и активируют различные области коры головного мозга, в которых обрабатывается информация о количестве, качестве и ценности потребленных веществ. Кортикальные области, участвующие в восприятии вкуса человека, обнаружены с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии, позитронной эмиссионной томографии. Согласно результатам недавнего мета-анализа работ по вкусовой системе, в ответ на вкусовую стимуляцию надежно и последовательно активируются островковая доля, височная покрышка, орбитофронтальная кора, поясная извилина. Цель работы – изучение активности головного мозга с помощью метода электроэнцефалографии (ЭЭГ) при раздражении глюкорецепторов полости рта.



Для проведения исследования использовался электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр» производства фирмы «Нейрософт». Для анализа использовали частотный диапазон альфа-ритма. Для регистрации, амплитудного, спектрального, корреляционного, когерентного анализа, топографического картирования, хранения и автоматической генерации описания ЭЭГ использовали программное обеспечение «Нейрон-Спектр.NET». В исследовании приняли участие 10 человек, средний возраст которых составлял 19-20 лет. ЭЭГ регистрировали биполярно в 8 симметричных отведениях (FP1, FP2, C3, C4, O1, O2, T3, T4). Преимуществом биполярного отведения является его большая помехоустойчивость, лучшее выявление поверхностных очаговых изменений на ЭЭГ. В ходе предварительного обследования было выявлено, что испытуемые по всем характеристикам являлись здоровыми и активными субъектами, без выраженных признаков утомления и перенапряжения. Фоновая проба подтвердила наличие нормы в состоянии ЭЭГ показателей испытуемых. Первоначально со всеми добровольцами провели густометрию, все испытуемые имели нормальные пороги чувствительности к сладкому. Использовали растворы сахарозы (12 г/л и 0,34 г/л), в качестве контроля – питьевую воду. Испытуемый брал в рот глоток раствора, держал 2 минуты, будучи в состоянии голода. Параллельно регистрировали ЭЭГ.

В фоновой записи над обоими полушариями у испытуемых зарегистрирован альфа-ритм частотой 8-14 Гц, преобладающее в C3-O1, C4-O2, FP2-T4. Максимальная амплитуда альфа-ритма над левым полушарием 98 мкВ (средняя 18 мкВ). Максимальная амплитуда альфа-ритма над правым полушарием 155 мкВ (средняя 21 мкВ). Межполушарная асимметрия альфа-ритма 16 %. Доминирующая частота альфа-ритма 10,0 Гц. Индекс альфа-ритма 39 %. Альфа-ритм преобладает в C3-O1, C4-O2, FP2-T4. Модулированность альфа-ритма умеренная. Применение подпороговой концентрации раствора сахарозы (0,34 г/л) привело к следующим изменениям: максимальная амплитуда альфа-ритма увеличивалась в 1,4 раза над левым полушарием, над правым практически не изменилась. Немного снижался индекс альфа-ритма 31 %. Сужалась локация альфа-ритма (C4-O2). Раствор сахарозы концентрацией 12 г/л вызвал следующие реакции: максимальная амплитуда альфа-ритма зарегистрирована над правым полушарием, межполушарная асимметрия альфа-ритма 9 %. Индекс альфа-ритма снизился еще больше (25 %).

Альфа-ритм преобладал в С4-О2, как и в случае применения подпороговой концентрации сахарозы.

Раздражение глюкорецепторов ротовой полости (сахароза, 0,34 г/л) привело к тому, что в записи ЭЭГ амплитуда альфа-ритма выросла более на чем на 15 % ( $15,42 \pm 4,3$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=10$ ). Сверхпороговая концентрация сахарозы (12 г/л) вызвала меньший рост амплитуды альфа-ритма ( $10,18 \pm 2,8$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=10$ ), однако в 7 случаях из 10 в указанных условиях альфа-ритм «перемещался» из левого полушария в правое.

На сегодняшний день установлены физиологические корреляты фоновой мощности и реактивности альфа-ритма. При действии вкусовых раздражителей регулярный ритм потенциалов мозга изменяется. Диффузная реакция регистрируется в форме появления замедленных волн альфа-ритма. При длительном действии раздражителя депрессия альфа-волн исчезает и вновь восстанавливается регулярный ритм, как будто человек привыкает к раздражению. Полученные данные позволяют предполагать участие альфа-ритма в модулирующих влияниях на механизмы вегетативной регуляции функции в пищеварительной системе.

## REACTION OF ALPHA-RHYTHM IN THE HUMAN ELECTROENCEPHYLOGRAPH ON THE IRRITATION OF GLUCORECEPTORS OF THE ORAL CAVITY

A.A. Bryantseva, K.M. Liuzina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*liuzina@bsu.by*

Neuron-Spectrum and Neuron-Spectrum.NET (NeuroSoft) was used. The frequency range of the alpha rhythm was used for the analysis. The study involved 10 people, 19-20 years old. The EEG was recorded bipolarly in 8 symmetrical leads (FP1, FP2, C3, C4, O1, O2, T3, T4). Initially all volunteers underwent densometry, all subjects had normal thresholds of sensitivity to sweet. Sucrose solutions (12 g/l and 0.34 g/l) were used, as drinking water as control. With the action of taste stimuli, the regular rhythm of the brain potentials changes. The diffuse reaction is recorded in the form of delayed alpha-rhythm waves. With prolonged action of the stimulus, the depression of the alpha waves disappears and the regular rhythm is restored again, as if the person gets used to irritation. The obtained data allow to assume the

participation of the alpha-rhythm in modulating influences on the mechanisms of vegetative regulation of functions in the digestive system.

---

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ФСА *SPIRULINAPLATENSIS*

**К.Ю. Булда, Н.В. Козел**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*bio.buldaKY@bsu.by*

Изменение продуктивности *Spirulinaplatensis*, накопление фотосинтетических пигментов и фенольных соединений в клетках водоросли, зависит от спектрального состава освещения. Следовательно, происходят изменения на уровне функционирования ФСА, для выяснения которых использовался метод РАМ-флуориметрии.

В качестве объекта исследования использовалась трихомная синезеленая водоросль *Spirulinaplatensis* (штамма IBCES-2 из коллекции Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси) [1], выращенная под разными вариантами освещения (варианты: 1 – красный + желтый + голубой + синий, 2 – красный, 3 – красный + синий, 4 – синий, 5 – белый (люм. лампа Philips)). Для определения параметров индукции флуоресценции хлорофилла использовался РАМ-флуориметр «DUAL-РАМ 100» (Heinz Walz, Германия) [2].

Анализ результатов РАМ-флуориметрии показал существенное снижение максимального выхода флуоресценции как ФС2, так и сигнала ФС1 в варианте с синим светом (вариант 4). При этом стоит отметить, что уменьшение максимального размаха сигнала Р700 ФС1 было больше по отношению к уменьшению флуоресценции ФС2 и составило 60 % относительно контроля, что указывает на преимущественную редукцию комплексов ФС1 в варианте с использованием только синих светодиодов. Для этого варианта также было характерно уменьшение константы фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла ФСII и увеличение восстановленности пластохинонового пула, что указывает на снижение активности либо нарушение функционирования ФСII в варианте 4. Для остальных вариантов отклонения показателей работы фотосинтетического аппарата были не столь значительными. Однако стоит отметить, что для вариантов с использованием красного и совместно красного и синего света (варианты 2 и 3 соответственно) выявлены принципиальные изменения ключевых показателей работы фотосистем по сравнению с контролем

(вариант 5): Зафиксировано увеличение эффективности работы электронтранспортной цепи как на участке ФС I (для вариантов 2 и 3), так и на участке ФС II (для варианта 3), вариант 2 также характеризуется увеличением констант фотохимического и нефотохимического тушения флуоресценции, причем увеличение нефотохимического тушения обусловлено регулируемой диссипацией энергии, на что указывает увеличение соответствующего квантового выхода и уменьшение квантового выхода нерегулируемой диссипации энергии. Указанные изменения зафиксированы и для варианта с использованием красного, желтого, голубого и синего светодиодов (вариант 1).

В целом, данные, полученные методом PAM-флуориметрии, указывают на активацию фотосинтетических процессов в клетках *Spirulina* при использовании светодиодного освещения с преобладанием красной полосы в спектре излучения.

1. Мельников, С.С. Каталог генетического фонда хозяйственно полезных видов водорослей / С.С. Мельников – Мн.: Беларус. навука, 2011. – 101 с.

2. Dual-PAM-100 [Электронный ресурс] Measuring system for simultaneous assessment of p700 and chlorophyll fluorescence // Heinz Walz, 2009.

# INFLUENCE OF LED LIGHTNING OF VARIOUS SPECTRAL COMPOSITION ON FUNCTIONING OF *SPIRULINA PLATENSIS* PHOTOSYNTHETIC APPARATUS

K. Bulda, N. Kozel

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.buldaKY@bsu.by*

This article bears practical data for the analysis of the purposeful use of LED lighting of different spectral composition in the cultivation of *Spirulina platensis*. The results of this study were obtained using the method of PAM – fluorometry.

---

## **АНТИОКСИДАНТНЫЕ И ЦИТОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ФЛАВОНОИДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭРИТРОЦИТОВ *INVITRO***

**А.Г. Вейко, Т.В. Ильич**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*Wei93@yandex.ru*

Разработка эффективных и безопасных лекарственных препаратов сегодня является актуальной задачей. Флавоноиды – растительные полифенолы с широким спектром биохимического действия и фармацевтических эффектов. На сегодняшний день многочисленные исследования [1, 2] указывают на положительный эффект флавоноидов в терапевтической коррекции различных патологических состояний. Полифенолы также способны сокращать срок реабилитационного периода. Растительные полифенолы обладают противовоспалительной, антиоксидантной, антиканцерогенной, антибиотической активностью [1, 2]. Заинтересованность в исследовании флавоноидов обусловлена не только возможными положительными действиями полифенолов на организм, но и возможностью получения новых лекарственных препаратов.

Мы изучили цитопротекторные свойства комплексов флавоноидов, содержащихся в экстрактах краснокочанной капусты, граната, клюквы, тополя, а также монопрепарата кверцетина, в моделях окислительного стресса эритроцитах крыс линии Wistar. Окислительный стресс и генерацию свободных радикалов индуцировали внесением трет-бутилгидропероксида и гипохлорной кислоты в суспензию эритроцитов. Цитопротекторный эффект оценивали по уровню восстановленного глутатиона (GSH), малонового диальдегида (ТБК-реактивных соединений) и по количеству гемолизированных клеток.

Внесение экстрактов флавоноидов снижало повреждение липидного бислоя мембран эритроцитов, способствовало сохранению уровня внутриэритроцитарного глутатиона и выражено уменьшало уровень образовавшихся ТБК-реактивных соединений и гемолизовавшихся клеток при окислительном стрессе. Эффект флавоноидов дозозависимый.

В отсутствие полифенолов уровень малонового диальдегида эритроцитов крыс при окислительном стрессе (700 мкМ трет-бутилгидропероксида) составлял 20–26 нмоль/мл упакованных клеток. Внесение экстрактов флавоноидов в концентрации 2,5 мкг/мл снижало содержание продуктов перекисного окисления липидов на 30 %, 5 мкг/мл - на 50 % (в отсутствие окислителя уровень малонового диальдегида в эритроцитах крыс находился в пределах 2–3 нмоль/мл упакованных клеток, и внесение флавоноидов не вызвало его изменений). Параллельно, при действии окислительных агентов на эритроциты крыс приводило к истощению внутриэритроцитарного GSH (уровень глутатиона уменьшался в 17 раз). Кверцетин в диапазоне концентраций 5–100 мкМ дозозависимо предотвращал окислительные повреждения эритроцитов: содержание ТБК-реактивных соединений в присутствии 100 мкМ кверцетина уменьшалось на 70 % по сравнению с суспензией эритроцитов, подвергнутых воздействию окислителя в отсутствие флавоноида, уровень GSH в присутствии кверцетина (100 мкМ) возрастал более чем в 5 раз.

Таким образом, высокий цитопротекторный потенциал, выраженная антиоксидантная активность и низкая токсичность демонстрируют наличие у флавоноидов необходимых качеств для включения их в ряд компонентов новых высокоэффективных и безопасных лекарственных средств.

1. Антиоксидантные свойства природных фенолов / А.Д. Гордиенко, [и др.] // Тезисы докл. 5-го всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям, Таллин, 22–24 сент. 1987 г. / Науч. совет по пробл. биохимии раст. АН СССР, Ин-т эксперим. биологии АН ЭССР. – Таллин, 1987. – С. 32–33.

2. Биологическая активность полифенолов растительного происхождения. Перспектива использования антоцианов в медицинской практике / Д. И. Писарев [и др.] // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. – 2012. – №10 (129) – С.17–24.

## ANTIOXIDATIVE AND CYTOPROTECTIVE PROPERTIES OF FLAVONOIDS DURING OXIDATIVE DAMAGE OF ERYTHROCYTES *IN VITRO*

A.G. Veiko, T.V. Ilyich

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*Wei93@yandex.ru*

The antioxidative and biochemical properties of flavonoids are the topic of great interest due to the possibility of obtaining new drugs. We studied the cytoprotective properties of flavonoids isolated from red cabbage, pomegranate, cranberry, poplar, as well as quercetin monopreparation, in models of oxidative stress *in vitro*.

In the absence of polyphenols, the level of malonic dialdehyde in rat erythrocytes during oxidative stress (700  $\mu\text{M}$  tert-butyl hydroperoxide) was 20–26 nmol / ml of packed cells. Quercetin in the concentration range of 5–100  $\mu\text{M}$  dose-dependently prevented oxidative damage of erythrocytes: the content of TBA-reactive compounds in the presence of 100  $\mu\text{M}$  quercetin decreased by 70 % compared to the suspension of red blood cells exposed to oxidant in the absence of flavonoid, the level of GSH in the presence of quercetin (100  $\mu\text{M}$ ) increased more than 5 times.

Flavonoids showed a high antioxidative activity, and one can suggest using them as effective and safe cytoprotective agents.

---

## ЭФФЕКТЫ МЕТИЛЖАСМОНАТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ *ALTHAEA OFFICINALIS*

И.Д. Гаврильчик, Т.И. Дитченко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*gavrirena@yandex.ru*

Алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.) содержит такие биологически активные вещества как полисахариды, фенолокислоты (ФК), флавоноиды (ФЛ) и дубильные вещества, в связи с чем его относят к слизиполифенолсодержащему сырью. Культивирование клеток и тканей алтея лекарственного в условиях *in vitro* позволяет получать биомассу, содержащую комплекс веществ фенольной природы. Для биотехнологического способа наработки биомассы с более высоким



содержанием этих соединений весьма актуальным является исследование влияния метилжасмоната (МеЖ) в качестве активатора их биосинтетического потенциала. Целью настоящей работы явился анализ концентрационных и временных эффектов МеЖ на образование вторичных метаболитов фенольной природы клетками суспензионной культуры *Althaeaofficinalis*.

В работе использовалась питательная среда по прописи Мурасиге и Скуга, содержащая 3 % сахарозы и фитогормоны: 0,2 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кинетина и 1 мг/л ИУК. Суспензионную культуру инкубировали в условиях термостата при 25 °С в темноте. Постоянное перемешивание питательной среды обеспечивали с помощью орбитального шейкера-инкубатора MaxQ 6000 ThermoScientific при 120 об/мин. Длительность ростового цикла составляла 15 сут. Внесение в питательные среды МеЖ осуществляли на 10-е сут культивирования. МеЖ растворяли в 95 %-ном этиловом спирте, стерилизовали с помощью мембранных фильтров с диаметром пор 0,2 мкм и добавляли в питательные среды до конечных концентраций  $10^{-5}$ ,  $5 \cdot 10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  моль/л на 10-е сут культивирования. В контрольные среды вносили этанол. Предварительно было показано, что этиловый спирт в использованных концентрациях не оказывал влияния на исследуемые характеристики культуры. Определение содержания суммы фенольных соединений (ФС) в пересчете на феруловую кислоту производили с помощью спектрофотометрического метода на основе реакции комплексообразования с реактивом Фолина-Дениса. Содержание ФК оценивали в пересчете на галловую кислоту, ФЛ – в пересчете на кверцетин по реакции с  $\text{AlCl}_3$ .

Установлено, что максимальный стимулирующий эффект МеЖ на содержание суммы ФС обнаружен в результате 2-х суточной инкубации культуры в присутствии концентрации  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Использование  $10^{-5}$  моль/л МеЖ сопровождалось повышением уровней накопления ФС только на 2-е сут, а при действии концентрации  $10^{-4}$  моль/л – в течение 11–15 сут культивирования. Наиболее выраженное повышение содержания ФК как отдельной группы фенольного комплекса суспензионной культуры *Althaeaofficinalis* выявлено при использовании  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л МеЖ в результате 2-х суточной инкубации клеток. Рост концентрации МеЖ в среде от  $5 \cdot 10^{-5}$  до  $10^{-4}$  моль/л не сопровождался усилением синтеза ФК. В отличие от ФК и общего содержания ФС наиболее значительное возрастание уровней ФЛ отмечалось в результате 2-х суточного воздействия  $10^{-4}$  моль/л МеЖ.

Таким образом, для повышения суммарного содержания ФС, в т.ч. ФК, в клетках суспензионной культуры *Althaeaofficinalis* может быть рекомендована концентрация МеЖ  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л. С целью получения наиболее высоких уровней содержания ФЛ целесообразно использование концентрации  $10^{-4}$  моль/л. При этом обработка культуры указанными концентрациями элиситора при двухстадийном культивировании должна составлять 2 сут с учетом продолжительности первой стадии равной 10 сут.

#### EFFECTS OF METHYL JASMONATE ON PHENOLIC COMPOUND CONTENT IN *ALTHAEA OFFICINALIS* CELL SUSPENSION CULTURE

I.D. Gavrilchik, T.I. Ditchenko

*Belarusian State University Minsk, Belarus*

*gavrirena@yandex.ru*

The influence of methyl jasmonate (MeJ) on the content of secondary metabolites of the phenolic nature in cell suspension culture of *Althaea officinalis* L. is considered. It is established that MeJ acts as an efficient elicitor. The stimulation of phenolic compounds formation, in particular phenolic acids and flavonoids, depending on MeJ concentration and duration of influence are revealed.

---

#### ЭФФЕКТ РАССИНОВЫХ СТЕРОИДОВ НА РОСТ РАСТЕНИЙ *PHALAENOPSIS* × *HYBRIDUM BLUME* В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

И.А. Горский, М.А. Черныш, В.В. Демидчик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*bio.gorskiy@bsu.by*

Сегодня мировой рынок орхидей занимает лидирующие позиции среди декоративных комнатных растений. Средняя ежегодная прибыль от продажи орхидей составляет порядка 500 миллионов долларов. Семена орхидей в обычной культуре имеют низкую всхожесть, а вегетативное размножение довольно медленное. Клонирование *in vitro* позволяет сохранить природные популяции, так как используются фрагменты растений без нарушения их численности в природе, что особенно важно среди редких видов [1].

В результате длительных поисков получены особые питательные среды для посева орхидей, которые содержат все необходимые элементы питания. Фактором определяющим дифференцировку и ростовые процессы при культивирования *in vitro* являются разнообразные фитогормоны и их концентрации. Брассиностероиды имеют выраженное сходство с ауксинами, демонстрируя усиления роста растений и формирование проводящих тканей, а так же придают устойчивость к различным абиотическим стрессам [2]. Воздействие фитогормонов на рост и развитие орхидей в культуре *in vitro* мало изучено и представляет особый научный интерес как в фундаментальной, так и прикладной биологии растений.

Основной задачей являлось выявление особенностей воздействия б основных брассиностероидов на рост протокорм-подобных тел *Phalaenopsis* × *hybridum* Blume в культуре *in vitro* и сравнение полученных данных с эффектами группы ауксинов. Растения были ранее введены в культуру на кафедре клеточной биологии и биоинженерии растений БГУ. Были получены и проанализированы данные, демонстрирующие характер изменений длины и массы растений *Phalaenopsis* × *hybridum* Blume при введении в среду вышеуказанных фитогормонов.

Сравнение результатов опыта по влиянию двух разных групп фитогормонов, говорит о выраженном эффекте брассиностероидов и ауксинов на изменение ростовых процессов в микрорастениях *Phalaenopsis* × *hybridum* Blume. В результате было достигнуто трехкратное увеличение массы и двукратное увеличение длины растений. Так же было показано, что максимальные значения достигаются при средних концентрациях:  $10^{-7}$  М для брассиностероидов и 1 мг/л для ауксинов, в то время как максимальная концентрация проявляла угнетающее действие на ростовые показатели.

1. Хесайонн Д. Все об орхидеях / Д. Хесайонн; пер. Романова О.И. – М: АСТ, 2014. – 128 с.

2. Brassinosteroids: A Class of Plant Hormone. Brassinosteroids / eds. S. Hayat, A. Ahmad. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2011.

## THE EFFECT OF BRASSINOSTEROIDS ON GROWTH OF *PHALAENOPSIS* × *HYBRIDUM BLUMEI* IN VITRO CULTURE

I. Horski, M. Charnysh, V. Demidchik

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.gorskiy@bsu.by*

The global market for orchids is leading among decorative houseplants. *In vitro* cloning helps to preserve natural populations, as fragments of plants are used without violating their numbers in nature, which is especially important among rare species. Various phytohormones are the key factor that determines differentiation and growth processes during *in vitro* cultivation. However, the effect of brassinosteroids on orchids *in vitro* culture is practically not studied and is of scientific interest both for fundamental and applied plant biology. The present study was aimed to identify the effects of 6 major brassinosteroids on the growth of the protocorm-like bodies *Phalaenopsis* × *hybridum Blumei* *in vitro* culture and compare the results with the effects of auxin group.

---

## ВОВЛЕЧЕНИЕ КАТИОННЫХ КАНАЛОВ В СИГНАЛИЗАЦИЮ БРАССИНОСТЕРОИДОВ

П.В. Гриусевич, Д.Е. Стрельцова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*polinachikun@gmail.com*

Брассиностероиды – перспективная группа регуляторов роста и развития растений. Брассиностероиды действуют в исключительно низких концентрациях ( $10^{-10}$ – $10^{-6}$  моль/л) благодаря высокочувствительному связыванию с рецептором BRI1 на плазматической мембране [1, 2]. Однако, на сегодняшний день фактически отсутствуют данные о влиянии брассиностероидов на ион-транспортные системы плазматической мембраны клеток растений. В этой связи представлялось актуальным выявление возможных эффектов брассиностероидов на проводимость плазматической мембраны пшеницы, одного из важнейших сельскохозяйственных растений Европы.

В данном исследовании использовались протопласты, выделенные из корней 7–10-дневных проростков яровой пшеницы сорта белорусской селекции Василиса (*Triticum aestivum* L.). 24-эпикастастерон был синтезирован в лаборатории химии стероидов Института биоорганической

химии НАН Беларуси. Использовались стандартные пэтч-кламп протоколы, разработанные ранее в нашей лаборатории [3].

В протопластах, выделенных из корней пшеницы сорта «Василиса», экзогенный 24-эпикастерон вызывал значительное увеличение  $TEA^+$ -чувствительной наружу-направленной проводимости. При этом добавление в наружный раствор 28-эпибрасинолида и 28-гомобрасинолида не приводило к изменениям трансмембранного тока.

Для исследования брасиностероидов, находящихся в цитоплазме клеток, был использован 24-эпикастерон (1 мкмоль/л), так как его добавление снаружи клетки модифицировало проводимость плазматической мембраны. В результате нами были выявлены 2 разные группы протопластов. В первой популяции наблюдалось значительное увеличение наружу-направленной проводимости. Во второй – кинетика проводимости мембраны имела колоколообразный характер (ранее показанный у деполяризационно-активируемых каналов арабидопсиса). В обеих группах протопластов наблюдалось снижение проводимости мембраны при добавлении ионов гадолиния в наружный раствор.

Таким образом, в результате проведенного анализа, нами было показано, что увеличение проводимости мембраны клеток корня пшеницы «Василиса» под действием 24-эпикастерона опосредовано активацией калиевых и деполяризационно-активируемых кальциевых каналов.

1. Clouse S.D. Brassinosteroid signal transduction: from receptor kinase activation to transcriptional networks regulating plant development / S.D. Clouse // *Plant cell*. – 2011. – Vol. 23. – P. 1219–1230.

2. Caño-Delgado A. BRL1 and BRL3 are novel brassinosteroid receptors that function in vascular differentiation in Arabidopsis / A. Caño-Delgado, Y. Yin, C. Yu // *Development*. – 2004. – Vol. 131, No 21. – P. 5341–5351.

3. Demidchik V., Tester M. Sodium fluxes through nonselective cation channels in the plant plasma membrane of protoplasts from Arabidopsis roots / V. Demidchik, M. Tester // *Plant Physiol*. – 2002. – Vol. 128. – P. 379–387.

## CATION CHANNELS ARE INVOLVED IN BRASSINOSTEROID SIGNALING

P. Hryvusevich, D. Straltsova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*polinachikun@gmail.com*

Brassinosteroids (BRs) are an important class of plant hormones with a multitude of functions. They have been intensively investigated for their biosynthesis, distribution and physiological functions. The aim of this study was to examine possible effects of BRs on the plant plasma membrane cation conductances and  $\text{Ca}^{2+}$  signalling. The obtained results suggest that the plasma membrane of root cells contains the brassinosteroid-activated cation-permeable channels, which can probably be involved in rapid regulation of the  $\text{K}^+$  homeostasis and  $\text{Ca}^{2+}$  signalling.

---

## ВЛИЯНИЕ ЛПС И ХАЛКОНА НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ

Н.Н. Давидок, В.А. Костюк

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*davidok.nadya@mail.ru*

Антиоксиданты играют особую роль как вещества, которые обеспечивают активность антиокислительной системы организма, контролирующей свободнорадикальные реакции окисления и препятствующей накоплению в организме токсичных продуктов окисления. Одним из инициаторов вызывающим окислительный стресс является липополисахарид (ЛПС), компонент мембраны грамотрицательных бактерий, некоторых растений и животных. Халконы, рассматриваемые как флавоноиды с раскрытым пирановым кольцом, обладают цитотоксическим и антипролиферативным свойствами [1].

В качестве материала для исследования были использованы клетки аденокарциномы молочной железы линии MCF-7, которые были разделены на три группы: первая группа – контрольные клетки; вторая группа, клетки на которые воздействовали ЛПС в концентрации 2,5 мкг/мл; третья группа, клетки подвергшиеся сочетанному воздействию ЛПС в концентрации 2,5 мкг/мл и халкона в концентрации 50 мкМ. Через 24 ч после воздействия клетки снимали, лизировали и определяли в

лизатах содержание белка методом Лоури, активность супероксиддисмутазы (СОД) [2] и глутатион-S-трансферазы [3]. Анализ полученных данных проводили при помощи программы «STATISTICA». Использовали тест Фишера, различия считаются значимыми, при  $p < 0,05$ .

В ходе исследования были получены следующие результаты средней активности фермента СОД: первая группа –  $8,6 \pm 0,5$  mU на 1 мг белка; вторая группа –  $13,4 \pm 0,2$  mU на 1 мг белка; третья группа –  $7,3 \pm 0,5$  mU на 1 мг белка. Средняя активность фермента глутатион-S-трансферазы: первая группа –  $4,9 \pm 0,1$  mU на 1 мг белка; вторая группа –  $3,6 \pm 0,1$  mU на 1 мг белка; третья группа –  $3,0 \pm 0,1$  mU на 1 мг белка. Анализ полученных результатов свидетельствует, что ЛПС существенно влияет на активность антиоксидантных ферментов. А именно, при обработке клеток аденокарциномы молочной железы линии MCF-7 ЛПС в концентрации 2,5 мкг/мл активность фермента СОД увеличивается почти в 2 раза ( $p < 0,05$ ). Можно предположить, что ЛПС запускает воспалительные реакции, вследствие которых увеличивается образование свободных радикалов, в том числе активных форм кислорода. В ответ на развитие окислительного стресса в клетках активируется синтез СОД, ключевого фермента антиокислительной системы [4]. Вместе с тем, при действии на клетки MCF-7 ЛПС в тех же концентрациях наблюдалось снижение активности фермента глутатион-S-трансферазы ( $p < 0,05$ ). При совместном воздействии на клетки ЛПС и халкона активность обоих ферментов снижалась ( $p < 0,05$ ), что может быть следствием деструктивных процессов, развивающихся в этих условиях в клетках [5].

1. Исмаилова Г.О. Распространенные природные халконы / Г. О. Исмаилова [и др.] // Альманах современной науки и образования. – 2016. – Т. 112. – Вып. 10. – С. 36–45.

2. Костюк, В.А. Простой и чувствительный метод определения активности супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина / В.А. Костюк, А.И. Потапович, Ж.В. Ковалева // Вопросы медицинской химии. – 1990. – Т. 36. – № 2. – С. 88–91.

3. Ferrandina, G. Glutathione S-transferase activity in epithelial ovarian cancer: association with response to chemotherapy and disease outcome / G. Ferrandina [et al.] // Annals of Oncology. – 1997. – Vol. 8. – P. 343–350.

4. Park, H.S. Role of NADPH oxidase 4 in lipopolysaccharide-induced proinflammatory responses by human aortic endothelial cells / H.S. Park [et al.] // Cardiovascular research. – 2006. – Vol. 72. – P. 447–455.

5. Албухайдар А. Количественная оценка эффективности природных полифенольных соединений как химических фильтров УФ-излучения / А. Албухайдар, А.И. Потапович, В.А. Костюк // Физиология и клеточная биология – 2017. – Вып. 1. – С. 1–12.

## INFLUENCE OF LIPOPOLYSACCHARIDE AND CHALKON ON THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES

N. N. Davidok, V. A. Kostyuk

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*davidok.nadya@mail.ru*

It was found that superoxidedismutase activity increased sharply 24 h after treating MCF-7 cells with lipopolysaccharide (LPS) in concentration of 2.5 µg/ml, Oppositely, the activity of glutathione-S-transferase under the same conditions was reduced. 24 h after simultaneous treatment of the cells with LPS (2.5µg/ml) and chalcon (50 µM), the activities of both enzymes were reduced.

---

## ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММА СТУДЕНТОВ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ И ПОНИМАНИИ РЕЧИ НА РАЗНЫХ ЯЗЫКАХ

Б.А. Джораева

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*baguljorayeva@gmail.com*

Как известно, у человека нейронные сети коры больших полушарий головного мозга, ответственные за обработку речевой информации, расположены внутри и вокруг левой верхней височной борозды преимущественно левого полушария. Накапливаются сведения и о том, что в обработку текущих речевых сигналов, как и в формирование речи, вовлекаются практически все области мозга, наряду с классическими зонами, описанными П. Брока и К. Вернике. В литературе нет указаний на то, насколько связанные с речью области мозга синхронно или дифференцированно вовлечены в процесс разговора на различных языках. Целью исследования явилось выявление участков коры больших полушарий мозга и регистрируемых в них ритмов электрической активности у испытуемых – студентов БГУ при разговоре на родном туркменском языке, и русском, как языке обучения. У шести студентов из



Туркменистана с помощью компьютерной электроэнцефалографии («Нейрон – Спектр-4» производство «Нейрософт», Российская Федерация) зарегистрировали электрическую активность мозга при выполнении различных заданий, а именно чтение вслух текстов и стихов, чтение про себя текстов и стихов и написание текста. При этом пять испытуемых знают два языка, а один – четыре.

Установлено, что во время чтения текста вслух на любых языках у всех испытуемых активность мозга проявлялась в разных ритмах, однако интенсивнее всего – в бета и дельта диапазоне. Активируются все области коры больших полушарий, связанные с реализацией когнитивных функций. Были обнаружены локальные отличия активности мозга при использовании туркменского и русского при чтении вслух стихов. Теменная и затылочная области двух полушарий были активны преимущественно при чтении на русском, лобно-височная правая область и затылочная область левого полушария – на туркменском. С использованием этого же языка связано проявление незначительной активности в альфа ритме. Вместе с тем у разных студентов – полиглотов активность мозга имела строго индивидуальные характеристики.

Во время чтения стихов про себя на туркменском и на русском мозг испытуемого проявил подобную активность во всех ритмах, кроме альфа. Так, в дельта ритме активность отмечена для туркменского в лобной доле и во всем левом полушарии, а для русского – в лобной доле и в левом полушарии со смещением к центру мозга, но в целом области, где обнаружена активация похожи. В тета ритме слабая активность обнаружена в лобной и височной областях при использовании туркменского и русского языков, но со смещением в правую и левую стороны соответственно.

У испытуемого – левши при чтении текста вслух обнаружены те же ритмы активности. При чтении на русском выявлена активация правой стороны мозга, на туркменском – левая. При использовании русского языка также мозг продемонстрировал активность в высокочастотном бета-диапазоне, а при использовании туркменского – тета. В остальном заметных отличий нет.

Таким образом, использование для устной и письменной речи различных языков приводит к манифестации разнообразных паттернов электрической активности мозга в разных частотных диапазонах. Данные не противоречат современным представлениям о сложной конфигурации

областей коры больших полушарий, вовлеченных в формирование и понимание речи [1-5].

1. Физиология высшей нервной деятельности : учебник / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – Москва : Учебная литература, 1997. – 432 с.

2. Шульговский В.В. Основы нейрофизиологии Учебное пособие. — М.: Аспект Пресс, 2000. — 277 с.

3. Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности М.: Астрель, 2007. — 224 с.

4. Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Электронный ресурс] под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж; пер.с англ. под ред. проф. В.В. Шульговского. – Эл. изд – Электрон.текстовые дан.(552 с.). М : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.

5. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии испр. и доп. - М.: Академия, 2008. – 528 с.

## ELECTROENCEPHALOGRAM OF STUDENTS DURING THE REPRODUCTION AND UNDERSTANDING OF SPEECH IN DIFFERENT LANGUAGES

B.A. Jorayeva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*baguljorayeva@gmail.com*

It was established that during reading of a text aloud in any language, in all subjects the activity of the brain manifested itself in different rhythms, but most intensely in the beta and delta bands. All regions of the cerebral cortex associated with the realization of cognitive functions were activated. Local differences in brain activity were detected when using Turkmen and Russian when reading poetry aloud. The dark and occipital regions of the two hemispheres were active mainly during reading in Russian, the frontotemporal right region and the occipital region of the left hemisphere - in Turkmen. With the use of the same language, there is a manifestation of a slight activity in the alpha rhythm. At the same time, in different students - polyglots, brain activity had strictly individual characteristics.

---

## СКРИНИНГ НА АГАРИЗОВАННЫХ СРЕДАХ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ, ПРОДУЦИРУЮЩИХ АЛЬФА-АМИЛАЗУ, ПРОТЕАЗУ И ПЕКТИНАЗУ

Л.В. □ Ерхова<sup>1</sup>, К.Г. □ Баневская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, Минск,  
Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
milka1288@mail.ru; banevskayak@gmail.com*

В последние годы в биотехнологически развитых странах отмечается увеличение производства кормовых добавок, содержащих дрожжевые грибы (живые или инактивированные) и/или продукты их метаболизма. Это вызвано тем, что полисахариды клеточных стенок дрожжей оказывают антимикробное, антигенное, противоопухолевое, гипополипидимическое, радио- и криопротекторное действие, а продуцируемые ими олигосахариды, ферменты, витамины и другие биоактивные вещества обладают пребиотическим эффектом, улучшают пищеварение, оптимизируют обменные процессы в организме животных. Единственным доступным на рынке Беларуси товаром названной категории является кормовая добавка пребиотического действия КристоЛайф<sup>®</sup>, разработанная в Институте микробиологии НАН Беларуси с использованием дрожжей рода *Cryptococcus*. Актуальной задачей является разработка на основе дрожжевых грибов комплексных кормовых добавок, в том числе обогащенных ферментами, участвующими в деструкции биополимеров растительного сырья – основного компонента комбикормов.

Цель настоящей работы – первичная оценка амилалитической, протеолитической и пектолитической активности 43 □ штаммов дрожжей родов *Saccharomyces*, *Rhodospiridium**Rhodotorula*, *Torulaspora* из Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

Дрожжевые грибы выращивали на сусло-агаре с крахмалом (1,0 □ %) сухим молоком (8,0 %) или свекловичным пектином (1,5 □ %) в качестве источников углеродного питания и специфических субстратов при 26–28 □ °С в течение 120 □ ч. Способность культур синтезировать альфа-амилазу, протеазу и пектиназу оценивали по размеру (мм) зон просветления вокруг их колоний, возникающих в результате ферментативного гидролиза соответствующих субстратов.

Обобщение полученных данных показало, что среди исследованных дрожжей наименее распространено свойство гидролизовать крахмал: амилалитическая активность обнаружена только у 4 представителей рода *Saccharomyces*, что составило 9,3 % от общего количества исследованных культур. В то же время протеолитической активностью характеризовались 25 (58,1 %) дрожжевых грибов, принадлежащих к рр. *Rhodotorula* (11), *Saccharomyces* (13) и *Rodosporidium* (1); пектолитической – 31 (68,9 %) культура из рр. *Rhodotorula* (16), *Saccharomyces* (13), *Rodosporidium* (1) и *Torulaspora* (1).

Максимальная амилалитическая активность обнаружена у штамма *S. cerevisiae* БИМ Y-147 (диаметр зоны просветления 2,5 мм), протеолитическая – у *R. glutinis* БИМ Y-33 и БИМ Y-159 (по 3,0 мм), пектолитическая – у *R. glutinis* БИМ Y-159 (3,5 мм). Среди культур, характеризующихся одновременным синтезом двух ферментов (протеазы и пектиназы) выделялся штамм *R. glutinis* БИМ Y-159, тогда как три фермента не продуцировала ни одна культура.

Таким образом, в результате первичного скрининга на агаризованных средах со специфическими субстратами отобран штамм *R. glutinis* БИМ Y-159, проявляющий протеолитическую и пектолитическую активности. Планируется определение локализации исследуемых ферментных белков, изучение механизмов, контролирующих их синтез, а также оптимизация состава питательной среды и условий глубинного культивирования *R. glutinis* БИМ Y-159 с целью повышения продукции ферментов.

## SCREENING OF YEAST-LIKE FUNGI PRODUCING ALPHA-AMYLASE, PROTEASE AND PECTINASE ON AGAR MEDIA

L. Yarkhova<sup>1</sup>, K. Baneuskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Microbiology, Belarus National Academy of sciences,  
Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus  
banevskayak@gmail.com*

Initial screening of 43 yeast cultures representing genera *Saccharomyces*, *Rodosporidium*, *Rhodotorula*, *Torulaspora* on agar media with specific substrates resulted in selection of strain *Rhodotorulaglutinis* БИМ Y-159 showing proteolytic and pectolytic activities. It was planned to define localization of the examined enzyme proteins, to investigate mechanisms

governing their synthesis and to optimize nutrient medium composition and conditions for submerged fermentation of strain *R. glutinis* БИМ Y-159 to increase enzyme yields.

---

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ СПОРТСМЕНОВ**

**А.А. Жукова**

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь  
angelazuk@yandex.ru*

Выявление особенностей влияния вегетативной регуляции на организацию биоэлектрической активности мозга, как специфического адаптационного механизма спортсменов высшей квалификации, позволит оценить уровень физической работоспособности и повысить спортивную результативность.

Цель: выявить зависимость между показателями спектрального анализа вегетативной регуляции и биоэлектрической активностью мозга спортсменов высшей квалификации.

Обследовались спортсмены высшей квалификации четырех видов спорта: плавания, легкой атлетики, велоспорта и вольной борьбы, в возрасте 18–22 лет, с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-С». Обследование в течение тренировочного цикла проводилось путем записи ЭКГ в 1-м стандартном отведении. Для оценки функционального состояния спортсменов учитывались показатели спектров мозговой активности для диапазонов: дельта-, тета-, альфа- и бета- ритмов, а так же спектральные показатели вегетативной регуляции в диапазонах: HF, LF и VLF.

Анализ биоэлектрической активности мозга спортсменов всех исследуемых групп выявил обратную корреляционную зависимость между дельта- и бета-ритмами, причем увеличение мощности дельта-ритма сопровождалось повышением активности регуляции в VLF-диапазоне, а активность мозга в бета-ритме, характеризовалась увеличением симпатического контура вегетативной регуляции (LF).

Представители велоспорта и вольной борьбы имеют по нашим данным более высокую активность низкочастотных: дельта- и тета-ритмов

и пониженную активность высокочастотных бета- и альфа-ритмов, по сравнению с другими группами. У представителей легкой атлетики и плавания, напротив, активность бета- и альфа-ритмов на 10-15 % больше, чем в других исследуемых группах, при этом влияние симпатического контура увеличивается на фоне снижения доли центральной гуморально-метаболической регуляции (VLF).

Выводы: 1. Повышение центрального гуморально-метаболического контура регуляции у спортсменов связано со спецификой тренировочного процесса и сопряжено с компенсаторным снижением активности мозга в бета-ритме и увеличением мощности низкочастотных дельта волн. 2. Повышение симпатического влияния увеличивает мозговую активность спортсменов в бета- и альфа-ритме.

## IDENTIFICATION OF THE RELATION BETWEEN PARAMETERS OF THE SPECTRAL ANALYSIS OF VEGETATIVE REGULATION AND BRAIN ACTIVITY INDICATORS IN ATHLETES

A.A. Zhukova

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*angelazuk@yandex.ru*

Results of the research. Features of vegetative regulation and brain bioelectric activity of athletes of different sport types at adaptation to physical activity were revealed. For the athletes doing cycling and freestyle wrestling, increase of the brain activity in delta rhythm was characterized by prevalence of an autonomic parasympathetic regulation contour (HF). At swimmers and track and field athletes there is the direct correlation between the brain activity in the beta range and prevalence of a sympathetic regulation contour (LF).

Field of results application: sports physiology, psychology, the control of training process.

Conclusions.

1. Influence of the central humoral and metabolic regulation contour (VLF) in athletes training force and endurance is accompanied by compensatory decrease of the brain activity in a beta rhythm and increase of power of low-frequency delta waves.

2. Increase of sympathetic influence in regulation in athletes whose training process has high-speed and power focus increases brain activity in the beta and alpha rhythms.

---

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ АДАПТОГЕНОВ РАСТИТЕЛЬНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

**Н.А. Залесская, А.И. Жабуронок, А.П. Капанева**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
nastena.kapaneva@mail.ru*

Исследование различных аспектов этиологии, профилактики, диагностики и лечения сахарного диабета – одна из актуальных задач современной биохимии и фармакологии, поскольку своевременная диагностика диабета и лабораторный анализ эффективности терапевтических процедур абсолютно необходимы для повышения качества жизни пациентов. Несмотря на то, что современная медицина и фармакология располагают широким перечнем лекарственных препаратов, используемых для терапии диабета, огромное внимание уделяется поиску средств, в том числе природного происхождения, способных улучшать состояние и повышать качество жизни людей, страдающих данным заболеванием.

В связи с этим, целью данной работы является анализ действия препаратов растительных адаптогенов – лимонника китайского (*Schizandra chinensis*), гибискуса сабдариффа (*Hibiscus sabdariffa*) и рододендрона Адамса (*Rhododendron adamsii*), а также адаптогена минерального происхождения – алтайское мумие – на показатели углеводного обмена у крыс с экспериментальным сахарным диабетом I типа.

В работе были использованы беспородные крысы-самцы массой 180-200 г, содержащиеся на стандартном рационе вивария БГУ. Экспериментальный сахарный диабет вызывали однократным внутрибрюшинным введением аллоксана в дозе 100 мг/кг. Отвары адаптогенов (3 г / 200 мл воды) и препарат мумие (1,5 г / 200 мл воды) предоставляли крысам для питья вместо воды в течение 7 суток. По истечении указанного времени проводили измерение величин маркеров углеводного обмена в сыворотке крови. Определение активности  $\alpha$ -амилазы осуществляли по методу Каравея, содержания пирувата - методом Умбрайта, концентрации глюкозы - глюкозоксидазным методом. Для

статистических расчетов использовали лицензионный пакет программ Stadia 6.0.

Развитие у крыс экспериментального сахарного диабета сопровождалось изменением уровня всех анализируемых биохимических показателей: увеличение концентрации глюкозы составило 80,0 % по отношению к интактным животным, активности  $\alpha$ -амилазы – 88,0 %, содержания пирувата – 96,5 %.

Ежедневное семидневное употребление отвара лимонника китайского вместо питьевой воды на фоне развивающегося аллоксан-индуцированного диабета вызывало снижение величин исследуемых показателей по сравнению с крысами, страдающими сахарным диабетом, но не получавших данный препарат: содержание пирувата в крови снижалось в 1,5 раза, концентрация глюкозы – в 2,3 раза, активность  $\alpha$ -амилазы – в 1,8 раз. Замена питьевой воды у крыс с экспериментальным диабетом на отвар гибискуса приводило к снижению показателей концентрации глюкозы и активности  $\alpha$ -амилазы до уровня интактных животных, содержания пирувата в крови уменьшалось на 53 %. Отвар рододендрона Адамса и препарат алтайского мумие сахароснижающего действия в нашем эксперименте не проявили, однако они уменьшали активность  $\alpha$ -амилазы на 25,7 % и 20,4 % соответственно.

Таким образом, отвары лимонника китайского и гибискуса сабдариффа способны улучшать показатели углеводного обмена крыс с экспериментальным сахарным диабетом. Данный эффект может быть связан с наличием в составе данных препаратов соединений-антиоксидантов (флавоноиды, витамины А, Е, С, гингерол), способных предотвращать вызванную введением аллоксана генерацию  $O_2^-$  и повреждение  $\beta$ -клеток островков Лангерганса.

## THE INFLUENCE OF THE NATURAL PLANT AND MINERAL ADAPTOGENS ON THE BIOCHEMICAL MARKERS OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN RATS WITH THE EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS

N.A. Zaleskaya, A.I. Zhaburonok, A.P. Kapaneva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*nastena.kapaneva@mail.ru*

The analysis of the plant adaptogens (*Schizandrachinensi*, *Hibiscus sabdariffa*, *Rhododendron Adamsii*) and mineral adaptogen (Altai mummy)



effects on carbohydrate metabolism markers in rats with an experimental diabetes mellitus of the I type was carried out.

It was established that broths of *Hibiscus sabdariffa* and *Schizandrachinensi* are capable to improve significantly all analyzed markers of carbohydrate metabolism of rats with an experimental diabetes.

Scope of the received results: biochemistry of herbs, medical biochemistry.

---

## ГЕНЕРАЦИЯ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И ФОРМИРОВАНИЕ ОДНО- И ДВУЦЕПОЧНЫХ РАЗРЫВОВ ДНК В *PHYSCOMITRELLA PATENS* ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЗАСОЛЕНИЯ

**С.Н. Звонарев<sup>1</sup>, В.С. Мацкевич<sup>1</sup>, К.Ж. Angelis<sup>2</sup>, В.В. Демидчик<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>*Institute of Experimental Botany, Academy of Sciences of Czech Republic,  
Praha, Czech Republic  
zvonarevsergey.bio@gmail.com*

Среди наземных растений лишь единицы способны выживать на почвах с высоким содержанием солей. Один из ярких примеров таких растений – мох *Physcomitrella patens* (*P. patens*), который является отличным модельным организмом для изучения физиологии и эволюции растений. Мхи были первыми наземными растениями и имеют много физиологических сходств с солеустойчивыми водорослями. В этой связи детальное исследование реакций клеток мохообразных в ответ на засоление представляет значительный интерес для понимания фундаментальных механизмов солеустойчивости.

В данной работе мы подробно изучили ключевые первичные реакции *P. patens* на избыток NaCl – образование супероксида, предшественника различных токсичных АФК, обнаруженных в растениях при засолении. Также нами было исследовано генотоксическое действие хлорида натрия.

В работе использовались 7-дневные протонемные клетки. Генерацию супероксидного анионного радикала определяли с использованием флуоресцентного зонда дигидроэтидиума (ДГЭ) с УФ-возбуждением и стандартного фильтра Nikon FITC для регистрации флуоресцентного излучения. Использовались две разных техники Comet: нейтральный Comet assay для обнаружения двунитевых разрывов ДНК и щелочной Comet assay который более чувствителен к одонитевым разрывам ДНК.

Обнаружено, что NaCl в концентрациях выше 200 мМ вызывает значительное увеличение интенсивности флуоресценции ДГЭ (на 150 % по сравнению с фоновыми значениями). Эффект NaCl увеличивался с концентрацией NaCl, достигая максимального значения при 300 мМ. В соответствии с рекомендациями производителя ДГЭ является селективным зондом по отношению к  $O_2^{\bullet-}$ , однако результаты наших тестов показали, что он чувствителен ко многим АФК. Супероксиддисмутаза уменьшала индуцированную NaCl флуоресценцию ДГЭ на 40-45 % при 200–300 мМ NaCl и на 60 % при 400 мМ NaCl. Эти данные показывают, что по меньшей мере половина ДГЭ-сигнала происходит от супероксида, а другая половина, вероятно, вызвана другими АФК. Тиомочевина, которая известна как специфический  $\cdot OH$ -скевенджер, уменьшала индуцированную NaCl флуоресценцию ДГЭ на 20 % при 200 мМ NaCl и на 30 % при 300 и 400 мМ NaCl, соответственно. Это означает, что значительная часть сигнала ДГЭ также была вызвана реакцией с гидроксильными радикалами. Восстановленный глутатион, диметилсульфоксид и спермин также модифицировали индуцированный NaCl сигнал ДГЭ. Эти вещества вызывали 40–50 % снижение сигнала ДГЭ при 200–300 мМ NaCl и 25–30 % при 400 мМ NaCl.

Эксперименты с использованием техники СОМЕТ показали, что 100 мМ NaCl вызывал значительное увеличение дву- и одноцепочечных разрывов ДНК. Обработка 300 и 500 мМ NaCl увеличивала количество двуцепочечных разрывов ДНК на 3–3,5 и 4–4,5 раза соответственно. Скевенджеры гидроксильных радикалов, такие как тиомочевина или диметилсульфоксид, частично ингибировали образование разрывов ДНК в ответ на NaCl.

В целом, нами было обнаружено, что NaCl вызывает образование АФК в *P. patens*, которые могут быть измерены с помощью зонда ДГЭ. Супероксидный и гидроксильный радикалы доминирующие фракции АФК при солевом стрессе в *P. patens*. Высокие уровни NaCl вызывают одно- и двуцепочечные разрывы ДНК в *P. patens*, образование которых ингибируется скевенджерами гидроксильного радикала.

# GENERATION OF ROS AND SINGLE- AND DOUBLE-STRAND DNA BREAKS IN *PHYSCOMITRELLA* UNDER SALT STRESS

S. Zvanarou<sup>1</sup>, V. Mackievic<sup>1</sup>, K.J. Angelis<sup>2</sup>, V. Demidchik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup> *Institute of Experimental Botany, Academy of Sciences of Czech Republic, Praha, Czech Republic*

\* *zvonarevsergey.bio@gmail.com*

Oxidative changes and signal reactions under salt stress is associated with the synthesis of ROS, which is based on the formation of  $O_2^{\cdot-}$  from triplet oxygen. Transformations of  $O_2^{\cdot-}$  in the cell give the whole spectrum of free-radical forms of oxygen and peroxides. In this work it was shown that sodium chloride in concentrations of 100–500 mM leads to the generation of  $O_2^{\cdot-}$  in the cells of *Physcomitrella patens*. Also, it was found that these concentrations of NaCl exert a genotoxic effect on *P. patens* cells.

---

## РАЗВИТИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ СИМПТОМОВ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ В КЛЕТКАХ КОРНЯ ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

Ю.В. Кирисюк, В.В. Демидчик

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*yulya.kirisyuk@mail.ru*

В связи с интенсивным использованием металлсодержащих наночастиц во многих сферах производства важным является проведение тестирования их потенциальной опасности для живых организмов, в том числе и растений. Наночастицы металлов обладают уникальными физико-химическими свойствами (малые размеры, высокая реакционная активность), благодаря которым они могут легко проникнуть в клетки растений и нарушить протекание физиологических процессов. Не смотря на то, что медь является ключевым микроэлементом для злаковых культур, в высоких концентрациях она представляет собой опасный поллютант. Значительную роль в ответе растительной клетки на различные стрессоры играет запрограммированная клеточная гибель (ЗКГ), понимание механизмов которой является важным при создании средств стрессоустойчивости сельскохозяйственных культур.

Целью данной работы являлся анализ морфологических и биохимических изменений в клетках корня пшеницы в результате действия наночастиц меди.

Модельной системой были корневые волоски трехдневных проростков *Triticum aestivum* L. сорта Дарья. Контролем служил буферный раствор: 0,1 мМ KCl и 0,1 мМ CaCl<sub>2</sub>, pH 6.0, в вариантах опыта использовались медные наночастицы (диаметр 38±4 нм), балк (диаметр <75 мкм) и супернатант наночастиц.

В настоящей работе морфология корневых волосков пшеницы (n=500–600), подвергшихся 24-часовой обработке медными наночастицами, балком и супернатантом анализировалась при помощи светового микроскопа (увеличение x40). Для определения протеазной активности в корнях пшеницы под влиянием наночастиц меди и балка в концентрации 20, 100 мг/л использовалась флуоресцентная микроскопия с применением зонда FITC-VAD-fmk (10 мкМ). Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы MS Excel 2007 (Microsoft, USA). Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

В результате проведенных опытов было показано, что при воздействии высоких уровней медных частиц (более 100 мг/л) в среде в корневых волосках пшеницы развиваются выраженные морфологические симптомы ЗКГ. При обработке корней наночастицами в концентрации 100 и 500 мг/л доля корневых волосков с симптомами ЗКГ составила 40 и 70 % соответственно (статистически достоверно при  $p < 0,0001$ ). Установлено, что супернатант не оказывал влияния на изменения морфологии корневых волосков пшеницы. При 15-часовой экспозиции корней в растворах, содержащих наночастицы, флуоресценция FITC-VAD-fmk значительно возрастала по сравнению с контролем. Так, интенсивность свечения в варианте опыта с использованием 100 мг/л наночастиц 4 раза больше по сравнению с контролем. Таким образом, полученные данные указывают на то, что флуоресценция FITC-VAD-fmk, вероятно, коррелирует с развитием симптомов ЗКГ при обработке наночастицами меди корней пшеницы. Полученные результаты указывают на высокую ризотоксичность наночастиц меди для злаковых культурных растений.

Работа проводилась в рамках проекта «Установление роли запрограммированной клеточной гибели в ответной реакции корня пшеницы на воздействие наночастиц меди» (2016–2018), № ГР 20163145.

# THE DEVELOPMENT OF MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL SYMPTOMS OF PROGRAMMED CELL DEATH IN CELLS OF WHEAT ROOT UNDER THE INFLUENCE OF COPPER NANOPARTICLES

Y. Kirysiuk, V. Demidchik

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*yulya.kirisyuk@mail.ru*

In connection with the intensive use of metal-containing nanoparticles in many areas of production, it is important to test their potential danger to living organisms, including plants. In the present study, the roots of wheat seedlings were examined for the induction of morphological and biochemical symptoms of programmed cell death (PCD). The percentage of root hairs with PCD symptoms reached 70% when the concentration of copper nanoparticles in the medium was up to 500 mg/l. The analysis of protease activity also showed an increase in the fluorescent signal of FITC-VAD-fmk in roots that were treated for 15 h with nanoparticles. The results of this study indicate a high rhizotoxicity of copper nanoparticles for cereal crops.

---

## ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ *TRAMETES VERSICOLOR* (L.) LLOYD

Д.М. Кондратюк

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*amanitaman@inbox.ru*

Базидиальные, грибы представляют интерес в качестве продуцентов ценных веществ. Некоторые из этих соединений отличаются высокой активностью, а также тем, что не имеют аналогов и не могут быть получены химически на данный момент. К таким веществам относятся в первую очередь полисахариды, обладающие противоопухолевой активностью, а также антибиотики, ферменты различные фенольные соединения, каротиноиды, жирные кислоты и т. д.

*Trametes versicolor* является интересным объектом в качестве биологически активных веществ. На основе его экстрактов уже практикуют изготовление различных иммуностимулирующих препаратов, которые используются в онкологической практике.

Помимо лекарственных препаратов, из *T. versicolor* могут быть получены лигнинразлагающие ферменты, которые могут быть использованы в процессах биоремедиации.

Цель работы - оценить антимикробную, антифунгальную и ферментативную активность метаболитов *T. versicolor*.

Для анализа антибактериальной активности вторичных метаболитов использовали метод агаровых дисков. Из бактериальных тест-культур были взяты следующие Gr<sup>+</sup> и Gr<sup>-</sup> бактерии: *Staphylococcus saprophyticus*, *Sarcina lutea*, *Escherichia coli*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Pantoea agglomerans*.

Для анализа антифунгальной активности исследуемых штаммов в отношении фитопатогенных грибов использовали метод встречных культур. Из фитопатогенных штаммов были отобраны: *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *Alternaria solani*.

Вторичные метаболиты *T. versicolor* обладают антибактериальной активностью в отношении бактерии *Pantoea agglomerans*. В отношении других выбранных бактерий антибактериальная активность не выявлена.

Показана высокая антифунгальная активность в отношении всех выбранных тест-штаммов фитопатогенных грибов.

Вторичные метаболиты *T. versicolor* обладают целлюлолитической активностью, однако протеолитическая активность не выявлена.

Полученные данные свидетельствуют о том, что возможно получать ценную лекарственную биомассу мицелия, а также выгодно использовать обогащенную метаболитами культуральную жидкость, оставшуюся после удаления биомассы мицелия. Это может быть использовано при разработке экологически чистых безотходных технологий получения лекарственных препаратов различного назначения, пищевых добавок, стимуляторов роста растений, фунгицидных препаратов, а также современных способов биоконверсии отходов деревоперерабатывающей, текстильной и сельскохозяйственной промышленности.

1. Cheng, King-Fai, and Ping-Chung Leung. "General Review of Polysaccharopeptides (PSP) from *C. Versicolor*: Pharmacological and Clinical Studies." *Cancer Therapy* 6 (2008): 117–130.

2. Moldes, Diego, María Fernández-Fernández, and M. Ángeles Sanromán. "Role of Laccase and Low Molecular Weight Metabolites from *Trametes Versicolor* in Dye Decolorization." *The Scientific World Journal* 2012 (2012): 1–9.

3. Odaci, Dilek, SunaTimur, NurdanPazarlioglu, Maria Rita Montereali, Walter Vastarella, Roberto Pilloton, and AzmiTelefoncu. "Determination of Phenolic Acids Using TrametesVersicolorLaccase." *Talanta* 71, no. 1 (2007): 312–17.
4. RÍOS H, Alicia, and others. "Biotechnological Applications and Potential Uses of the Mushroom TramestesVersicolor." *Vitae* 19, no. 1 (2012): 70–76.
5. БабицкаяВ.Г., ЩербаВ.В., ГвоздковаТ.С. (2006). Новые биологические активные добавки на основе глюинного мицелия базидиальных грибов. Успехимедицинскоймикологии, 178–180.

# ACTIVITY SCORESECONDARY METABOLITES OF *TRAMETESVERSICOLOR*(L.) LLOYD

D.M. Kondratyuk

*Belarusian StateUniversity, Minsk, Belarus*

*amanitaman@inbox. ru*

Basidial fungi are of interest as producers of valuable substances. Some of these compounds have high activity, as well as those that are unique and cannot be obtained chemically at the moment. Such substances are primarily polysaccharides that possess antitumor activity, as well as antibiotics, enzymes different phenolic compounds, carotenoids, fatty acids, etc.

*Trametesversicoloris* an interesting object, as producer of biologically active substances. Different immune stimulating drugs used in oncological practice are already made on the basis of its extracts.

In addition to pharmaceuticals, enzymes that can be used in bioremediation processes can be obtained by delignification from *T. versicolor*.

The aim of this work is to evaluate antimicrobial, antifungal and enzymatic activity of metabolites of *T. versicolor*.

For the analysis of antibacterialactivity of secondary metabolites the method of agar plates was used. From bacterial culture test was taken following Gr + and Gr-bacteria: *Staphylococcussaprophyticus*, *Sarcinalutea*, *Escherichiacoli*, *Agrobacteriumtumefaciens*, *Pantoeaagglomerans*.

For the analysis of antifungal activityof the studied strains against plant pathogenic fungi method of counter cultures was used. From pathogenic strains the following ones were selected: *Fusariumoxysporum lesion*, *F. culmorum*, *Alternariasolani*.

Secondary Metabolites *T. versicolor* possess antibacterial activity against bacteria *Pantoea agglomerans*. Against other selected bacteria antibacterial activity was not detected.

High antifungal activity against all selected test strains of phytopathogenic fungi was observed.

Secondary metabolites of *T. versicolor* have cellulolytic activity, but not proteolytic activity.

The data indicate that it is possible to receive valuable medicinal mycelium biomass, as well as benefit from enriched metabolites release liquid remaining after removal of mycelium biomass. This can be used in the development of environmentally sound low-waste technologies for producing medicines for various purposes, food supplements, fungicides, as well as modern methods bioconversion of waste processing, textile and agriculture industries.

---

## **ЭФФЕТ L-АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВАЦИЮ КАЛЬЦИЕВЫХ СИГНАЛОВ В КЛЕТКАХ КОРНЯ *ARABIDOPSIS THALIANA* L.**

**Е.В.Кратик, М.А. Маковицкая**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
kkratik@mail.ru*

Внеклеточный (экзогенный) аскорбат (L-аскорбиновая кислота) не часто рассматривается как агент, способный инициировать сигнальные события в клетках живых систем. Для растений такая роль аскорбата практически не изучена. В настоящей работе тестировалась гипотеза, согласно которой экзогенный аскорбат способен индуцировать временное повышение активности  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме, представляющее собой важнейшее сигнальное явление в растительной клетке. Такое повышение обычно называют «кальциевой сигнализацией», которая широко встречается в животном и растительном мире.

Эксперименты проводились с интактными корнями 5–12-дневный проростков *Arabidopsis thaliana* L. Heynh. Col-0, конститутивно экспрессирующими экворин в цитоплазме.  $\text{Ca}^{2+}$ - сигнал измерялся, как описано в работе [1, 2].

В результате проведенных экспериментов было показано, что L-аскорбиновая кислота, введенная во внеклеточное пространство,



активирует вход  $\text{Ca}^{2+}$  в клетки корня арабидопсиса, что приводит к временному обратимому увеличению  $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{цит}}$ , т.е. к индукции  $\text{Ca}^{2+}$ -сигналов. Эффект развивался при концентрации аскорбата в среде выше 0,1 мМ, демонстрируя выход на насыщение при уровнях 10 мМ. Ионы меди и железа усиливали аскорбат-индуцируемое увеличение уровня  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме, а добавление блокаторов  $\text{Ca}^{2+}$ -каналов ( $\text{Gd}^{3+}$  и  $\text{La}^{3+}$ ) или антиоксидантов (тиомочевина и ДМСО) его снижали, что также свидетельствует о необходимости генерации гидроксильного радикала при развитии сигнальных явлений под действием аскорбата. Влияние L-аскорбиновой кислоты на уровень цитоплазматического  $\text{Ca}^{2+}$  ингибировалось при введении в среду хелаторов меди и железа - батокупроина и дефероксамина.

Таким образом, полученные данные показали наличие в клетках корней арабидопсиса сигнальной  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимой системы, распознающей L-аскорбиновую кислоту. Данный сигнальный феномен, вероятно, связан с генерацией под действием аскорбата гидроксильных радикалов, которые способны активировать  $\text{Ca}^{2+}$ -проницаемые ионные каналы.

1. Demidchik V., Cuin T.A., Svistunenko D., Smith S.J., Miller A.J., Shabala S., Sokolik A., Yurin V. *Journal of cell science.*, 2010, 13:1468–1479.

2. Demidchik V., Shang Z., Shin R., Thompson E., Rubio L., Chivasa S., Slabas A.R., Glover B.J., Schachtman D.P., Shabala S.N., Davies J.M. *Plant journal.*, 2009, 6:903–913.

## L-ASCORBIC ACID EFFECT ON CALCIUM SIGNALS ACTIVATION IN ROOT CELLS OF *ARABIDOPSIS THALIANA* L.

K.V. Kratik, M.A. Makavitskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*kkratik@mail.ru*

Extracellular ascorbate is not recognized as a signaling molecule in plants. Therefore its signaling role has not been practically studied in plant cells. Present work examines the hypothesis that extracellular ascorbate is a signaling agent, which can induce elevation of cytosolic free  $\text{Ca}^{2+}$  in intact plants.

---

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ**

**В.А. Круглень, Н.И. Штаненко**

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь  
valentina.krugl@yandex.ru*

Цель исследования – оценка функционального состояния и работоспособности студентов-медиков на учебных занятиях с помощью НС «Психотеста».

Были обследованы 30 студенток медицинского вуза второго курса обучения в возрасте 18–19 лет в конце учебного занятия. С помощью прибора НС «Психотеста» оценивались параметры внимания, работоспособности и функционального состояния нервной системы по тестам: внимание, помехоустойчивость, критическая частота слияния мельканий (КЧСМ), тест Люшера.

Психофизиологическое состояние нервной системы можно оценить по функциональному состоянию анализаторов, активность которых зависит от вида выполняемой деятельности. Показатели КЧСМ в обследуемой группе студентов после занятия соответствует среднему значению, что говорит о нормальной подвижности нервных процессов коркового отдела зрительного анализатора. Психофизиологические показатели, основанные на сенсомоторной реакции, характеризуются колебаниями вокруг некоторого среднего значения норм. Устойчивость и концентрация внимания в исследуемой группе студентов имеют высокое значение. Показатели оценки работоспособности по разным тестам имеет низкое значение, что характерно при начальных стадиях развития утомления.

Работоспособность студентов на занятиях зависит от совокупности внешних и внутренних факторов: профессиональной деятельности, степени активности индивида, времени суток и общего физиологического состояния организма. Длительное напряжение нервной системы, действует на организм как стрессовый фактор, приводя к ослаблению внимания, появлению ошибок, снижению работоспособности и развитию утомления, на что указывают результаты теста Люшера и изменение таких показателей исследования как КЧСМ, концентрации внимания и

концентрации возбуждения в нервной системе. В таких условиях рекомендуется более рациональное распределение труда и отдыха.

## PSYCHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF STUDENTS WORKING CAPACITY IN THE CONDITIONS OF THE EDUCATIONAL LOAD

V.A. Kruglenya, N.I. Shtanenko

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*valentina.krugl@yandex.ru*

Results of the research. In the examined group of students the parameters of critical flicker-fusion frequency after the study correspond to average value that demonstrates normal mobility of nervous processes of cortical department of the visual analyzer. The psychophysiological parameters of sensomotor reactions were characterized by fluctuations around some average normal values. Stability and concentration of attention in the examined group of students had high values. According to different tests the working capacity parameters decreased that was typical at initial stages of fatigue development.

Field of results application: physiology, psychology.

Conclusion. The prolonged tension of nervous system leads to decreasing of attention and working capacity and to development of fatigue which was showed by Luscher test results and by changing such parameters as critical flicker-fusion frequency, concentration of attention and concentration of excitement in nervous system.

---

## ВЫЯВЛЕНИЕ СИМПТОМОВ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ В КЛЕТКАХ КОРНЯ АРАБИДОПСИСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЗАСОЛЕНИЯ

Н.А. Кузнецова, В.С. Мацкевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*kuzniatsova.natalia@gmail.com*

Запрограммированная клеточная гибель (ЗКГ) является активным генетически контролируемым процессом, приводящим к избирательному уничтожению нежелательных или поврежденных клеток у эукариот [1]. ЗКГ играет важную роль в ответе организма на стрессовые воздействия [2]. Среди различных абиотических факторов засоление является основной угрозой для сельского хозяйства, однако механизм индукции ЗКГ в

клетках корня при воздействии NaCl до конца не ясен. Поэтому целью данной работы являлось выявление особенностей развития симптомов ЗКГ, индуцированной засолением, в клетках корня арабидопсиса.

В эксперименте были использованы корни *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. природного экотипа WS-0 (Wassilewskija) и *gork1-1* (лишенные наружу-выпрямляющего K<sup>+</sup>-канала GORK). Культура целых растений выращивалась вертикально из семян на чашках Петри (100 % среды Мурашиге и Скуга, 0,25 % фитогеля, 1 % сахарозы, pH 6,0) с использованием стандартных протоколов. Для создания стрессовых условий использовали 200 мМ раствор NaCl. Для выявления развития морфологических симптомов ЗКГ отбиралось 10 выборок по 50 клеток отдельно для трихобластов и атрихобластов. Жизнеспособность клеток корня определяли с помощью красителя Evans Blue. Тест на активацию каспазоподобных протеаз проводили с помощью CaspACE FITC-VAD-fmk in situ marker kit (Promega).

Морфологические тесты показали, что при обработке корней арабидопсиса раствором 200 мМ NaCl на протяжении 15 ч резко возрастает количество клеток с симптомами ЗКГ. Доля атрихобластов с морфологическими симптомами ЗКГ в диком типе WS-0 составляла порядка 45 %, а в корнях нокаутной линии *gork1-1* – 15 %. Для корневых волосков эти показатели составляли у WS-0 – 50 %, у *gork1-1* – 25 %. При обработке растений растворами 200 мМ NaCl нарушалась целостность плазматической мембраны и уменьшалась общая жизнеспособность клеток корня (тест с Evans Blue), при этом растения дикого типа оказались более чувствительными, чем растения *gork1-1*. У корней, обработанных солевым раствором, также наблюдался более высокий уровень флуоресценции CaspACE FITC-VAD-fmk по сравнению с корнями, выдержанных в буфере, что свидетельствует об индукции каспазоподобных протеаз. В нокаутной линии активация протеазной активности была менее выраженной.

В заключении проведенной работы были сделаны следующие выводы: 1) NaCl индуцирует развитие морфологических симптомов ЗКГ; 2) при воздействии засоления нарушается барьерная функция мембран и резко снижается жизнеспособность клеток корня; 3) при экспозиции растений арабидопсиса в растворах NaCl наблюдается активация каспазоподобных протеаз; 4) у растений, лишенных K<sup>+</sup>-канала GORK, симптомы ЗКГ менее выражены, что свидетельствует о вовлечении данных каналов в стресс-ответ.

1. Programmed cell death in plants: new insights into redox regulation and the role of hydrogen peroxide / I. Gadjev [et al.] // *International Review of Cell and Molecular Biology*. – 2008. – Vol. 270. – P. 87–144.

2. Kuriyama H. Developmental programmed cell death in plants / H. Kuriyama, H. Fukuda // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2002. – Vol. 5. – P. 568–573.

## DETECTION OF PROGRAMMED CELL DEATH SYMPTOMS IN ROOT CELLS OF ARABIDOPSIS UNDER SALINITY STRESS

N. Kuzniatsova, V. Mackievic

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*kuzniatsova.natalia@gmail.com*

Among various abiotic factors, salinity is the main threat to agriculture. High concentration of NaCl can trigger programmed cell death (PCD) in plants that results in decrease in productivity and loss of crop. Therefore, the aim of this work was to characterize development of saline-induced PCD symptoms in root cells of *Arabidopsis thaliana* L.

---

## ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ И МЕДИ НА РОСТ КОРНЕЙ АРАБИДОПСИСА

В.А. Лукашевич, В.В. Самохина

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*afroditaveronika97@mail.ru*

Растения постоянно подвергаются влиянию стрессовых факторов, таких как засоление, засуха, воздействие тяжелых металлов. Торможение роста является одним из самых важных и наиболее легко регистрируемых проявлений токсичности тяжелых металлов в отношении растений [1]. Наибольшее число исследований в этом направлении посвящено действию на растения кадмия, как одного из наиболее токсичных тяжелых металлов, в несколько меньшей степени изучены металлы-микроэлементы, такие как медь и никель ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) [1]. Негативное влияние переходных металлов часто ассоциируется с генерацией активных форм кислорода (АФК) [2]. Сигнально-регуляторная роль АФК может быть обусловлена их влиянием на катионные каналы, в частности,  $\text{K}^+$ -каналы выходящего направления, которые активируются при деполяризации мембраны [3].

Цель работы – установить влияние ионов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  на рост корней арабидопсиса. Объектом исследования служили 5-дневные проростки *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа Wassilewskija (WS-0, «Wild Type»), а также *gork1-1* (отсутствует ген, кодирующий наружу-выпрямляющий  $\text{K}^+$ -канал). Культура целых растений выращивалась вертикально из семян на чашках Петри. Среда выращивания содержала стандартную смесь солей Мурашиге и Скуга (0,35 % фитогеля, 1 % сахарозы, pH 6,0). На пятые сутки чашки Петри с растениями подвергались замене среды на аналогичную с добавлением одного из стрессоров ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) в различных концентрациях.

Ростовые тесты показали, что характер действия  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  (0,1–1000  $\mu\text{M}$ ) на прирост корня изменялся в зависимости от концентрации данных металлов в среде. Низкие концентрации оказывали стимулирующее действие, а высокое содержание металлов в среде ингибировало рост корней. При этом, стимулирующий эффект у мутанта *gork 1-1*, у которого отсутствует наружу-выпрямляющий  $\text{K}^+$ -канал, был выражен сильнее, чем у дикого типа. Ингибирующее действие  $\text{Ni}^{2+}$  наблюдалось в концентрациях свыше 300  $\mu\text{M}$  у дикого типа, в то время как *gork 1-1* был не чувствителен к данной концентрации. Для мутантной линии эффект ингибирования роста начинался лишь с 1 mM  $\text{Ni}^{2+}$ . В отличие от  $\text{Ni}^{2+}$  добавление в среду небольших концентраций  $\text{Cu}^{2+}$  (0,1–30  $\mu\text{M}$ ) не влияло на рост корней арабидопсиса как дикого типа, так и *gork 1-1*. Начиная с концентрации 100  $\mu\text{M}$ , наблюдалось ингибирование роста корней арабидопсиса дикого типа. Растения *gork 1-1* проявляли более высокую устойчивость к избыточным концентрациям  $\text{Cu}^{2+}$  в среде.

Таким образом, в невысоких концентрациях  $\text{Ni}^{2+}$  способен оказывать на рост корней *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. стимулирующий эффект, тогда как более высокие дозы вызывают ингибирующий эффект, усиливающийся по мере возрастания действующей концентрации. Растения арабидопсиса *gork 1-1*, у которых отсутствует ген, кодирующий наружу-выпрямляющий  $\text{K}^+$ -канал, оказались более устойчивы к воздействию тяжелых металлов ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ), что свидетельствует о вовлечении данного канала в ответ растений на тяжелометаллический стресс.

1. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014 – 196 с.

2. Koppenol, W.H. The Haber-Weiss cycle – 70 years later // Redox reports. – 2001. – Vol. 6. – P. 229–234.

3. Potassium channels in plant cells / Dreyer, I [et al.] // The Federation of European Biochemical Societies Journal. – 2011. – Vol. 278. – P. 4293–4303.

# THE EFFECT OF NICKEL AND COPPER ON ARABIDOPSIS ROOT GROWTH

V. Lukashevich, V. Samokhina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*afroditaveronika97@mail.ru*

Negative effect of transition metals is often associated with generation of reactive oxygen species (ROS). The signaling role of ROS can be due to their influence on cation channels, in particular, outwardly rectifying K<sup>+</sup> channels. Here we demonstrate the involvement of K<sup>+</sup> channel GORK in plant response to heavy metal stress.

---

## РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА РАСТЕНИЯ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

А.А. Мариневич, Е.Г. Артемук

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,*

*Брест, Беларусь*

*marinevich94@mail.ru*

Среди многочисленных загрязнителей окружающей среды одно из главных мест занимают тяжелые металлы, которые отличаются высокой токсичностью для растений. Среди тяжелых металлов одним из наиболее токсичных для всех живых организмов считается кадмий, так как он не только поглощается корнями растений, но и способен перемещаться в надземные органы, в том числе в плоды и семена. Опасность кадмия усугубляется ещё и тем, что он накапливается в растении и сохраняет токсические свойства в течение длительного времени. Одной из актуальных задач современного растениеводства является поиск новых экологически безопасных биологически активных соединений, сочетающих в себе ростстимулирующее и антистрессовое по отношению к высоким концентрациям тяжелых металлов действие на растения. Одними из таких соединений могут выступать brassinosteroids.

Для изучения влияния brassinостероидов на индекс толерантности гороха посевного сорта «Стартер» в условиях пороговой токсической концентрации ионов кадмия были использованы следующие варианты опыта: 1. дистиллированная вода (контроль); 2. brassinостероид (гомобрассинолид или эпикастостерон) с оптимальной концентрацией, оказывающей рострегулирующую активность на растение; 3.  $\text{CdCl}_2$  с пороговой концентрацией  $10^{-5}$  М; 4.  $\text{CdCl}_2$  с концентрацией  $10^{-5}$  М + brassinостероид (гомобрассинолид или эпикастостерон) с оптимальной концентрацией.

Устойчивость гороха посевного к ионам кадмия была установлена на основе показателя индекса толерантности (RTI), который представляет собой отношение средней длины корней (побегов) либо массы опытных растений к средней длине корней (побегов) либо массы в контроле. Показатель RTI позволяет объективно судить об отзывчивости растений на воздействие ионов кадмия. Проведенные исследования показали, что при использовании кадмия в концентрации  $10^{-5}$  М наблюдалось сильное ингибирование роста корешков и побегов у растений гороха посевного. Длина корешков уменьшалась на  $54 \pm 1\%$ , а побега – на  $41 \pm 1\%$ . Соответственно наблюдалось и снижение средней массы 20 корней и побегов. Добавление в среду с ионами кадмия гомобрассинолида в концентрации  $10^{-7}\%$  приводило к увеличению длины корней и побегов, а также массы. Так, длина корешков и побегов у растений гороха увеличивалась на  $23,7\%$  и  $4,46\%$ . При добавлении в среду с ионами кадмия эпикастостерона в концентрации  $10^{-7}\%$ , длина корешков и побегов у растений гороха посевного также увеличивалась (на  $11,5\%$  и  $2,4\%$ , соответственно). Также более высокий индекс толерантности по массе корней и побегов наблюдался в опытах с добавлением brassinостероидов в среду с ионами кадмия.

Таким образом, использование brassinостероидов (гомобрассинолида и эпикастостерона) в оптимальных концентрациях позволяет повысить устойчивость гороха посевного к действию ионов кадмия.



## GROWTH REGULATING ACTIVITY OF BRASSINOSTEROIDS UNDER CONDITIONS OF TOXIC EFFECTS OF CADMIUM ON PLANTS OF PISUM SATIVUM

A.A. Marynevich, A.G.Artsiamuk

*Brest state University named after A. S. Pushkin, Brest, Belarus*

*marinevich94@mail.ru*

Studies have shown that using cadmium in the concentration of  $10^{-5}$  M showed strong inhibition of growth of roots and shoots in plants of *Pisumsativum*. The use of brassinosteroids (homobrassinolide and epicastasterone) at a concentration of  $10^{-7}$  % allows to increase the resistance of *Pisumsativum* to the action of cadmium ions.

Applicationareaisagriculture.

---

## ВЛИЯНИЕ ГИСТИДИНА НА СИГНАЛЬНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ, ИНДУЦИРУЕМЫЕ ТОКСИЧЕСКИМИ УРОВНЯМИ НИКЕЛЯ, В КОРНЕ АРАБИДОПСИСА

В.С. Мацкевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*v.mackievic@gmail.com*

Среди металлов-загрязнителей принципиальное значение имеет никель ( $Ni^{2+}$ ), так как он широко используется в промышленности [1]. Токсичность  $Ni^{2+}$  связана с высокоаффинным связыванием с важнейшими лигандами биополимеров клетки и с генерацией активных форм кислорода (АФК) в ходе реакции Габер-Вейса. Однако свободный ион  $Ni^{2+}$  в стандартных биологических условиях не демонстрирует высокой способности к данной реакции [2]. Поэтому механизм  $Ni^{2+}$ -индуцированных повреждений, схожих по характеру с теми, которые вызываются гидроксильными радикалами ( $HO^{\bullet}$ ), до конца не понятен. Как средство борьбы с избытком  $Ni^{2+}$  растения используют синтез свободного гистидина (Гис). Однако комплекс  $Ni^{2+}$ -Гис<sub>1(2)}</sub> имеет выраженную редокс-активность и потенциально, кроме прямой защиты от  $Ni^{2+}$ , может индуцировать синтез АФК [3]. В настоящей работе была протестирована гипотеза, согласно которой данные комплексы могут влиять на сигнальные процессы клетки, изменяя характер экспрессии генов, участвующих в метаболизме АФК.

Анализ ингибирующего воздействия различных уровней  $\text{Ni}^{2+}$  на рост основного корня показал классическую S-образную зависимость. Полумаксимальный эффект достигался при введении 0,2-0,3 мМ  $\text{Ni}^{2+}$ , а полное ингибирование – при 3 мМ  $\text{Ni}^{2+}$ . Добавление Гис снижало токсическое действие  $\text{Ni}^{2+}$  на рост корня. Гис также модифицировал вызываемую  $\text{Ni}^{2+}$  запрограммированную гибель клеток корня. Рост основного корня растений *gork1-1*, лишенных функционального  $\text{K}^+$ -канала GORK, а также растений с модифицированным АФК-чувствительным центром (с заменой аминокислоты Цис-151 на Сер) в канале GORK демонстрировал пониженную чувствительность к  $\text{Ni}^{2+}$  по сравнению с растениями дикого типа. Это свидетельствует о том, что GORK может выступать в роли одной из первичных мишеней токсического действия  $\text{Ni}^{2+}$ . Добавление  $\text{Ni}^{2+}$  к корням растений, экспрессирующих экворин, не вызывало изменений  $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{цит.}}$ , однако добавление его на фоне Гис ( $\text{Ni}^{2+}$ -Гис<sub>1(2)</sub>) индуцировало значительный  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнал. В работе также была протестирована экспрессия группы генов, активность которых часто связывают с абиотическими стрессовыми воздействиями. Значительное увеличение относительной концентрации транскрипта под действием  $\text{Ni}^{2+}$  было отмечено для НАДФН-оксидазы RBOHC, глутатион-редуктазы GR1,  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимой протеинкиназы СРК6,  $\text{K}^+$ -канала GORK, а также некоторых других генов. Гис нормализовал  $\text{Ni}^{2+}$ -зависимую стимуляцию экспрессии данных генов.

На основе полученных результатов предложен механизм воздействия  $\text{Ni}^{2+}$  на сигнально-регуляторные системы клеток корня в присутствии Гис. Гис активирует окислительно-восстановительные свойства  $\text{Ni}^{2+}$ , что приводит к появлению фентоноподобных активностей, таких как катализ  $\text{HO}^\bullet$  и других АФК. Это стимулирует способность  $\text{Ni}^{2+}$  индуцировать редокс-зависимую активацию  $\text{Ca}^{2+}$ -проницаемых каналов, других сигнальных систем, экспрессии генов и запрограммированную клеточную гибель, способствуя адаптации.

1. Bergmann W. Nutritional disorders of plants - development, visual and analytical diagnosis / W. Bergmann – Heidelberg: G. Fisher, 1992. – 368 p.

2. Halliwell B. Free radicals in biology and medicine / B. Halliwell, J.M.C. Gutteridge – Oxford, UK: OUP, 1999. – 936 p.

3. *Arabidopsis* root  $\text{K}^+$  efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death / V. Demidchik [et al.] // Journal of cell science. – 2010. – Vol. 123. – P. 1468–1479.

## THE ROLE OF HISTIDINE IN SIGNALING AND ADAPTATION REACTIONS INDUCED BY TOXIC LEVELS OF NICKEL IN ARABIDOPSIS ROOTS

V. Mackievic

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*v.mackievic@gmail.com*

To cope with nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) stress plants produce histidine, however mechanism of its protective action is not clear. In the present work, a hypothesis has been tested according to which  $\text{Ni}^{2+}$  complexes with histidine can influence signaling processes in cells, changing the character of the expression of the genes involved in ROS metabolism, and induce programmed cell death.

---

## СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЛИЦЕЙСТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНОМУ ПРОЦЕССУ

С.Н. Мельник

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь*

*melniklana26@tut.by*

Цель исследования – оценить влияние учебного процесса на состояние центральной гемодинамики лицейстов в зависимости от типа саморегуляции кровообращения.

Обследование проводилось в сентябре и мае на базе УО «Гомельский государственный областной лицей». В состоянии физиологического покоя обследован 41 учащийся 10 классов (28 девушек и 13 юношей), средний возраст которых составил 15 лет. Методом грудной тетраполярной реографии, с помощью цифровой компьютерной системы «Импекард» (РБ) определяли следующие показатели центральной гемодинамики: частота сердечных сокращений (ЧСС уд./мин), ударный объем (УО, мл), минутный объем (МО, л), сердечный индекс (СИ, л/(мин·м<sup>2</sup>)), общее периферическое сопротивление (ОПС, дин·см-5). Общепринятой методикой определяли систолическое (САД, мм рт. ст.) и диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.).

Тип саморегуляции кровообращения (ТСК) определяется по формуле  $\text{ТСК} = (\text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100$  и разделяется на 3 вида: сердечно-сосудистый (ТСК от 90 до 110), сосудистый (ТСК > 110), сердечный (ТСК < 90).

В результате исследований было установлено, что в начале учебного года сердечно-сосудистый ТСК отмечался в 32,2 % случаев у девушек и у 61,5 % юношей, сердечный ТСК у лицеисток наблюдался чаще всего (в 57,1 % случаев), а у лицеистов – в 30,8 %, сосудистый ТСК отмечался реже всего и только у 10,7 % девушек.

Как у юношей, так и у девушек с сердечно-сосудистым ТСК к концу учебного года отмечается хорошая адаптация сердечно-сосудистой системы (ССС) к обучению, выражающаяся в снижении САД на 11,4 %, ДАД на 16,6 %, ОПС на 21 % ( $p < 0,001$ ), повышении УО на 10,3 % ( $p = 0,04$ ) у девушек, а у юношей в значимом снижении САД на 15,1%, ДАД на 15,4 %, ОПС на 23 % ( $p < 0,01$ ).

У девушек с сердечным ТСК не происходит активация регуляторных механизмов СССР и удовлетворительное состояние гемодинамики обеспечивается за счет более напряженной работы сердца, так как в мае не установлено значимых изменений исследуемых показателей по сравнению с показателями, полученными в сентябре: САД и ОПС были ниже нормы, а СИ и ЧСС повышены ( $p < 0,05$ ).

При проведении исследований в мае по сравнению с сентябрем у лицеистов сердечного ТСК выявлялось значимое снижение до нормальных значений ЧСС на 26,7 %, МОК на 28,3 % и СИ на 29 % ( $p < 0,01$ ).

У школьников с сосудистым ТСК отмечалась нормализация МОК, СИ, снижение ОПС и значимое снижение САД ( $p < 0,05$ ) по сравнению с данными полученные в начале учебного года. Установленная динамика указывает на то, что в результате включения регуляторных механизмов активизируется сердечная деятельность, что улучшает гемодинамику.

Таким образом, в результате анализа данных установлено, что СССР девушек с сердечным ТСК хуже адаптируется к учебе в лицее.

## THE STATE OF THE PARAMETERS OF THE CENTRAL HEMODYNAMICS IN LYCEUM STUDENTS WITH DIFFERENT TYPES OF SELF-REGULATION OF THE BLOOD CIRCULATION DURING THEIR ADAPTATION TO THE ACADEMIC PROCESS

S.N. Melnik

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

As a result of the conducted research, it has been found that lyceum students with the cardiovascular type of self-regulation of the blood circulation observe good adaptation of the cardiovascular system by the end of the academic year. The regulatory mechanisms are switched on in girls with the

vascular type and boys with the cardiac type and thus activate the cardiac function and improve the blood flow. The revealed dynamics of the parameters of the cardiovascular system in girls with the cardiac type of self-regulation of the blood circulation points to the fact that their satisfactory state of hemodynamics is ensured at the expense of the increased consumption of the reserve resources and more intense heart function.

The obtained data can be used in the development of methods aimed at the improvement of health of lyceum students.

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛИСИТОРОВ ГРИБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ АЛТЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

**В.С. Остапчик, О.А. Шевелева, Т.И. Дитченко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*ostapchi\_v@mail.ru*

Вторичные метаболиты (ВМ) растений часто являются фитоалексинами, и их синтез в растительной клетке происходит в ответ на действие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов для защиты от фитопатогенов. Внесение в питательную среду культивируемых *in vitro* растительных клеток грибных элиситоров выступает в качестве одной из стратегий для усиления синтеза фармакологически ценных веществ [1]. Для этого могут быть использованы культуральная жидкость гриба либо препараты, полученные экстракцией из мицелия [2].

Целью настоящей работы явилось изучение эффективности разных способов получения элиситоров *Fusariumculmorum* на уровне накопления ВМ фенольной природы в клетках суспензионной культуры *Althaeaofficinalis*. Инкубация суспензионной культуры осуществлялась на питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга, содержащей 30 г/л сахарозы, 0,2 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кинетина и 1 мг/л ИУК. При глубинном культивировании *Fusariumculmorum* использовалась картофельно-глюкозная среда. Постоянное перемешивание питательных сред обеспечивалось с помощью орбитального шейкера-инкубатора MaxQ 6000 ThermoScientific при 120 об/мин. Культивирование объектов осуществлялось в условиях термостата при 25°C в темноте. Схема опыта базировалась на использовании технологии двустадийного

культивирования, суть которой заключается в создании на первом этапе условий для активного роста культуры, а на втором – условий для синтеза ВМ. В связи с этим элиситацию культуры *Althaeaofficinalis* осуществляли на 12 сут культивирования, т.е. в конце фазы логарифмического роста. Анализ данных по содержанию в клетках суммы фенольных соединений (ФС), в т.ч. фенолокислот и флавоноидов, производили через 2 сут после внесения элисатора. В первой серии экспериментов к суспензионной культуре добавляли проавтоклавированную культуральную среду *Fusariumculmorum*, конечная концентрация которой составляла 1–5 %, во второй – использовали проавтоклавированный экстракт из мицелия гриба в аналогичных концентрациях.

В результате проведенных экспериментов установлено, что использование культуральной жидкости *Fusariumculmorum* не приводит к стимуляции биосинтеза ФС в клетках суспензионной культуры *Althaeaofficinalis*. Добавление к питательной среде проавтоклавированного экстракта из мицелия в концентрациях 1–3 % индуцирует повышение уровней накопления ВМ фенольной природы. Наиболее высокое содержание суммы ФС, а также флавоноидов как отдельного их класса обнаружено в результате обработки культуры препаратом в концентрации 3 %, тогда как максимум накопления фенолокислот наблюдался при концентрации 2 %.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что метаболиты, содержащиеся в мицелии *Fusariumculmorum*, выступают в роли элисаторов, индуцирующих синтез ФС в клетках суспензионной культуры *Althaeaofficinalis*.

1. Namdeo, A.G. Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review / A.G. Namdeo // *Pharmacognosy Reviews*. – 2007. – Vol. 1. – P.69–79.

2. Baldi, A. Fungal elicitors for enhanced production of secondary metabolites in plant cell suspension cultures / A. Baldi, A.K. Srivastava, V.S. Bisaria. In *Symbiotic Fungi*. Varma, A. and Kharkwal, A.C. eds. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Press. – P. 373–380.

## USING FUNGAL ELICITORS TO INCREASE THE PHENOLIC COMPOUNDS ACCUMULATION IN *ALTHAEA OFFICINALIS* CELL SUSPENSION CULTURE

V.S. Ostapchik, O.A. Sheveleva, T.I. Ditchenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ostapchi\_v@mail.ru*

The efficiency of different ways of preparation of *Fusarium culmorum* elisitors on phenolic compounds (PC) accumulation in *Althaea officinalis* cell suspension culture was investigated. Use of autoclaved fungal media filtrate doesn't stimulate the phenolic biosynthesis in tested cell suspension culture. Addition of the autoclaved *Fusarium culmorum* cell extract at concentrations of 1-3% induces an increase in the PC accumulation levels. The highest PC and flavonoids content was found as a result of culture treatment with the 3% extract, while the maximum accumulation of phenolic acids was observed at 2%. The obtained data indicate that the metabolites contained in *Fusarium culmorum* mycelium act as elicitors that induce the phenolics synthesis in *Althaea officinalis* cell suspension culture.

---

## ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В СОСТАВЕ ТЕЛА У ВЕЛОСИПЕДИСТОВ НА ОСНОВЕ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА

Е.Н. Рожкова

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель,*

*Беларусьliena.rozhkova.2013@mail.ru*

Цель: выявить гендерную зависимость изменений состава тела у велосипедистов на основе биоимпендансного анализа.

Данный анализ состава тела был проведен у 14 спортсменов мужского и женского пола в возрасте от 18-22 лет. Регистрацию показателей проводили на ПАК АВС-01 "Медасс". Для оценки состава тела использовались следующие показатели: фазовый угол (ФУ) – уровень общей работоспособности и интенсивности обмена веществ, тощая масса (ТМ) – отражает вес мышц, органов, нервов, костей и всех жидкостей, активная клеточная масса (АКМ) – это безжировая масса тела, состоящая из мышц, органов, костей, нервных клеток, мышечная масса (ММ) – антропометрический показатель, отражающий степень развития мышечной

системы, жировая масса (ЖМ), общая жидкость (ОЖ) – показатель содержания воды в организме.

Анализируя характеристики состава тела спортсменов и распределив показатели по половому признаку можно отметить, что наиболее видимы различия для (ФУ)\*. Так, для мужского пола величина показателя выше, чем для женского пола. Считается, чем выше (ФУ), тем более высокое содержание скелетно-мышечной ткани. В нашем исследовании это подтверждается тем, что (ТМ)\* показатель, у мужского пола также выше (ММ)\*. Таким образом, заметны гендерные различия за счёт действия мужских гормонов - андрогенов, стимулирующих рост скелетно-мышечной ткани. Показатель (ОЖ)\*, отражающий интенсивность практически всех метаболических процессов внутри организма спортсменов, для обоих полов находится в пределах нормы. У женщин показатель (ЖМ) выше чем у мужчин при нормативных значениях активной клеточной массы (АКМ)\* – та часть тощей массы, которая образована клетками, потребляющими основную долю кислорода и энергии, и производящими метаболическую работу.

Для мужского пола характеристики состава тела проявляются за счёт действия андрогенов, стимулирующих рост скелетно-мышечной ткани, и повышающих работоспособность велосипедистов за счёт нарастания клеточной массы. У велосипедистов повышение уровня работоспособности и адаптации идёт за счёт изменения в большей степени метаболизма и использования жирового депо.

## GENDER DIFFERENCES IN BODY COMPOSITION IN BICYCLISTS ON THE BASE OF BIOMEPEANCE ANALYSIS

E.N. Rozhkova

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*liena.rozhkova.2013@mail.ru*

Results of the research. Analyzing the characteristics of the body composition of athletes, the gender dependence was revealed at indexes of the bioimpedance analysis.

Field of results application: sports physiology, the control of training process.

Conclusion. For the male, the characteristics of the body composition manifested through the action of androgens, stimulating the growth of skeletal muscle tissue, and increasing the efficiency of cyclists due to the increase in cell



mass. For female, an increase in the level of efficiency and adaptation was due to a change in the greater degree of metabolism and the use of a fat depot.

---

## **АФК-СЕНСОР ЦИС-151 K<sup>+</sup>-КАНАЛА GORK ОТВЕТСТВЕНЕН ЗА ПОТЕРЮ K<sup>+</sup> КОРНЯМИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ СТРЕССЕ**

**В.В. Самохина, В.С. Мацкевич**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
veronika.bukhovets@gmail.com*

Калий (K<sup>+</sup>) является наиболее распространенным макроэлементом. Он ответственный за генерацию и поддержание разности электрических потенциалов на плазматической мембране клетки, регуляцию ростовых и анаболических процессов [1]. Потеря корнями K<sup>+</sup> часто вызвана стрессами. На клеточном уровне в корнях арабидопсиса выход K<sup>+</sup> происходит через ионные каналы GORK или SKOR. Эти каналы активируются деполяризацией и активными формами кислорода (АФК) [1, 2]. Исследование структуры K<sup>+</sup>-канала GORK показало наличие АФК-чувствительного центра, непосредственно инкорпорированного в молекулу канала и ответственного за его активацию под действием экзогенных АФК. Ключевой АФК-чувствительной аминокислотой данного центра является цистеин по положению 151 (Цис-151). Его замена или устранение потенциально может приводить к изменению транспортных свойств мембраны и модификации общей чувствительности клеток корня к АФК. Целью настоящей работы являлось выявление изменений в конститутивном и стресс-индуцированном выходящем потоке K<sup>+</sup> при замене Цис-151 на Сер у растений арабидопсиса. Также было исследовано, каким образом данная замена отражается на росте корневой системы в контроле и в присутствии различных уровней NaCl, Cu/a, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Объектом исследования являлись корни проростков *Arabidopsisthaliana* (L.) Heynh. 4 линий: 1) дикий тип WS-0; 2) нокаутные мутанты *gork1-1*, лишенные функционального белка GORK, кодирующего наружу-выпрямляющий K<sup>+</sup>-канал; 3) *gork1-1* с возмещенным нативным GORK; 4) *gork1-1*, экспрессирующий GORK с заменой C151S. Для ростового теста культура целых растений выращивалась полные 4 сут. Затем производилась замена части среды (от уровня кончиков корней).

Регистрировался ежедневный прирост главного корня. В работе был использован трейсер  $K^+ - {}^{86}Rb^+$  в форме хлорида.

Было показано, что у растений дикого типа выход  ${}^{86}Rb^+$  ускорялся под действием NaCl в 5 раз, Cu/a в 3 раза,  $H_2O_2$  в 2,5 раза. Близкие значения увеличения скорости выхода изотопа были зарегистрированы в случае растений *gork1-1* с возмещенным GORK. В то же время, скорость стресс-индуцируемого потока  ${}^{86}Rb^+$  была в 2 раза ниже у нокаутов по  $K^+$ -каналу *gork1-1*, а также *gork1-1*, экспрессирующих GORK с заменой C151S. Эти данные свидетельствуют о том, что GORK напрямую вовлекается в выход  $K^+$  в ответ на обработку NaCl,  $H_2O_2$  и смесями, генерирующими АФК (Cu/a). При этом сенсором выступает Цис-151. В дальнейшем было протестировано влияние вышеперечисленных стрессоров, введенных в среду выращивания, на скорость роста корней арабидопсиса.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: 1) NaCl, Cu/a,  $H_2O_2$  стимулируют выход  $K^+$  из клеток корня арабидопсиса; 2)  $K^+$ -канал GORK опосредует стресс-индуцируемый выход  $K^+$  из корней арабидопсиса (так как нокаутные растения по данной транспортной системе демонстрируют замедление выхода  ${}^{86}Rb^+$ ); 3) Цис-151 ответственен за активацию GORK под действием АФК и, соответственно, за АФК-индуцируемый выход  $K^+$ ; он же, вероятно, участвует в ингибировании роста основного корня у растений дикого типа.

1. Demidchik V. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology / V. Demidchik // Environmental and experimental botany. – 2015. – Vol. 109. – P. 212–228.

2. *Arabidopsis* root  $K^+$  efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death / V. Demidchik [et al.] // Journal of cell science. – 2010. – Vol. 123. – P. 1468–1479.

## ROS-SENSOR CYS-151 OF $K^+$ -CHANNEL GORK IS RESPONSIBLE FOR STRESS-INDUCED $K^+$ EFFLUX IN ROOTS OF HIGHER PLANTS

V. Samokhina, V. Mackievic

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*veronika.bukhovets@gmail.com*

This work was aimed to identify changes in the constitutive and stress-induced  $K^+$  efflux in roots of *Arabidopsis* plants with modified  $K^+$  channel GORK, in which Cys-151 was substituted by Ser. Also, it was investigated how

this change affects the growth of the roots in the control and in the presence of different levels of NaCl, Cu/a, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

---

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ РЕСПИРАТОРНЫХ РАССТРОЙСТВ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ КОРРЕКЦИЯ**

**В.А. Синюкович<sup>1</sup>, Г.Т. Маслова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя», Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
ghalina.maslova@mail.ru*

Респираторный дистресс-синдром (РДС) является актуальной проблемой современной неонатологии, так как является одной из основных причин заболеваемости и смертности недоношенных новорожденных и представляет тяжелое расстройство дыхания у детей в первые дни жизни, обусловленное первичным дефицитом сурфактанта и незрелостью легких

Целью настоящей работы являлось исследование состояния дыхательной системы у недоношенных разного срока гестации и массы тела при рождении и возможности ее коррекции в условиях реанимационной клиники

Были проанализированы показатели интенсивной терапии 40 недоношенных и 18 здоровых доношенных новорожденных, которые составили группу сравнения. Все недоношенные были разделены по массе тела, согласно Международной классификации болезней и проблем, на три группы: I-я группа – новорожденные с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ), II-я с очень низкой массой тела (ОНМТ), III-я с низкой массой тела (НМТ). Всем детям исследуемых групп после рождения проводилась заместительная терапия экзогенным сурфактантом «Куросурф» (Италия) в начальной разовой дозе 100-200 мг/кг. Всем здоровым, а также недоношенным деткам до и через 45-60 мин после введения сурфактанта «Куросурф» исследовали показатели кислотно-основного баланса крови (КОС) на газовом анализаторе «ABL-800 FlexRadiometer» (Дания). При проведении искусственной вентиляции легких оценивали частоту дыхания (ЧД), пиковое давление на вдохе (P<sub>ip</sub>), среднее давление в дыхательных путях (MAP), процент кислорода в смеси (% O<sub>2</sub>), а также длительность

ИВЛ и кислородотерапии, которые регистрировали на аппаратах «NewportE-100M» (США), «Babylog 8000+» (Германия).

Во всех исследуемых группах недоношенных детей средние значения  $pH$ ,  $pO_2$  и  $pSO_2$  крови при рождении не различались между собой и были достоверно ниже показателей контрольной группы, в то время как  $pCO_2$  у них был выше показателей контроля. После введения препарата «Куросурф» у новорожденных трех групп нормализовались показатели КОС и газового состава крови, что отражает адекватность альвеолярной вентиляции.

О скорости восстановления витальных функций ребенка можно судить по срокам проведения ИВЛ и длительности кислородотерапии. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что продолжительность ИВЛ не отличалась у недоношенных детей I и II групп (ЭНМТ и ОНМТ). Дети III группы (НМТ) имели достоверно меньшую продолжительность ИВЛ по сравнению с детьми I группы. Средние величины кислородотерапии у новорожденных II и III групп были ниже, чем у детей I группы. Отличий в показателях пикового давления на вдохе у недоношенных исследуемых групп не наблюдалось. Дети I группы (ЭНМТ) нуждались в статистически достоверно более высокой ЧД ИВЛ по сравнению с детьми III группы (НМТ), ЧД у детей I и II групп между собой не отличалась.

Таким образом, применение заместительной терапии препаратом «Куросурф» в дозе 100 мг/кг в лечении недоношенных новорожденных с респираторным дистресс-синдромом, демонстрирует хороший терапевтический эффект, а именно позволяет стабилизировать газообменную функцию незрелых легких. Полученные данные позволяют сделать заключение, что дети с ЭНМТ и ОНМТ при рождении по тяжести состояния нуждаются в более длительном, чем дети с НМТ пребывании в отделении реанимации. Продолжительность респираторной поддержки у этой категории детей также была большей, чем у детей с низкой массой тела.

## PECULIARITIES OF THE CURRENT OF RESPIRATORY DISORDERS IN PRETERM INFANTS AND THEIR CORRECTION

V.A. Sinyukovich<sup>1</sup>, G.T. Maslova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*The Mother and Child National Research Center, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ghalina.maslova@mail.ru*

The use of substitutive therapy with Kurosulf at a dose of 100 mg/kg in the treatment of preterm infants with respiratory distress syndrome demonstrates a good therapeutic effect, namely, it allows stabilizing the gas exchange function of immature lungs. The obtained data allow to draw a conclusion that children with extremely low body weight and with very low body weight at birth because of severity of the condition need a longer stay in the intensive care unit than children with low body weight. The duration of respiratory support in this category of children was also greater than in children with low body weight.

---

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ИЗОЛЯТОВ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВЫ

В.В. Страшинская, О.В. Фомина

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*fominamik@gmail.com*

Известно, что почвенные бактерии характеризуются продукцией большого количества биологически активных веществ. В этом отношении наиболее известна и интересна группа актиномицетов, синтезирующих широкий спектр антибиотических веществ и гидролитических ферментов.

Из почв различных географических районов Республики Беларусь выделено 20 изолятов бактерий, на основании морфологических признаков отнесенных к группе актиномицетов. Все они грамположительные аэробы, обладающие характерным специфическим запахом, обусловленным продукцией эфирных масел (геосмин), и способные расти на бедных питательных средах или овсяном агаре, образуя обильный воздушный мицелий (зрелый воздушный мицелий появляется на 3–7 сутки в зависимости от скорости роста изолята) с длинными цепочками спор. Большинство исследуемых штаммов формирует светло окрашенный (серый или бежевый) воздушный мицелий, с течением времени приобретающий более интенсивную окраску. Реверзум у всех штаммов

характеризуется более темной цветом. Во всех исследованных случаях регистрировались овальная форма спор и фрагментационный способ их образования, что характерно для многих представителей группы почвенных стрептомицетов. Результаты первичной морфологической идентификации выделенных изолятов позволили предположительно отнести их к роду *Streptomyces*.

Поскольку стрептомицеты известные продуценты антибиотиков и гидролитических ферментов, представлялось интересным изучить способность к синтезу данных биологически активных веществ и выделенными из почвы иолями. В результате проведенных исследований было установлено, что практически все изоляты проявляют кератиназную, протеолитическую, целлюлолитическую, лецитиназную, казеинолитическую, хитинолитическую активность, однако уровень продукции ферментов у разных представителей варьировал. Наиболее активным продуцентом ферментов оказался изолят № 20, характеризующийся наиболее высоким уровнем образования всех изучаемых ферментов. При изучении антибиотической активности было установлено, что все (20) исследуемые изоляты стрептомицетов оказались способными синтезировать стрептомицин, 10 штаммов – нистатин, 13 штаммов – тетрациклин, однако продукция эритромицина зарегистрирована только у пяти штаммов. Наилучшими продуцентами оказались штаммы №№ 7, 15 и 16, синтезирующие все исследуемые антибиотики.

## BIOLOGICAL ACTIVITY OF ISOLATES OF ACTINOMYCETES ISOLATED FROM SOIL

V.V. Strashinskaya, O.V. Fomina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*fominamik@gmail.com*

The collections of soil bacteria isolated from soils of various regions of Belarus have been created. Based on the results of morphological identification all isolates are classified as *Streptomyces*. As a result of the studies, it was found that almost all isolates show keratinase, proteolytic, cellulolytic, lecithinase, caseinolytic, chitinolytic activity and are capable of synthesizing streptomycin (some strains also synthesize nystatin, tetracycline, erythromycin).

---

## ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

**Е.С. Сукач**

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь  
Elenasukac8@gmail.com*

Электрокардиография в настоящее время является одним из обязательных и универсальных методов оценки сердечной деятельности. Однако ЭКГ не дает представление о механической функции сердца. Для оценки насосной функции сердца можно использовать реографический метод исследования, который позволяет определить величину ударного и минутного объема кровообращения.

Цель. Изучить показатели центральной гемодинамики и особенности ЭКГ у юных спортсменов пловцов в состоянии покоя.

Обследование спортсменов проводилось на базе «Гомельский областной комплексный центр олимпийского резерва. Гомельский Дворец водных видов спорта». С помощью электрокардиографа "Альтоник-06", в который входит программное обеспечение «Кардис» и системы «Импекард» (РНПЦ «Кардиология», ИМО «Импекард», РБ) было обследовано 14 спортсменов мужского пола занимающихся плаванием. Средний возраст составил  $15 \pm 1,06$  лет. Статистическая обработка данных осуществлялась с применением компьютерной программы «Statistica» (V.10.0). Полученные данные представлены в виде медианы, 25 % и 75 % перцентилей. Для оценки взаимосвязи количественных независимых признаков использовался непараметрический метод корреляционного анализа по Спирмену (p).

В результате обследования у спортсменов пловцов выявлен гиперкинетический тип кровообращения. Показатели САД=124 (112÷129) мм.рт.ст, ДАД=79 (67÷82) мм.рт.ст, ЧСС=68 (65÷85) ударов/мин, АДср=91 (84÷99) мм.рт.ст и ДНЛЖ=17 (16÷18) мм.рт.ст. находились в пределах нормы. УДО=166 (141÷215) мл, МО=13 (10÷15) л/мин, СИ=7 (6÷9) л/(мин·м<sup>2</sup>), выше физиологической нормы, а также снижен показатель ОПС=591 (471÷724) дин\*с\*см<sup>-5</sup>. Обнаружена высоко положительная корреляционная связь между ЧСС и МО ( $r=0,791$ ;  $p=0,0003$ ), МО и ОПС ( $r=0,86$ ;  $p=0,00002$ ), МО и СИ ( $r=0,956$ ;  $p=0,00000$ ),

ДАД и САД ( $r=0,976$ ;  $p=0,00000$ ). С помощью программного обеспечения «Кардис» определены параметры ЭКГ: Интервал PQ в покое находился в пределах нормы у всех обследуемых спортсменов:  $PQ=0,17$  ( $0,14\div 0,18$ ) сек. Комплекс QRS составил  $Me=0,09$  ( $0,08\div 0,09$ ) сек. Интервал QTc был в референтных границах ( $0,35-0,38$  сек). RR интервал составил от 0,8 до 0,9 сек., что соответствует ЧСС от 64 до 78 уд.мин. Между интервалами RR и QT ( $r=0,99$ ;  $p=0,00$ ), RR и QTc, ( $r=0,837$ ;  $p=0,00028$ ) выявлена высоко положительная корреляционная связь, между RR интервалом и ЧСС ( $r=-0,98$ ;  $p=0,000000$ ) высоко отрицательная связь.

Таким образом, использование методов центральной гемодинамики и ЭКГ позволяет контролировать уровень функционального состояния организма и готовности спортсменов к предсоревновательной деятельности.

## PARAMETERS OF CENTRAL HAEMODYNAMICS AND FEATURES OF ELECTROCARDIOGRAM OF YOUNG ATHLETES IN THE PRECOMPETITIVE PERIOD

E.S. Sukach

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*Elenasukac8@gmail.com*

In swimmers the hyperkinetic type of blood circulation was revealed. Parameters of systolic and diastolic pressure and heart rate were in the normal range, and stroke volume and minute volume of blood were increased. General peripheral resistance decreased in comparison with the normal values. Parameters of the electrocardiogram in swimmers were also evaluated. Between RR and QT intervals significant positive correlation was revealed, and between RR interval and heart rate there was significant negative correlation.

Field of results application: sports physiology, the control of training process.

Methods of the central haemodynamics and the ECG allow to control the level of a functional condition of an organism and readiness of athletes for precompetitive activity.

---



## СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПОСЛЕ КУРЕНИЯ ОБЫЧНЫХ И МЕНТОЛОВЫХ СИГАРЕТ

А.С. Таланкина, Е.К. Карман

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
bio.talankin@bsu.by*

Как известно, препараты с содержанием ментола широко применяются при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, спазмах, мышечных и суставных болях, а вдыхание паров ментола увеличивает степень насыщения мышц кислородом, повышая эффективность аэробной нагрузки [1]. Любители сигарет с содержанием ментола считают, что употребление их уменьшает раздражающий эффект вдыхаемой смеси на воздухоносные пути и оказывает успокаивающее действие на легкие, а также считают, что ментол содержащие сигареты являются менее жесткими и более мягкими по сравнению с обычными сигаретами. Сам по себе ментол не опасен для человека и не влияет отрицательно на работу сердца и других органов. Однако в смеси с никотином, ментол образует очень плохую комбинацию, способную навредить здоровью человека [2].

Целью данного исследования явилось сравнение влияния курения обычных и ментоловых сигарет на статические и динамические показатели внешнего дыхания молодых людей. В работе приняло участие 12 девушек и 10 юношей в возрасте от 18 до 20 лет без хронических заболеваний органов дыхательной системы. Измерение проводилось при помощи спирометра «МАС 2». Рассматриваемые параметры регистрировались до и после курения. Согласно проведенному исследованию, после курения ментоловых сигарет наблюдалась небольшая тенденция к снижению статических показателей внешнего дыхания. Так у девушек происходило снижение показателя резервного объема выдоха с  $1,64 \pm 0,13$  л до  $1,48 \pm 0,08$  л, у юношей снижение показателя резервного объема выдоха было с  $2,81 \pm 0,21$  л до  $1,61 \pm 0,17$  л, функциональная жизненная емкость снизилась на 130 мл в обеих группах. Динамические показатели внешнего дыхания демонстрируют реализацию потенциальных возможностей дыхательной системы человека и позволяют оценить воздушную проходимость в дыхательных путях. У девушек и юношей показатели мгновенной объемной скорости в крупных, средних и мелких бронхах после курения

ментоловых сигарет были незначительно выше, чем после курения обычных сигарет, но ниже, чем у некурящих.

Таким образом, проведенное исследование показывает, негативное влияние курения на дыхательную систему человека. Добавление ментола в сигареты с одной стороны делает курение более разнообразным и привлекательным, особенно для девушек (известно негативное влияние ментола на организм мужчин [3]), с другой стороны, способность ментола увеличивать проходимость воздуха по мелким бронхиолам позволяет доставлять никотин в больших количествах к легким и способствовать развитию патологических процессов.

1. Козырева Т.В., Ткаченко Е.Я. Влияние ментола на температурную чувствительность человека. // Физиол. чел. 2008. – Т. 34, № 2. – С. 57–62

2. Kreslake J., Ferris Wayne G., Connolly G. The menthol smoker: tobacco industry research on consumer sensory perception of menthol cigarettes and its role in smoking behavior. *Nicotine Tob. Res.* 2008; 10 (8):705–716

3. Cavallo DA, Duhig AM, McKee S., Krishnan-Sarin S. Gender and weight concerns in adolescent smokers. *Addict. Behav.* 2006; 31 (11): 2140–2146

## STATIC AND DYNAMIC PARAMETERS OF EXTERNAL BREATHING AFTER SMOKING REGULAR AND MENTHOL CIGARETTES

A. Talankina, E. Karman

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.talankin@bsu.by*

We studied the change of parameters of external breathing after smoking regular and menthol cigarettes. It is possible to ascertain the reduction of the reserve volume of inhalation and functional lung capacity after smoking mentholated and regular cigarettes. The permeability of air through small bronchioles increased after smoking menthol containing cigarettes, but was lower comparing to non-smokers. The authors believe that the combined effect of nicotine and menthol enhances the adverse effects of smoking on the human body.

---

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЖИРОВОЙ ТКАНИ В ХОНДРОГЕННОМ НАПРАВЛЕНИИ

**О.И. Тишук, Е.А. Филатова, А.Г. Полешко, З.Б. Квачева**

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»*

*Минск, Беларусь*

*tishukoi@gmail.com*

На сегодняшний момент существует большое количество протоколов дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток (МСК) в хондрогенном направлении, которые различаются составом индукционной среды и условиями культивирования, результатом чего становится разная эффективность данного процесса *invitro*.

Целью работы стала оптимизация условий хондрогенной дифференцировки МСК ЖТ в условиях культуры.

МСК ЖТ человека культивировали в течение 3 пассажей. В экспериментах использовали клетки 4 пассажа с типичным для МСК фенотипом  $CD73^+/CD90^+/CD105^+/CD45^-/CD34^-$ . Индукцию хондрогенной дифференцировки осуществляли при культивировании клеток в разных вариантах дифференцировочных сред на основе DMEM с высоким содержанием глюкозы, раствора ITS-A (инсулин, трансферрин, селенит), TGF- $\beta$ 3, 2-фосфата аскорбиновой кислоты, дексаметазона в течение 7-14 сут в условиях монослоя. Для морфологического анализа и характеристики МСК ЖТ использовали фазово-контрастную микроскопию, позволяющую визуализировать уровень экспрессии генов-маркеров хондрогенной дифференцировки: коллаген 1 типа, коллаген 2 типа и агрекан, ПЦР в режиме реального времени. Уровень экспрессии протеогликанов оценивали по окраске клеток альциановым синим.

В результате экспериментов был проведен анализ морфологии клеток, инкубированных с разными вариантами дифференцировочных сред в условиях монослойного культивирования, с целью оценки их эффективности в отношении хондрогенной дифференцировки МСК ЖТ. Установлено, что при использовании индукционной среды, в состав которой входят DMEM с высоким содержанием глюкозы, 1 % раствора ITS-A (инсулин, трансферрин, селенит), 10 нг/мл TGF- $\beta$ 3, 0,17 мМ 2-фосфата аскорбиновой кислоты, 0,1 мкМ дексаметазона индукция

хондрогенеза наблюдается уже на 7 сут. по сравнению с другими дифференцировочными средами. В клетках, культивированных в условиях монослоя в указанной индукционной среде, наблюдалось изменение морфологии на более ранних сроках: они приобретали овальную форму вместо удлиненной веретеновидной к 5–7 сут, в то время, как в средах другого состава морфология менялась к 10–12 сут. При окраске альциановым синим индуцированных в данной ростовой среде к дифференцировке в хондрогенном направлении МСК ЖТ также отмечалось появление участков с более интенсивной синей окраской клеток, что указывает на активный синтез ими протеогликанов, свойственный предшественникам хондроцитов. Кроме того ПЦР-анализ в реальном времени показал максимальную экспрессию в предшественниках хондроцитов, полученных в данном случае, по таким маркерам хондрогенной дифференцировки, как коллаген 1 типа, коллаген 2 типа и агрекан.

Таким образом, описанный выше состав индукционной среды, а именно DMEM с высоким содержанием глюкозы, 1 % раствор ITS-A (инсулин, трансферрин, селенит), 10 нг/мл TGF- $\beta$ 3, 0,17 мМ 2-фосфата аскорбиновой кислоты, 0,1 мкМ дексаметазона, является оптимальным для эффективного прохождения хондрогенеза МСК ЖТ в условиях культуры в монослое.

## OPTIMISATION OF ADIPOSE TISSUE MESENCHYMAL STEM CELLS DIFFERENTIATION CONDITIONS IN CHONDROGENIC DIRECTION

O.I. Tishuk, E.A. Filatova, A.G. Poleshko, Z.B.Kvacheva

*Institute of Biophysics and Cell Engineering of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*  
*tishukoi@gmail.com*

The research results demonstrate that growth medium containing DMEM with high level glucose, 1 % ITS-A solution, 10 ng/ml TGF- $\beta$ 3, 0.17 mM ascorbic acid-2-phosphate, 0.1  $\mu$ M dexamethasone, is optimal for chondrogenic differentiation induction of adipose-derived stem cells (MSC-AT) under monolayer conditions. There are some changes in cell morphology, active synthesis of proteoglycans and gene expression of proteins-markers of chondrocytes such as collagen-1, collagen-2, aggrecan by 5 day of MSC-AT cultivation in such type of grow medium. Thus, DMEM with high glucose which includes 1 % ITS-A solution, 10 ng/ml TGF- $\beta$ 3, 0.17 mM ascorbic acid-2-phosphate, 0.1  $\mu$ M dexamethasone promotes effective chondrogenesis of

MSC-AT under monolayer conditions. Results of this research can be used for making protocols for directed differentiation of MSC in cell biology and regenerative medicine.

---

## **ГЕНЕРАЦИЯ СУПЕРОКСИДНОГО АНИОННОГО РАДИКАЛА В КОРНЯХ *FORSYTHIA INTERMEDIA* ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ**

**С.Л. Уснич, В.С. Мацкевич**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*bio.usnich@bsu.by*

Метод микроклонального размножения *invitro* является весьма перспективным способом размножения растений. Высокая смертность эксплантов на этапе выведения в тепличные условия *exvitro* является главной проблемой метода микроклонального размножения *invitro* [1]. Корни растения первыми подвергаются воздействию различных стрессоров, сильное воздействие этих стрессоров приводит к избыточной генерации активных форм кислорода и возникновению окислительного стресса [2].

В качестве объекта использовались корни 14 месячных эксплантов форзиции (*Forsythia intermedia*) изъятые из стерильных условий культивирования *invitro*. Образцы корней подвергались различным видам обработки. Измерение динамики генерации активных форм кислорода (АФК) проводилось при помощи флуоресцентного зонда дигидроэтидиума.

Была исследована зависимость количества генерируемых АФК от времени в клетках корня *Forsythia intermedia* после механического повреждения. Генерация супероксида в клетках корня форзиции последовательно увеличивалась и достигла максимума на 60 минуте. На 120 минуте наблюдается значительный спад уровня генерации АФК. На основе полученных данных была проведена обработка в аналогичных условиях раствором супероксиддисмутазы (СОД). При этом наблюдалась ярко выраженное уменьшение интенсивности флуоресценции дигидроэтидиума в корне форзиции.

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы: 1. Обработка СОД значительно снижает интенсивность флуоресценции

дигидроэтидиума, что подтверждает факт генерации супероксида в корнях форзиции при механическом повреждении. 2. При обработке СОД уровень генерации АФК примерно в 4 раза ниже обычного. Следовательно, для уменьшения воздействия окислительного стресса в растениях при выведении *ex vitro*, можно обрабатывать корни раствором СОД в течение 60 минут.

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с

2. Bhojwani S.S. Plant tissue culture: theory and practice / S.S. Bhojwani, M.K. Razdan. – New York: Elsevier, 1996. – 767 p.

## GENERATION OF SUPEROXIDE ANION RADICALS IN *FORSYTHIA INTERMEDIA* ROOTS UNDER MECHANICAL DAMAGE

S. Usnich, V. Mackievic

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.usnich@bsu.by*

Oxidative stress in roots caused by mechanical damage often leads to death of explants. In the present study we adopted tests with fluorescent probe for superoxide anion radicals Dihydroethidium (DHE) to examine reactive oxygen species production in *Forsythia intermedia* roots. We also tested various variants of root treatment of *Forsythia* with superoxide dismutase solutions and found an optimal one that minimized the damage from oxidative stress during *ex vitro* transfer.

---

## АНАЛИЗ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ БОРЦОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ОРТОСТАТИЧЕСКОМ ТЕСТИРОВАНИИ

Я.И. Фашенко

*Гомельский государственный медицинский университет,*

*Гомель, Беларусь,*

*faschenko\_yana@mail.ru*

Цель— изучить особенности срочной адаптации ССС борцов в подготовительном соревновательном периоде при ортостатическом тестировании.

Обследование проведено на базе Научно-практического центра спортивной медицины. Выполнено тестирование 20 юношей, занимающихся вольной борьбой при выполнении активной ортостатической пробы (АОП). Анализировались частота сердечных сокращений (ЧСС), общая мощность спектра (TP), мощность высокочастотного (HF), низкочастотного (LF) и очень низкочастотного (VLF) компонентов. Средний возраст составил  $15 \pm 1,06$  лет. Статистическая обработка данных осуществлялась с применением компьютерной программы «Statistica» (V.10.0).

Показатели ЧСС у исследуемой группы спортсменов составляют  $55 \pm 2$  уд./мин., что является адаптивным изменением со стороны ССС. Анализируя показатели спектрального анализа в состоянии покоя, можно утверждать, что у борцов наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма вносит парасимпатическая вегетативная нервная система  $HF > VLF > LF$ . Однако показатель VLF также имеет высокие значения, что говорит о влиянии гуморально-метаболических факторов. Распределение спектра после ортостатической пробы у двух исследуемых групп выглядит следующим образом:  $VLF > LF > HF$ . Вегетативное обеспечение характеризуется активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы. Высокие показатели VLF при сниженном значении HF при АОП могут свидетельствовать о снижении влияния автономной регуляции и переходе на церебральное эрготропное обеспечение.

Таким образом, при выполнении активной ортостатической пробы можно выявить, что для борцов существует свой специфический «вегетативный портрет», в котором доминирует центральный контур регуляции ритма сердца. Это свидетельствует о том, что с увеличением объема соревновательной нагрузки усиливаются симпатические влияния и ослабевают влияния парасимпатического отдела АНС. Что, по-видимому, обусловлено совершенствованием механизмов регуляции хронотропной функции сердца в связи с продолжительным воздействием рациональных физических нагрузок в течение подготовительного периода, когда объем соревновательной нагрузки минимальный.

# ANALYSIS OF EXPRESS ADAPTATION OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM OF WRESTLERS AT PREPARATORY COMPETITIVE PERIOD AT ORTHOSTATIC TEST

Y.I. Faschenko

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*faschenko\_yana@mail.ru*

Results of the research. In wrestlers the parasympathetic autonomic nervous system made the greatest contribution to the regulation of the heart rhythm. However, the VLF index had also high values, which indicates the influence of humoral-metabolic factors. After orthostatic test vegetative provision was characterized by activation of the sympathetic part of the autonomic nervous system. High VLF values with reduced HF may indicate a decrease in the effect of autonomic regulation and the transition to cerebral ergotropic support.

Field of results application: sports physiology, the control of training process.

Conclusion. There is a specific "vegetative portrait" for wrestlers, in which the central contour of regulation of the rhythm of the heart dominates. At growth of volume competitive load sympathetic effects increase, parasympathetic effects decrease. This is due to improvement of regulatory mechanisms of chronotropic function of heart.

---

## ВЛИЯНИЕ РУСТИКОЗИДА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ОПЫТА

А.В. Ховренкова, Н.Ю. Колбас

*Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,*

*Брест, Беларусь*

*alyonakhovrenkova@gmail.com*

Одной из важнейших групп растительных стероидов являются стероидные гликозиды (СГ). Одной из важнейших функций СГ является их участие в процессах роста и генеративного развития, а также их антифунгицидное действие [1, 2]. Согласно данным различных литературных источников высокие концентрации ( $10^{-5}$ – $10^{-4}$  М) СГ в



основном ингибируют рост корней, а в более низких концентрациях ( $10^{-6}$ – $10^{-7}$  М) фитогормоны слабо активируют их рост [1].

В качестве объектов исследования использовались два сорта сорго зернового (*Sorghumbicolor*L.) – *Sucro* и *Biomass*. После предварительного промывания слабым спиртовым раствором, каждый сорт (100 шт.) был замочен в течении 5 часов в растворе рустикозида различных концентраций:  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  % и дистиллированной воде (контроль). После семена были уложены в заранее подготовленные емкости для проращивания (растильни), далее заполненные растильни выдерживали в термостате при температуре 20–22. По истечении 3 суток, согласно ГОСТу 12038-84 [3] проводили учет энергии прорастания. На 5 сутки проводили учет лабораторной всхожести, при этом семена делили на группы по следующим показателям: нормально проросшие, набухшие, твердые, загнившие и ненормально проросшие. У нормально проросших семян измеряли длину корней.

Повышение лабораторной всхожести отмечено только для сорта *Sucro*. Наилучший результат был отмечен в концентрации рустикозида  $10^{-6}$  %, который повышает лабораторную всхожесть на 34 %. Важно отметить, что применение СГ снижало число загнивших семян с 21 % до 8 %.

В ходе опыта установлено, что рустикозид оказывает ростстимулирующее действие на оба сорта сорго зернового. Для сорта *Sucro* лучшие показатели были получены в концентрации СГ  $10^{-7}$  %. В данной концентрации длина корней проростков на 47,5 % выше длины корней контрольной группы. В случае сорта *Biomass* наилучшее ростстимулирующее действие рустикозида проявляется в концентрации  $10^{-8}$  %. Длина корней при обработке СГ в данной концентрации увеличивается на 75 % относительно контрольной группы.

Таким образом, отзывчивость растений сорго зернового на обработку СГ показала положительный результат. При обработке рустикозидом повышается устойчивость семян к грибковым заболеваниям, так же выявлено значительное увеличение длины корней проростков. Проведенное лабораторное исследование является важным этапом в изучении стероидных соединений и их функций. Выявление наиболее выгодных концентраций рустикозида позволит использовать его в сельском хозяйстве для решения центральной задачи физиологии растений – повышения продуктивности культур.

1. Шуканов, В.П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В.П. Шуканов, А.П. Волинец, С.Н. Полянская. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 244 с.

2. Васильева, И.С. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток Диоскореи, их метаболизм и биологическая активность / И.С. Васильева, В.А. Пасешниченко // Успехи биологической химии. – 2000. – Т. 40. – С. 153 – 204.

3. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Введен 01.07.1986. – М. :Стандартинформ, 2011. – 64 с.

# THE INFLUENCE OF RUSTICOSIDE ON PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF SORGHUM GRAIN IN CONDITIONS OF LABORATORY EXPERIMENT

A.V. Khovrenkova, N.Y. Kolbas

*Brest State University named after A. S. Pushkin, Brest, Belarus*

*alyonakhovrenkova@gmail.com*

The influence of steroid glycoside (rustikoside) on physiological indicators (germinative energy, laboratory viability, length of roots) of sorghum of a grain grade of Sucro and Biomass was studied in this research.

It was established that Sucro was stimulated by the concentration  $10^{-7}$  %, and Biomass – by  $10^{-8}$  %.

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИАМИНОВ НА РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ В КЛЕТКАХ КОРНЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

А.А. Чичко, В.С. Мацкевич, В.В. Самохина

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*alexanderchychko@gmail.com*

Сегодня протекторная роль полиаминов в растениях не вызывает сомнения. Основная роль в её формировании у растений принадлежит преимущественно следующим представителям полиаминов – путресцину (Пут), спермидину (Спд) и спермину (Спм). Полиамины являются полифункциональными веществами и принимают участие во многих физиологических процессах [1]. До конца не ясен механизм, лежащий в

основе антиоксидантных эффектов полиаминов [2]. В этой связи представлялось актуальным протестировать их воздействие на развитие симптомов запрограммированной клеточной гибели (ЗКГ) и генерацию активных форм кислорода (АФК) в клетках корня высших растений.

В экспериментах использовались корни 5-7-дневных проростков *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа WS-0 (Wassilewskija). Стерильная культура арабидопсиса выращивалась вертикально на чашках Петри (100 % среды Мурашиге и Скуга) с использованием стандартных протоколов. В работе использовались сертифицированные полиамины: Пут, Спд, Спм (Sigma; США), а также антиоксиданты: 0,3 % диметилсульфоксид (ДМСО), 1 ммоль/л тиомочевина и антиоксидантные ферменты: 600 ед/мл супероксиддисмутазы (СОД), 1000 ед/мл каталазы. Проводились морфологические тесты отдельно для атрихобластов и корневых волосков и тест на генерацию АФК (супероксида) с помощью флуоресцентного зонда дигидроэтидиума ( $10^{-6}$  моль/л; Sigma, США).

У проростков арабидопсиса в буферном растворе доля клеток ризодермы с симптомами ЗКГ не превышала 10 %. Количество корневых волосков и атрихобластов с симптомами ЗКГ начинала увеличиваться при введении 30 мкмоль/л Спм, 100 мкмоль/л Спд и Пут. Для фармакологических тестов была выбрана обработка полиаминами в концентрации 0,3 ммоль/л.

Дигидроэтидиум – это флуоресцентный зонд, использующийся для детекции АФК, главным образом супероксида. Тест с АФК-чувствительным зондом дигидроэтидиумом показал, что в 0,3 ммоль/л концентрация Спм вызывала увеличение уровня генерации супероксида, Спд не влиял на данный показатель, а Пут приводил к значительному снижению данного уровня.

В результате анализа полученных данных можно сделать следующие выводы: 1) обработка полиаминами в концентрации выше 0,1 ммоль/л вызывает увеличение доли клеток с симптомами ЗКГ; 2) индуцируемая полиаминами ЗКГ подавляется антиоксидантами, наиболее сильно, под действием СОД и ДМСО; 3) Спм стимулирует генерацию супероксида в клетках корня арабидопсиса, при этом Спд не влияет на данный процесс, а Пут вызывает его ингибирование.

1. Polyamines control of cation transport across plant membranes: implications for ion homeostasis and abiotic stress signaling / Pottosin I. [et al.] // Front Plant Sci. – 2014. – Vol. 5, No 154. – P. 1–16.

2. *Arabidopsis* root  $K^+$ -efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death / Demidchik V.V [etal.] // J. Cell Sci. – 2010. – Vol. 123, No 1. – P. 1468–1479.

## EFFECT OF POLYAMINES ON PROGRAMMED CELL DEATH IN IN ROOT CELLS OF HIGHER PLANTS

A. Chychko, V. Mackievic, V. Samokhina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*alexanderchychko@gmail.com*

Polyamines are water-soluble aliphatic polyanionic substances containing several amine groups and available in all plant cells. They have a fundamental importance for DNA stability in nucleus and are also involved in plant stress responses. Here, we demonstrate that polyamines stimulate superoxide production and trigger programmed cell death in root cells of *Arabidopsis thaliana* L.

---

## СОХРАННОСТЬ МЫШЕЧНОЙ ЛОКОМОЦИИ МОЛЛЮСКА *LYMNAEASTAGNALIS* ПРИ ВОЗРАСТАНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ГЕМОЛИМФЕ

В.Н. Шаденко, А.В. Сидоров

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*sidorov@bsu.by*

Одним из условий нормального протекания жизненных процессов является возможность поддержания на постоянном уровне ряда физиологических констант, в том числе и концентрации глюкозы во внутренней среде организма. Вместе с тем, уровень глюкозы является триггером ряда физиологических реакций, что предполагает наличие сигнальных свойств у молекулы глюкозы и её рецепцию нервными клетками. Реализация моторных форм поведения во многом зависит от степени функциональной активности центральных нейронов мозга, формирующих соответствующие связи с клетками моторной периферии. Целью данной работы было оценить характер изменения мышечной локомоции у моллюска *Lymnaeastagnalis* в условиях острой экспериментальной гипергликемии.

Для оценки мышечной локомоции животных переносили в кристаллизаторы, стоящие на миллиметровой бумаге и наполненные отстоявшейся водопроводной водой (высота слоя 0,5 см). Через 10 мин после помещения улиток в новые условия с помощью секундомера фиксировали время, необходимое для преодоления 5 квадратов (1×1 см). Объём опытной и контрольной групп – по 30 особей каждая, одинакового размера и веса (высота раковины 4,0±0,1 см). Моллюсков опытной группы инкубировали в 100 мМ растворе глюкозы в течение 2 ч. Животные контрольной группы находились указанное время в аналогичных по объёму аквариумах с «чистой» водой. Пробу гемолимфы получали по окончании регистрации показателей посредством сильной тактильной стимуляцией ноги моллюска, сопровождавшейся выбросом части гемолимфы. Концентрацию глюкозы определяли глюкозооксидазным методом, спектрофотометрическое определение на 520 нм (Cary 50, VariantInc., Австралия). Данные представлены в виде медиана (25 и 75 процентиля). Достоверность различий оценивали при помощи *U*-критерия Манна–Уитни.

Установлено, что нахождение животных в 100 мМ растворе глюкозы не приводит к статистически значимым изменениям показателей локомоторной активности животных. Значения для скорости локомоции составили 107 (90;141) и 120 (93;162) секунд для контрольной и опытной группы соответственно ( $z = 0,78$ ,  $P = 0,4376$ ). Вместе с тем, анализ концентрации глюкозы в гемолимфе *Lymnaea* показал её многократный (более чем в 20 раз) рост у животных после нахождения в 100 мМ растворе глюкозы – с 0,20 (0,16;0,26) мМ (контроль) до 6,12 (4,13;7,99) мМ (опыт) соответственно. Статистически достоверной корреляции (ранговой, Спирмена) между уровнем глюкозы в гемолимфе и скоростью локомоции выявлено не было:  $R = 0,26$  ( $t = 1,43$ ;  $P = 0,1643$ ) и  $R = 0,12$  ( $t = 0,65$ ;  $P = 0,5193$ ) для контрольной и опытной групп соответственно.

Можно предположить, что сохранность изученных характеристик двигательного поведения *Lymnaea* является следствием высокой степени устойчивости электрических характеристик нейронов локомоторной сети (вставочных и двигательных) к сверхвысокому уровню глюкозы в межклеточном пространстве.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки – медицине» (задание 1.08).

# INVARIANCE IN MUSCULAR LOCOMOTION OF MOLLUSK *LYMNAEASTAGNALIS* AFTER HEMOLYMPH GLUCOSE LEVEL INCREASE

V.N.□ Shadenko, A.V. Sidorov

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sidorov@bsu.by*

Locomotion of freely moved mollusks *Lymnaea stagnalis* did not vary significantly after the dramatic (20-fold and more) increase of hemolymph glucose level. We hypothesized that this could be the evidence of high resistance of corresponding neuronal network to glucose impact.

---

## ВРЕМЕННЫЕ И АМПЛИТУДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОНТАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ ИДЕНТИФИЦИРОВАННОГО ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОГО НЕЙРОНА (R.Pe.D.1) ЦНС МОЛЛЮСКА *LYMNAEASTAGNALIS* ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ДОЗ НИТРИТА НАТРИЯ

М.Х.Д. Шахрани, А.В. Сидоров

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*sidorov@bsu.by*

Нитрит-анион ( $\text{NO}_2^-$ ) представляет собой естественный компонент азотного цикла как в организме животных, так и в различных, прежде всего водных, экосистемах. Кроме того,  $\text{NO}_2^-$  может выступать с качестве источника монооксида азота (NO), сигнальные эффекты которого являются догмой современной физиологии. Адаптация к таким факторам связана с перестройкой электрических характеристик нервных клеток, принимая во внимание ключевую роль ЦНС в управлении поведением функциональных систем организма. Целью работы было установить изменение временных и амплитудных характеристик спонтанных потенциалов действия в ЦНС модельного нейробиологического объекта *Lymnaeostagnalis*, возникающих в условиях сильного нитритного загрязнения окружающей среды.

Моллюски контрольной группы оставались интактными, а экспериментальной – были подвергнуты действию растворённого в аквариумной воде нитрита натрия в конечной концентрации 10 мМ в течение 1 суток. Электрофизиологические эксперименты были выполнены на препаратах изолированной ЦНС. Внутриклеточную регистрацию

электрической активности нейрона R.Pe.D.1 ( $n = 10$  для контрольной и опытной групп) осуществляли с помощью стеклянных микроэлектродов (сопротивление 10–20 МОм). Для каждого препарата (нейрона) временные и амплитудные характеристики спонтанных потенциалов действия (спайков) определяли для 3-х произвольно выбранных спайков из 30 секундного участка нейронограммы (шаг квантования 0,5 мс). При помощи специальных возможностей программы электронного осциллографа InputWin оценивали электрические параметры потенциала действия: амплитуды спайка, следовой гиперполяризации и порога, длительности фаз де- и реполяризации, следовой гиперполяризации. Данные представлены в виде медиана (25 и 75 процентиля). Достоверность различий оценивали при помощи  $U$ -критерия Манна–Уитни.

Действие нитрита натрия выражается в изменении временных характеристик спайка. Отмечено статистически достоверное, в 1,2 раза, уменьшение длительности фазы деполяризации – с 6,5 (6,0;7,5) мс до 5,5 (5,0;6,5) мс ( $Z=3,51$ ,  $P=0,0004$ ). Длительность фазы реполяризации статистически достоверно не изменялась ( $Z=1,76$ ,  $P=0,0791$ ), в отличие от длительности следовой гиперполяризации – снижение в 1,9 раза с 142 (106;156) мс до 75 (59;129) мс ( $Z=2,97$ ,  $P=0,0030$ ). Амплитудные характеристики спайка оказались гораздо более устойчивыми к действию нитрита натрия. Статистически значимого изменения амплитуды не было отмечено ни для одного из исследованных показателей: спайка ( $Z=0,62$ ,  $P=0,5391$ ), следовой гиперполяризации ( $Z=1,27$ ,  $P=0,2035$ ), порога ( $Z=1,47$ ,  $P=0,1414$ ).

Таким образом, действие нитрита натрия ассоциируется с модификацией ионной проводимости мембраны нейронов ЦНС *Lymnaea stagnalis*, выражающейся в уменьшении длительности отдельных фаз потенциала действия при неизменности амплитуды спайка. Указанные изменения могут лежать в основе механизма, определяющего устойчивость этого вида моллюсков к сверхвысоким концентрациям нитрит-аниона в окружающей среде.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки – медицине» (задание 1.08).

TIME AND AMPLITUDE ANALYSIS OF SPONTANEOUS ACTION  
POTENTIALS OF IDENTIFIED DOPAMINE CONTAINING NEURON  
(R.Pe.D.1) WITHIN CNS OF MOLLUSC *LYMNAEA STAGNALIS* AT THE  
INFLUENCE OF HIGH DOSES OF SODIUM NITRITE

M.H.D.□ Shahrani A.V. Sidorov

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sidorov@bsu.by*

One-day (24 h) exposition of the animals in aquariums containing sodium nitrite (10 mM, final) leads to prior changes in action potential duration. Meanwhile, action potential amplitude did not vary significantly. We suggest that these changes underlie *Lymnaea*'s resistance to extreme concentration of nitrites in environment.

---

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ФЕНОТИПИРОВАНИЯ  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ HSV-АНАЛИЗА

А.Ю. Шелепова, А.А. Михальченко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*bio.shashko@bsu.by*

Ботаническая феномика – область биологии, связанная с измерением феномов – физических и биохимических черт организмов, отражающих динамику изменений роста и биологических показателей растений в ответ на генетические мутации и влияние окружающей среды [1]. Собственные феномные платформы развиты во многих странах мира (Германия LemnaТес, Великобритания Qubit, Нидерланды Phenospex и др.); их ключевой характеристикой является возможность одновременного автоматического анализа большого числа образцов как в лабораторных, так и в полевых условиях по целому спектру параметров. Развитие технологий феномного анализа для создания собственной феномной платформы представляется целесообразным как с точки зрения фундаментальной науки, так и для получения экономической выгоды.

Объектом исследования являлись черенки туи западной (*Thuja occidentalis*), культивируемые в нестерильных условиях на субстрате, представляющем собой смесь крупнозернистого вермикулита (4–5 мм) и раскисленного верхового торфа в соотношении □ 1:1. Фотосъемка производилась в феномном боксе с синими внутренними поверхностями, в



основе конструкции которого параллелепипед размерами 70×70×60 см (размеры подобраны эмпирически), при помощи камер Nikon D5100 и NIKON D3400. Обработка полученных изображений осуществлялась при помощи алгоритма Михальченко □ А.А., написанном на основе открытого программного обеспечения OpenCV □ [2].

В результате проведенной работы был решен целый ряд задач, направленных на создание собственной феномной платформы. Были определены требования к фотокамере, необходимой для проведения дальнейших исследований, проанализирован рынок и приобретен NIKON D3400 Kit AF-P 18-55 mm VR. Для обеспечения оптимальных условий фотографирования был собран большой феномный бокс, разработан и собран осветительный прибор, отработана методика съемки. В сотрудничестве со студентом ФПМИ БГУ Михальченко А. А. была разработана методика дистанционного управления SLR-камерой, автоматического накопления изображений и их HSV-анализа.

1. Научный потенциал феномики — функционального направления генетики / А.В. □ Марасанов [и др.] // Гигиена и санитария. — 2016. — № 95 (9). — С. □ 805-810.

2. Realtime Computer Vision with OpenCV / K. Pulli [et al.] // AcmQueue. — 2012. — Vol. □ 10, No4.

## DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE PHENOTYPING SYSTEM OF WOOD PLANTS BASED ON HSV-ANALYSIS

A. Shelepava, A. Mikhalchanka

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.shashko@bsu.by*

Phenomics is a field of biology based on the measurement of phenomes, that are the physical and biochemical features of organisms, reflecting the dynamics of changes in growth and biological characteristics of plants in response to genetic mutations and the influence of the environment. In the process of creating a phenomics platform prototype a number of problems were solved. The requirements for the camera were formed, market analysis was conducted and as a result NIKON D3400 Kit AF-P 18-55 mm VR was purchased. A large phenomics box was assembled, the lighting device was designed and assembled and the technique of photography was worked out for providing optimal conditions for taking photos of *Thuja occidentalis*. The methods of remote control of the DSLR-camera, automatic accumulation of

images and their HSV-analysis were developed by a student of FAMCS of the BSU Mikhalchanka A.

---

## **ЗАВИСИМОСТЬ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТ ТИПА РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Л.Л. Шилович**

*Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь  
shilov\_ll@mail.ru*

Цель исследования: изучить тип регуляции сердечной деятельности для определения различных адаптационных возможностей организма спортсмена.

Материалы и методы. Исследование проведено в Научно-практическом центре спортивной медицины г. Гомеля с использованием ПАК «Омега-С». В обследование включены 35 спортсменов от 15–20 лет и проведена ортостотическая проба.

За основу были взяты показатели спектрального частотного анализа в программе «Омега»: HF, LF, VLF. HF – основа вагусная активность. LF характеризует состояние вазомоторного центра. VLF – гуморально-метаболическое влияние. Также был взят индекс напряжения «ИН» – активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Показатель «ПАПР» – отражает соответствие между активностью симпатического отдела и уровнем СА-узла. Статистический показатель: (pNN50) – отражает напряжение парасимпатического отдела нервной системы.

Примечание: \* – данные статистически достоверны.

Результаты и обсуждение. При анализе были выявлены две группы спортсменов. В первую вошли спортсмены с незначительным изменением спектральных частот в ходе ортостотической пробы. Во вторую – со значительным.

Для 1 группы до пробы характерен автономный уровень регуляции сердечной деятельности. После пробы происходит повышение влияния вазомоторного центра на сердечно-сосудистый подкорковый центр с возрастанием роли симпатического отдела на ритм сердца, что характерно для нормальной реактивности вегетативной нервной системы, так как

служит адаптационным механизмом в ответ на перераспределение циркуляции крови при изменении положения тела.

В целом уровень регуляции 2 группы схож с 1, но с более выраженным влиянием гуморально-метаболических факторов и снижением парасимпатических влияний. После пробы наблюдается значительное превышение показателей вариационного анализа сердечного ритма ПАПР и ИН, что свидетельствует о явной гиперсимпатикотонической реакции. PNN50\* упал практически до 0, свидетельствует о сильном перенапряжении регуляторных систем (Шлык Н.И., 2007).

Выводы. Преобладание в регуляции сердечной деятельности гуморального фактора и снижение парасимпатических влияний может привести в ходе нагрузок к перенапряжению регуляторных систем.

## DEPENDENCE OF ADAPTATION OPPORTUNITIES ON THE TYPE OF REGULATION OF HEART ACTIVITY

L.L. Shilovich

*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

*shilov\_ll@mail.ru*

Results of the research. In the analysis, two groups of athletes were identified. The first group included athletes with a slight change in spectral frequencies at orthostotic test. In the second – with significant. At the first group after the test, the influence of the vasomotor center on the cardiovascular subcortical center and sympathetic effects increases which is typical for the normal reactivity of the autonomic nervous system. In general, the level of regulation of the second group is similar to the first one, but with the more pronounced effect of humoral metabolic factors and a decrease in parasympathetic influences.

Field of results application: sports physiology, the control of training process.

Conclusion. The predominance of the humoral factor in the regulation of cardiac activity and the reduction of parasympathetic influences can result in overloading of regulatory systems during stresses.

---

## **ВАРИАЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У ДЕВУШЕК В РАЗНЫЕ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА**

**М.В. Шинкевич, К.М. Люзина**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.*

*marinka.shink@gmail.com*

Менструальный цикл женщины предоставляет уникальную возможность исследовать естественные циклические изменения функций организма под действием меняющегося гормонального статуса [1–4]. В данной работе были изучены изменения показателей частоты сердечных сокращений и величины артериального давления (систолического, диастолического и среднего) у девушек в разные фазы менструального цикла (менструальную, фолликулиновую и лютеиновую). На основе этого сделаны выводы о преобладании активности отделов ВНС в разные фазы менструального цикла.

В исследовании приняли участие 7 девушек, средний возраст испытуемых 19 лет, с регулярным менструальным циклом. Измерение ЧСС и АД осуществляли в менструальную фазу (1–4 день МЦ), фолликулиновую фазу (7–12 день) и лютеиновую фазу (15–28 день). Предварительно испытуемым не предъявлялись физические или эмоциональные нагрузки. Регистрацию артериального давления осуществляли при помощи автоматического тонометра «MicrolifeBP 3AG1», значения ЧСС вычислялись программой «НС-Психотест» при регистрации 5-минутной ЭКГ. Значения среднего АД вычисляли по формуле:  $АД_{ср} = ДАД + ((САД - ДАД) / 3)$ .

Анализ полученных данных проводили в программе «STATISTICA», использовали тест Фишера. Различия считаются значимыми, при  $p < 0,05$ .

Данные, полученные в ходе исследования, свидетельствуют о различии направленности изменения тонуса симпатического (СНС) и парасимпатического (ПСНС) отделов ВНС у девушек в разные фазы менструального цикла. На основании этого испытуемые разделены на 3 группы. Для испытуемых первой группы (43%) характерно преобладание тонуса СНС в менструальную фазу (МФ), о чем свидетельствуют средние максимальные значения показателей САД ( $120 \pm 9$  мм. рт. ст.), ДАД ( $75,3 \pm 6$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $89,9 \pm 7$  мм. рт. ст.). Преобладание тонуса

парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в первой группе характерно для лютеиновой фазы (ЛФ). На это указывают средние минимальные значения САД ( $111 \pm 12$  мм. рт. ст.), ДАД ( $72,3 \pm 4$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $85,2 \pm 4$  мм. рт. ст.). В разные фазы цикла достоверно различались значения среднего АД.

Для второй группы (28,5 %) характерна высокая активность парасимпатического отдела нервной системы в фолликулиновую фазу, а симпатического отдела – в лютеиновую фазу. На преобладание ПСНС в фолликулиновую фазу указывают средние минимальные значения ЧСС ( $75,4 \pm 7$  уд/мин), САД ( $111 \pm 13$  мм рт. ст.), ДАД ( $77,7 \pm 2$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $88,9 \pm 4$  мм. рт. ст.). Средние максимальные значения ЧСС ( $86,7 \pm 7$  уд/мин), САД ( $125 \pm 5$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $94 \pm 2$  мм. рт. ст.) свидетельствуют о высокой активности СНС в лютеиновую фазу. Однако достоверных различий между значениями показателей в разные фазы не выявлено.

В группе 3 (28,5 %) наблюдается преобладание тонуса СНС в фолликулиновую фазу, а ПСНС активируется в лютеиновую фазу. О преобладании симпатического отдела в ФФ свидетельствуют максимальные значения ЧСС ( $82,2 \pm 5$  уд/мин), ДАД ( $73,7 \pm 2$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $87,3 \pm 5$  мм. рт. ст.). На активность ПСНС в лютеиновую фазу указывают минимальные значения следующих показателей: ЧСС ( $78,7 \pm 2$  уд/мин), САД ( $104 \pm 2$  мм. рт. ст.) и среднего АД ( $82,9 \pm 4$  мм. рт. ст.). Достоверных различий между показателями в разные фазы обнаружено не было.

Таким образом, по результатам исследования можно выделить отдельные группы с различной направленностью изменения тонуса ВНС. Однако полученные группы отличались от таковых, сформированных на основе показателей временного и спектрального методов анализа ВРС. Статистически различался в разные фазы менструального цикла только один показатель. Следовательно, для точной оценки тонуса отделов ВНС в разные фазы МЦ недостаточно использовать только показатели ЧСС и АД.

1. Влияние сезона года и фазы менструального цикла женщины на параметры кардиоинтервалограммы / Н.В. Воронова [и др.] // Экология человека – 2015. – № 2 – С. 20–26.

2. Рода, О. Б. Анализ вариабельности сердечного ритма у женщин, специализирующихся в беге на средние дистанции / О.Б. Рода, С.В. Калитка // Здоровье для всех – 2014. – № 1 – С. 22–28.

3. Blood pressure and the menstrual cycle / G. Greenberg [et al.] // Br. J. Obstet. Gynaecol. – 1985. – Vol. 92. – P. 1010–1014.

4. Polefrone, J.M. Effects of menstrual phase and parental history of hypertension on cardiovascular response to cognitive challenge / J.M. Polefrone, S.B. Manuck // Psychosom. Med. – 1988. – Vol. 50, No 1. – P. 23–36.

#### VARIATIONS OF HEART FREQUENCY AND ARTERIAL PRESSURE IN GIRLS IN DIFFERENT PHASES OF THE MENSTRUAL CYCLE

M.V. Shinkevich, K.M. Liuzina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*marinka.shink@gmail.com*

The woman's menstrual cycle provides a unique opportunity to explore natural cyclic changes in the body's functions under the influence of a changing hormonal status. In this study, changes in heart rate and blood pressure (systolic, diastolic, and mean) in girls in different phases of the menstrual cycle (menstrual, follicular and luteal) were studied. Based on this, the subjects were divided into groups, conclusions were drawn about the prevalence of the activity of the VNS departments in different phases of the menstrual cycle.

---

**СЕКЦИЯ 3**  
**«БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И**  
**КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ»**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОК *NITELLA FLEXILIS* ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДА АТРИБУТА

Т.С. Андала, О.Г. Яковец

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
tand01@yandex.ru

В выявлении антропогенного загрязнения среды наряду с химико-аналитическими методами находят применение приемы, основанные на оценке состояния живых организмов. Последние способны воспринимать более низкие концентрации веществ, чем любой аналитический датчик [1]. Биологический контроль окружающей среды осуществляется с помощью методов биоиндикации и биотестирования. При биотестировании моделируются условия предполагаемого загрязнения: по тест-реакции оценивается состояние выбранного тест-объекта.

В наших экспериментах в качестве тест-объекта выступали интернодальные клетки харовой водоросли *Nitella flexilis*, в качестве тест-реакции – скорость движения цитоплазмы. Исследуя динамику индуцируемого веществом изменения скорости движения цитоплазмы, а также характер отмыва можно, с определенной долей вероятности, судить о природе действия химического стрессора.

После 5 мин экспозиции в присутствии  $10^{-6}$  М атрибута (А) наблюдалось достоверное уменьшение скорости циклоза по сравнению с контролем на 3,6 мкм/с. Рост концентрации А до  $10^{-5}$  и  $10^{-4}$  М не вызывал достоверных изменений скорости движения цитоплазмы. После 10 мин экспозиции в присутствии  $10^{-6}$  и  $10^{-5}$  М гербицида наблюдалось достоверное уменьшение скорости циклоза по сравнению с контролем (на 4,4 и 2,8 мкм/с, соответственно). В концентрации  $10^{-4}$  М А не вызывал достоверных изменений скорости движения цитоплазмы. После 15 мин экспозиции в присутствии  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  и  $10^{-4}$  М гербицида наблюдалось достоверное снижение скорости циклоза (на 8,9, 39,4 и 40,9 мкм/с, соответственно). При смене экспериментального раствора ( $10^{-6}$  М А) на ИПВ 20мин-экспозиция в контрольном растворе приводила практически к полному восстановлению скорости циклоза. После действия  $10^{-5}$  М и  $10^{-4}$  М А скорость циклоза в контроле практически не восстанавливалась. Это свидетельствует о том, что А в высоких концентрациях либо связывается



необратимо с мембранными структурами, либо за это время способен проникать внутрь растительных клеток.

Увеличение времени действия *A* до 60 мин приводило к следующему. В присутствии  $10^{-6}$  М гербицида на протяжении 60 мин скорость циклоза достоверно уменьшалась по сравнению с контролем. При этом наблюдалась стабилизация скорости движения цитоплазмы. Это может свидетельствовать о развивающейся адаптации растительных клеток к присутствию в окружающей среде данного химического стрессора. Более того, наблюдаемый, хотя и не полный, отмыв после действия гербицида свидетельствует о том, что *A* в данной концентрации оказывает воздействие на скорость движения цитоплазмы, не проникая внутрь клеток. В присутствии  $10^{-5}$  М и  $10^{-4}$  М *A* на протяжении 60 мин наблюдалось постоянное постепенное снижение скорости циклоза. После длительного действия *A* в высоких концентрациях наблюдался отмыв. Это свидетельствует о том, что с увеличением времени действия *A* растительная клетка успевает приспособиться к его присутствию в окружающей среде. И это проявляется не только в стабилизации движения цитоплазмы, но и в способности клеток реагировать на смену растворов не остановкой циклоза, а сохранением и приближением его скорости к контрольным величинам.

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пос. / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцева. – М.: Академия, 2010. – 288 с.

## USE OF *NITELLA FLEXILIS* CELLS FOR TESTING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF HERBICIDE ATTRIBUT

T.S. Andala, O.G. Yakovets

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*tand01@yandex.ru*

Attribut has a direct membranotropic effect. It reduces the speed of cyclosis. The attribut influence is enhanced with increasing concentration ( $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  M).

---

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЕРИФИТОНА НА ХАРОВЫХ ВОДОРОСЛЯХ ВОЗЕРА НАРОЧЬ

**А.А. Арабей**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
alena\_arabey@mail.ru*

Перифитон играет существенную роль в структуре и функционировании экосистем малых и мелководных озер. Он представляет собой пищевой ресурс для первичных консументов, увеличивает биологическое разнообразие на всех трофических уровнях и создает значительную долю суммарной первичной продукции экосистемы [1]. В оз. Нарочь основным субстратом для перифитона служат макрофиты, среди которых доминируют харовые водоросли.

Целью настоящей работы было выявить видовой состав и проанализировать структуру фитоперифитона на *Chara* spp. в оз. Нарочь.

В исследованиях использованы стандартные полевые и лабораторные гидробиологические методы.

В перифитоне определено 77 видов водорослей из четырех отделов: *Chlorophyta* (33 вида), *Bacillariophyta* (32), *Cyanophyta* (11) и *Euglenophyta* (1). Как видно, основу видового состава определяют зеленые, диатомовые и синезеленые (цианобактерии) водоросли, что в целом характерно для пресноводного перифитона. Основной вклад в формирование видового богатства принадлежит родам *Ankistrodesmus*, *Cosmarium*, *Scenedesmus*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Navicula*, *Oscillatoria*. Проанализировав биотопическую характеристику водорослей, установили, что наибольшее число видов представлено планктонными формами (42 % общего числа видов) и типичными обрастателями (36 %), 17 % общего числа видов – эвритопные формы, а бентосные – всего 5 %. Полученный результат указывает на большую значимость планктона в сравнении с бентосом в формировании фитоперифитона на харовых водорослях.

Выявлены различия в видовом составе и структуре сообществ фитоперифитона водорослей рода *Chara*, произрастающей на разных глубинах. С увеличением глубины видовое богатство фитоперифитона закономерно снижается: 48, 35, 33 и 25 видов на глубинах 0,3, 2, 4 и 6 м соответственно. При этом доля диатомовых водорослей в альгофлоре перифитона растет (с 31 % общего числа видов на мелководье до 76 % на

глубине 6 м), а зеленых уменьшается (с 56 до 12 %). Значимость синезеленых водорослей с изменением глубины колеблется незакономерно (в пределах 8–15 %).

В количественном соотношении в сообществах фитоперифитона преобладают диатомовые водоросли, причем значимость их с глубиной существенно возрастает. Так, доля диатомовых водорослей в общей численности на глубинах 0,3, 2, 4 и 6 м составила соответственно 38, 57, 77 и 80 %. Доля зеленых водорослей в общей численности с увеличением глубины закономерно снижается с 36 до 7 %, а синезеленых – с 26 до 13 %. По данным исследований, выполненных в 1981 г. [2], наблюдалась обратная картина: значимость диатомовых водорослей в структуре сообществ фитоперифитона водорослей рода *Chara* увеличением глубины снижалась, а синезеленых – возрастала. Эти различия, вероятно, связаны с изменением трофического статуса оз. Нарочь [3].

1. Макаревич, Т.А. Вклад перифитона в суммарную продукцию пресноводных экосистем (обзор) / Т.А. Макаревич // Вестник Тюменского гос. университета. – 2005. – № 5. – С. 77–85.

2. Макаревич, Т.А. Эпифитон / Т.А. Макаревич // Экологическая система Нарочанских озер / Под ред. Г.Г. Винберга. – Минск, 1985. – С.99–112.

3. Бентификация озерной экосистемы: причины, механизмы, возможные последствия, перспективы исследований / А. П. Остапеня [и др.] // Труды БГУ. – 2012. – Т. 7, Ч. 1. – С.135–148.

## SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF PHYTOPERIPHYTON ON CHAROPHYTES IN LAKE NAROCH

A.A. Arabey

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*alena\_arabey@mail.ru*

This paper presents the results of study of phytoperiphyton on *Chara Vaillant* spp. surface at various depths in Lake Naroch.

---

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РОСТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ *HELIANTHUS ANNUUS* L. ПРИ ДЕЙСТВИИ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**Я.В. Арчибасова, А.П. Колбас**

*Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,*

*Брест, Беларусь*

*archibasovayana@gmail.com*

В современной прикладной биологии все большее значение приобретают методы повышения продуктивности растений за счет использования гормонов. Хорошие результаты по повышению урожайности сельскохозяйственных культур показали некоторые брассиносте-роиды.

Цель – оценить влияние брассиностероидов на ростовые параметры *Helianthus annuus* L. в лабораторных условиях.

Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост и развитие подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) были использованы семена мутантной линии М1, показавшей значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации [1].

Семена (по 100 шт) предварительно замачивали 5 ч в растворах эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$ . Далее семена проращивали на дистиллированной воде в чашках Петри при 25 °С. На третьи сутки отмечали энергию прорастания семян, на пятые сутки – их всхожесть. Проводили учет длины корней и гипокотилия проростков.

Проведенные исследования показали, что наибольшее стимулирующее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян оказывал ЭКС в концентрации  $10^{-8}$  (увеличение на 36 % и 41 % соответственно). Обработка ЭБЛ и ГБЛ не усиливала энергию прорастания, исключение составил ГБЛ, в концентрации  $10^{-6}$  (увеличение на 12 %). Однако общая всхожесть была выше контроля (на 33 % при концентрации  $10^{-6}$ ). При этом с увеличением концентрации ЭБЛ и ГБЛ прослеживается тенденция к усилению всхожести. Анализ длины корня показал, что этот параметр достоверно изменяется в пределах 81–131 % от контроля. Максимальное увеличение происходит при замачивании в растворе ЭБЛ концентрацией  $10^{-7}$ , снижение средней длины – при обработке раствором

ЭКС концентрацией  $10^{-8}$ . В целом отмечается большее влияние исследованных брассиностероидов на ростовые параметры стебля, так, средняя длина гипокотилия увеличивалась в диапазоне 125–181 % от контроля.

По результатам проделанной работы сделаны выводы, о том, что, используя диапазон шире, чем в предыдущих исследованиях, можно достичь положительного эффекта действия ЭКС на всхожесть. Вычислили пик благоприятного действия ЭБЛ на большинство морфометрических параметров. Определили, что при повышении концентрации ЭБЛ и ГБЛ всхожесть семян увеличивается, а при повышении концентраций ЭКС – уменьшается.

Анализ влияния стероидных соединений на показатели роста и развития растений в лабораторном эксперименте позволил подобрать оптимальные дозировки препаратов для последующего полевого эксперимента.

Однако для более глубокого исследования действия новых стероидных препаратов необходим комплексный анализ морфологических, физиологических и биохимических параметров. В частности, исследование последних позволит лучше понять механизм воздействия брассиностероидов на живые организмы.

1. Copper phytoextraction tandem with oilseed production using commercial cultivars and mutant lines of sunflower / A. Kolbas [et al.] // International Journal of Phytoremediation. – 2011. – Vol. 13, iss. sup 1. – P. 55–76.

## DETERMINATION OF SUNFLOWER GROWTH PARAMETERS AFTER BRASSINOSTEROID TREATMENTS IN LABORATORY CONDITIONS

Y.V. Archybasava, A.P. Kolbas

*Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Belarus*

*archibasovayana@gmail.com*

The purpose of this study is to evaluate the effect of three brassinosteroids (epibrassinolide, homobrassinolide and epikastasteron) at various concentrations on the growth parameters of *Helianthus annuus* L. in laboratory conditions. Based on the results of the work done conclusions that using a range large than in previous studies due to a decrease the concentration to  $10^{-8}$ , it is possible to achieve a positive effect of the EKS treatment on germination. Calculated the peak of the beneficial effect of EBL on most morphometric parameters. It was

determined that when the concentration of EBL and HBL increased, the seed germination increased, and when the concentration of EKS increased, it decreased.

---

## THE USE OF CHROMOSOME-SUBSTITUTED FORMS AS GENETIC RESOURCES IN COTTON

**SH.U. Bobokhujaev, M.F. Sanamyan, M.SH. Aliboyeva**

*National University of Uzbekistan named after. Mirzo Ulugbek,  
Tashkent, Uzbekistan  
bobohujayev@mail.ru*

Cotton (*Gossypium* L.) is one of the most important crops. *Fusarium* fungi of the genus are widespread in nature and represent an extensive biologically heterogeneous group of fungi. Most of them are phytotrophs, affect more than 120 plant species and cause significant economic damage to agriculture in many countries, including Uzbekistan. 3, 4 and 6 of the *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* race, common in Uzbekistan, were identified [2]. Analyses of substituted «CS-B» lines for resistance to *nematodes* and *fusarium* in the United States found resistance genes for *nematodes* and *fusarium* in the 11, 16 and 17 chromosomes, which indicated the importance of CS-B lines as a powerful genetic resource for breeding programs and tools for determination of QTL effects of disease resistance [3].

The National University of Uzbekistan has been conducting research for a number of years on the use of the unique cytogenetic collection of cotton *G. hirsutum* L., which includes monosome and telocentric lines. These lines are used to obtain hybrid monosome forms with substitutions of individual chromosomes from *G. barbadense* L. line Pima 3-79 in order to create substituted forms in the new genotypic background of the L-458 line and to study the influence of individual chromosomes on various features [1].

Among the hybrid population, monosome interspecies chromosome-substituted F1 hybrids were isolated by cytogenetic analysis. The observed hybrid monosome forms with substitutions of individual chromosomes were characterized by the presence of meiosis of 25 bivalents and one univalent of different sizes at the metaphase I stage, which were a chromosome of the *G. barbadense* L.

The analysis of pollen fertility in five hybrid monosome forms (Mo7xPima 3-79, Mo27xPima 3-79, Mo28xPima 3-79, Mo38xPima 3-79, Mo60xPima 3-79) revealed differences between hybrid monosomics in fertility from  $72.45 \pm 2.49\%$  in the hybrid monosomic Mo7 x Pima 3-79 to  $87.65 \pm 1.29\%$  in the hybrid monosomic Mo38 x Pima 3-79, which was explained by the imbalance of haplo-deficient gametes in hybrid monosomics. Analysis of tetrads in hybrid cotton monosomics revealed a small decrease in the meiotic index (up to  $89.30 \pm 1.12$ ) in the hybrid monosomal Mo27xPima 3-79. Thus, new chromosome-substituted hybrids can be use as a powerful genetic resource for resistance to pathogens.

1. Sanamyan, M.F. The use of monosomal lines of cotton to create chromosomes-substituted // AS RUz Res. Scientific and Practical Conference 2011. P. 224–228.

2. Egamberdiev, Sh.Sh. Molecular identification and characterization of pathogens of the genus *Fusarium*, affecting cotton in Uzbekistan: Author's abstract. diss. b. sciences. Tashkent, Center Genomics and Bioinformatics. – 2016. – P. 23

3. Analysis of root-knot *nematode* and *fusarium* wilt disease resistance in cotton (*Gossypium* spp.) using chromosome substitution lines from two alien species / M. Ulloa [et. al.] // Genetica. – 2016. – Vol. 144. – P. 167–179.

---

## МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ РОДА *PHLEUM* L., ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А.Р. Гноза, О.В. Дзюбан, В.Н.Тихомиров**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*gnoza94@mail.ru, dziuban-volha@mail.ru*

Род Тимофеевка (*Phleum* L.) является сложной в систематическом отношении группой. Ряд видов рода *Phleum* является сложными комплексами, в пределах которых имеются как аборигенные, так и заносные виды. Особым полиморфизмом отличается комплекс *Ph.pratense*L. s.l., включающий в Беларуси как аборигенные, так и культивируемые виды [1].

Цель работы – провести молекулярно-генетический анализ комплекса *Phleumpratense*L. s.l. на территории Республики Беларусь.

Задачи работы: провести молекулярно-генетический анализ образцов тимофеевки, собранных из разных районов Республики Беларусь, с помощью ISSR-маркеров; определить наиболее полиморфные стабильные ДНК-маркеры и оценить полиморфизм геномной ДНК на основе ISSR-маркеров с целью оптимизации исследования генофондов растений; оценить полиморфизм изученных образцов из различных местообитаний на территории Беларуси.

Для проведения анализа с помощью молекулярно-генетических маркеров были проанализированы гербарные образцы, хранящиеся в Гербарии Белорусского государственного университета (MSKU), частные гербарные коллекции преподавателей кафедры ботаники БГУ, собранные в 2008 и 2010 гг., а также личные сборы, проведенные в 2016 г.

ДНК выделяли СТАВ-методом из гербарного материала.

Для проведения ПЦР использовали 8 коммерческих праймеров (ОДО «Праймтех»), которые давали максимальное число фрагментов амплификации по результатам предварительных исследований.

Результаты ПЦР проанализированы с помощью электрофоретического разделения продуктов в агарозном геле.

Оценка генетических дистанций между образцами коллекций видов растений на основании данных о расщеплении по локусам, полученным в результате ISSR-анализа, проводилась по методу Нея–Ли [2].

Расчет дистанций и построение дендрограммы, отражающей филогенетические связи между образцами, проводились при помощи программы TREECON for Windows v.1.3b [3].

На основании анализа ПЦР-продуктов по ISSR-маркерам уровень полиморфизма у исследуемых образцов видов рода *Phleum* составляет 16,7–100 % (в среднем 56,4 %). Количество информативных амплифицируемых фрагментов в зависимости от праймера колебалось при этом от 4 до 8 в зависимости от анализируемого образца, их размеры варьировали от 200–1000 пн. Наименее информативным праймером оказался ISSR 24 и ISSR 17.

ДНК-анализ по ISSR-маркерам показал, что популяции тимофеевки сгруппированы в 2 крупных кластера, которые, в свою очередь, подразделяются на более-менее обособленные субкластеры. Вероятность топологии дендрограммы подтверждена значениями bootstrap в узлах кластеров. Обособившиеся крупные кластеры соответствуют видам *Phleum pratense* Ли и *Phleum nodosum* L. Таким образом, генетический и



морфологический анализ при исследовании данной группы дают сходные результаты.

1. Joachimiak, A. Cytotaxonomy and karyotype evolution in *Phleum* sect. *Phleum* (Poaceae) in Poland / A. Joachimiak, A. Kula // Plant systematics and evolution. – 1993. – Vol. 188, iss. 1–2. – P. 14.

2. Nei, M. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases / M. Nei, W.H. Li // Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. – 1979. – Vol. 76, No 10. – P. 5269–5273.

3. Van de Peer, Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment / Y. Van de Peer, R. De Wachter // Comput. Applic. Biosci. – 1994. – Vol. 10. – P. 569–570.

#### THE MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF SPECIES OF THE GENUS *PHLEUM* L., OCCURRING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

A.R. Gnosa, O.V. Dziuban, V.N. Tikhomirov  
*Belarusian State University, Minsk, Belarus*  
*gnosa94@mail.ru, dziuban-volha@mail.ru*

In this paper a molecular genetic analysis of species of the genus *Phleum* L. occurring on the territory of the Republic of Belarus is considered. Several samples of *Phleum* L. have been analyzed from different parts of the country, using DNA markers. Molecular genetic analysis showed that genetic analysis correlates with morphological features.

---

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО ПОД ДЕЙСТВИЕМ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Е.А. Евсеева

*Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,*  
*Брест, Беларусь*  
*katerina.evseeva.97@mail.ru*

Нетребовательность к почвам, исключительная засухоустойчивость и жаростойкость, солевыносливость ставят сорговые культуры в разряд наиболее ценных сельскохозяйственных культур, имеющих большое

значение в обеспечение полноценными кормами всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Несмотря на большие потенциальные возможности и разнонаправленность, сорго в Беларуси занимает незначительные площади. Наряду с традиционными методами сейчас развивается направление, основанное на использовании биологически активных веществ для стимуляции роста, развития и иммунитета растений. К таким веществам относятся брассиностероиды – как выделенные из определенных растений, так и их синтетические аналоги. Они обладают высокой рострегулирующей активностью и широким диапазоном физиологического действия в очень низких концентрациях, благодаря чему некоторые из них уже используются в сельском хозяйстве. Цель данной работы – оценить ростостимулирующее действие брассиностероидов на сорго в полевых условиях.

Для проведения опыта мы использовали сорго зерновое (сорт *Sucro*), семена (по 100 штук в каждой повторности) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрасинолида (ЭБЛ), гомобрасинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$ , в качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена высаживались на опытном поле отдела Агробиология Центра экологии. Для возможности последующей механизированной обработки почвы мотоблоком применялась схема посадки: расстояние в ряду между растениями составило 25 см, между рядами – 1 м. Таким образом, плотность посадки составила 40 000 раст./га. Были осуществлены необходимые агротехнические мероприятия: прополки, подкормка, рыхление почвы. В течение вегетационного периода произведены измерения длины стебля изучаемого растения. Ростовые параметры (высота стебля) отмечалась с этого времени каждые 7–10 дней.

Полевая всхожесть сорго *Sucro* варьировала в пределах от 30 % при обработке ЭБЛ в концентрации  $10^{-8}$  до 74 % (ЭКС  $10^{-5}$ ). Высота всходов к 20 мая лежала в пределах от 13 см (контроль) до 22,8 см (ГБЛ  $10^{-7}$ ).

Анализ динамики роста сорго зернового (сорт *Sucro*) показал значительное ростостимулирующее действие гормонов на первых этапах вегетации. Так через месяц после посадки семян превышение длины стебля по сравнению с контролем для ЭБЛ составило 54 % ( $10^{-8}$ ), для ГБЛ – ( $10^{-7}$ ), для ЭКС – 77 % ( $10^{-6}$ ). В последующем эта разница снижалась и к концу второго месяца вегетации достоверные отличия отмечались только для ЭБЛ ( $10^{-7}$ ) и достигали 13 %. Большая разница в скорости прорастания на начальных этапах роста для обработанных семян по сравнению с

контрольным может быть обусловлена стресс-факторами (низкие температуры в первые недели роста, весенняя засуха).

Результаты наших исследований воздействия брассиностероидов на рост сорго зернового показали, что в тестируемых концентрациях биорегулятор приводил к усилению роста и повышению стрессоустойчивости на ранних этапах развития в полевых условиях.

## DETERMINATION OF GROWTHS DYNAMIC FOR SORGO AFTER BRASSINOUSTEROIDS TREATMENTS IN THE FIELD CONDITIONS

К. Yauseyeva

*Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Belarus*

*katerina.evseeva.97@mail.ru*

Analysis of grain sorghum growth (cultivar *Sucro*) showed a significant stimulating effect of the tested hormones during the first stages of vegetation. The increasing of the stem length a month after planting was detected for EBL (epibrassinolide) – 54 % ( $10^{-8}$ ) compared to the control, for GBL (homobrassinolide) 75 % ( $10^{-7}$ ), for EKS (epicastasterone) – 77 % ( $10^{-6}$ ). Later this difference decreased and after two months of vegetation, significant differences were noted only for EBL ( $10^{-7}$ ) and reached 13 %. A large difference in the rate of germination at the initial stages of growth for treated seeds as compared to the control one can be due to stress factors (low temperatures in the first weeks of growth, spring drought).

---

## ПОЛУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КУРКУМИНОИДОВ ИЗ ПРЕПАРАТА КУРКУМИНА

М.А. Капустин, А.С. Чубарова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*maximkapustin84@gmail.com*

Традиционно используемый в исследованиях, коммерчески доступный, препарат «куркумин» представляет собой смесь трех основных куркуминоидов (диарилгептаноидов). [1]. Такой препарат представляет собой смесь трех основных диарилгептаноидов: куркумина (С), деметоксикуркумина (DMS), бис-деметоксикуркумина (BDMC) [1]. Соотношение диарилгептаноидов в конечном препарате может варьировать в зависимости от предобработки растительного сырья, а также

от метода извлечения и хранения препарата целевых соединений [1, 2]. Следует отметить, что биологическая активность С, DMC и BDMC различается и при проведении исследований необходимо проводить оценку активности не только суммарного препарата, но и каждого куркуминоида в отдельности. Анализ данных показал, что коммерчески доступные высокочистые препараты индивидуальных куркуминоидов встречаются в продаже лишь в качестве аналитических стандартов и имеют крайне высокую стоимость.

Целью данной работы являлось получение суммарного препарата куркуминоидов из порошка корневища *Curcuma longa* L. и разделение этой субстанции на индивидуальные куркуминоиды: С, DMC, BDMC.

По данным ВЭЖХ анализа в результате экстракции растительного материала и последующей очистки нами был получен суммарный препарат куркумина с соотношением С, DMC и BDMC – 55,93 %, 18,73 % и 25,34 % соответственно. В результате хроматографического разделения препарата нами были получены индивидуальные куркуминоиды. При разделении 1 г было получено 530 мг С, 165 мг DMC и 240 мг BDMC. По данным ВЭЖХ анализа чистота препарата С составила 99,8 %, препарата DMC – 99,5 %, а BDMC – 96 %. Идентификацию куркуминоидов проводили на ультра-ВЭЖХ хроматографе Agilent 6200/6500 Series Q-TOF LC/MS. В соответствие с полученными данными время удерживания для С, DMC и BDMC при данных условиях разделения составило 5,292 мин., 5,138 мин. и 5,047 мин. соответственно. По данным масс-спектропии, основной ион, образующийся при ионизации молекулы в образце 1 – ион типа (M+H)<sup>+</sup> с отношение массы к заряду (m/z) равным 369,132, что характерно для молекулы с массой 368,1245 и брутто-формулой C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>, а именно – С. При ионизации молекул в образце 2 образуется основной ион типа (M+H)<sup>+</sup> с отношение массы к заряду (m/z) равным 339,1216, что характерно для молекулы с массой 338,1136 и брутто-формулой C<sub>20</sub>H<sub>18</sub>O<sub>5</sub>, а именно – DMC. При ионизации молекул в образце 3 образуется основной ион типа (M+H)<sup>+</sup> с отношение массы к заряду (m/z) равным 309,1113, что характерно для молекулы с массой 308,1043 и брутто-формулой C<sub>19</sub>H<sub>16</sub>O<sub>4</sub>, а именно – BDMC.

Таким образом, данные ВЭЖХ с масс-спектропией и ВЭЖХ с диодно-матричным детектором подтверждают, что в процессе хроматографического разделения суммарного препарата куркуминоидов были выделены индивидуальные соединения: куркумин,

деметоксикуркумин и бисдеметоксикуркумин с чистотой 99,8 %, 99,5 % и 96 % соответственно.

1. Капустин М.А. *Труды БГУ*, 2016, 11, Ч. 2:248–262.
2. Капустин, М.А. Белорусские лекарства: сб. материалов Междунар. науч. конф., 2016. – С. 86–91.

## ISOLATION OF INDIVIDUAL CURCUMINOIDS FROM THE CURCUMIN PREPARATION

М.А. Kapustin, A.S. Chubarova  
*Belarusian State University, Minsk, Belarus*  
*maximkapustin84@gmail.com*

In the course of the work, a total preparation of curcuminoids was obtained from *Curcuma longa* L. rhizome powder and the separation of this substance into individual curcuminoids: C, DMC, BDMC was carried out. According to HPLC with mass spectroscopy and HPLC with a diode array detector it was confirmed that in the chromatographic separation of the total preparation of curcuminoids, individual compounds were isolated: curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin with a purity of 99.8 %, 99.5 % and 96 %, respectively .

*Acknowledgement: This work was supported by the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (grant no. Б17М-074).*

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТОВЫХ РЕАКЦИЙ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА ПРИМЕРЕ *CITRUS LIMON* L. НА ВОЗДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ

П.В. Качанович, А.П. Колбас

*Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина,*  
*Брест, Беларусь*  
*Tyres810@gmail.com*

Перспективным методом повышения продуктивности растений является использования фитогормонов, в том числе брассиностероидов [1]. Однако в большинстве исследований используют обработку семян сельскохозяйственных культур. Одним из агротехнических приёмов, широко применяемым при выращивании представителей рода Цитрус (*Citrus*) в условиях закрытого грунта, является опрыскивание [2]. Целью

работы является исследование ростовых реакций саженцев лимона в условиях закрытого грунта на воздействие растворов трех brassinosteroidов различных концентраций при внекорневой обработке.

Для изучения влияния различных концентраций brassinosteroidов на рост было отобрано 40 саженцев *Citruslimon* (L.) Osbeck, 1765 в возрасте 1 год. Обработка производилась 1 раз в неделю на протяжении 4 месяцев. Для внекорневой обработки были выбраны растворы эпибрасинолида (ЭБЛ), гомобрасинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) в концентрациях  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$ . В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Сразу после обработки саженцы, распределённые по 4 шт. в повторности, на 30 минут закрывались непрозрачным полиэтиленом. Измерение высоты саженца проводились 1 раз в 2 недели. Для анализа полученных результатов использовались средние значения ( $x_{cp}$ ) со стандартной ошибкой ( $\pm SE$ ). Для анализа достоверности различий между исследуемым и контрольным образцом использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Средний прирост за данный период составил ЭБЛ  $10^{-8}$  –  $7,25 \pm 1,17$  мм, ЭБЛ  $10^{-7}$  –  $7,82 \pm 2,21$  мм, ЭБЛ  $10^{-6}$  –  $7,93 \pm 1,34$  мм; ГБЛ  $10^{-8}$  –  $10,46 \pm 0,69$  мм, ГБЛ  $10^{-7}$  –  $10,18 \pm 2,12$  мм, ГБЛ  $10^{-6}$  –  $9,39 \pm 3,38$  мм; ЭКС  $10^{-8}$  –  $5,14 \pm 1,22$  мм, ЭКС  $10^{-7}$  –  $10,61 \pm 1,88$  мм, ЭКС  $10^{-6}$  –  $4,86 \pm 0,69$  мм; контроль –  $7,71 \pm 1,13$  мм. Достоверные различия в приросте побегов были зафиксированы только в двух случаях: при обработке раствором ГБЛ концентрацией  $10^{-8}$  прирост может увеличиваться на 35,67 %, а при опрыскивании раствором ЭКС концентрацией  $10^{-6}$  – снизиться на 36,96 %.

Таким образом, для стимулирования ростовых процессов побегов *Citruslimon* целесообразно применять внекорневые обработки раствором гомобрасинолида концентрацией  $10^{-8}$ .

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Мн.: Навука і тэхніка, 1993. – 285 с.

2. Алехна, А.И. Апельсин, мандарин, грейпфрут. Субтропики в квартире. Рекомендации по выращиванию и уходу / А.И. Алехна. – Мн.: ЭдитВВ, 2005. – 32 с.

## GROWTH REACTIONS OF DECORATIVE CULTURES IN GREENHOUSE CONDITIONS (EX. *CITRUS LIMON* L.) IMPACTED BY BRASSINOSTEROIDS

P. Kachanovich, A. Kolbas

*Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Belarus*

*Tyres810@gmail.com*

The aim of the work is to study the growth reactions of lemon seedlings after exposition of brassinosteroid solutions in different concentrations by foliar treatment. Gomobrassinolide (concentration  $10^{-8}$ ) increase significantly shoot growth rate *Citrus limon*(35.67 %). Epicastasterone (concentration  $10^{-6}$ ) reduce shoot growth rate *Citrus limon*(36.96 %). These data can be used at cultivation *Citrus limon* in greenhouse conditions.

---

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭКСТРАКЦИИ СИРИНГИНА ИЗ КОРЫ СИРЕНИ *SYRINGARETICULATA*

К.В. Ковалевский, М.А. Капустин, А.С. Чубарова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*kostyakovalevsky1999@gmail.com*

Наиболее перспективным ресурсом для получения фенольного гликозида сирингина (4-О-β-D-глюкопиранозида синапового спирта) и ряда других БАВ среди представителей рода *Syringa*, произрастающих на территории Ботанического сада НАН Беларуси является вид сирени *Syringareticulata*[1, 2].

Для оптимизации процесса извлечения сирингина из коры сирени нами была проведена экстракция серии образцов при различных условиях. В ходе эксперимента варьировались такие параметры экстракционной системы, как процентность органического растворителя (этилового спирта) в экстракционной смеси и температуры экстракции.

В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду (экстракция в диапазоне температур 30–90 °С), 60 % этиловый спирт (экстракция в диапазоне температур 30–80 °С). Также была проведена экстракция серии образцов с использованием в качестве экстрагента растворов этилового спирта в диапазоне концентраций 0–80 % с шагом 10 %, а также 96 % этилового спирта. Экстракция данной серии образцов

проводилась при температуре 40 °С. Время экстракции каждого образца составляло 60 мин.

Оценка относительного содержания сирингина в полученных экстрактах и содержание примесных фенольных соединений проводилась методом ВЭЖХ. Образцы полученных экстрактов анализировали на хроматографической системе Agilent 1100/1200 Series [3]

Полученные данные показали, что при использовании в качестве экстрагента дистиллированной воды содержание сирингина в экстрактах практически не изменялось в диапазоне температур 30–90 °С. Отличия по содержанию сирингина находились в диапазоне 3–5 %. Доля сирингина от общего количества фенольных соединений была минимальной при температуре 30 °С, а при температуре 40°С увеличилась на 25 % и при дальнейшем увеличении температуры экстракции практически не изменялась.

Использование в качестве экстрагента этилового спирта разной концентрации при температуре 40 °С показало, что изменение содержания сирингина в экстрактах носило куполообразный характер: возрастало при увеличении доли спирта от 0 до 20 % с последующим снижением в диапазоне 30–96 %. Максимальное содержание сирингина наблюдалось в экстрактах, полученных с использованием в качестве экстрагента 20 % этилового спирта. Содержание сирингина в таком экстракте превышало максимальное его содержание в водных экстрактах на 22,6 %. Доля сирингина от общего количества фенольных соединений составила  $23,7 \pm 0,3$  % в диапазоне концентраций спирта 0–30 %, а при дальнейшем увеличении процентности спирта снижалась и составила 19 % при использовании в качестве экстрагента 96 % этилового спирта. При использовании в качестве экстрагента 60 % этилового спирта содержание сирингина в экстрактах так же, как и в случае дистиллированной воды, практически не изменялось в диапазоне температур 30–80 °С. Отличия по содержанию сирингина находились в диапазоне 5 %. Доля сирингина от общего количества фенольных соединений в зависимости от температуры также практически не изменялась.

Таким образом, оптимальными условиями для экстракции сирингина из растительного сырья являются следующие параметры экстракционной системы: экстрагент 20 % этиловый спирт, температура 40 °С, время экстракции 60 мин.

1.Капустин М.А. *Современные достижения биотехнологии*: мат. МНПК. 2014: 143–148.



2. Капустин М.А. *Химия, структура и функция биомолекул*: мат. V МНК. 2014: 87–88.

3. Подберезкин В.С. *Труды БГУ*. 2010, Т 5, Ч. 2: 34–39.

## OPTIMIZATION OF SYRINGIN EXTRACTION PROCEDURE FROM BARK OF *SYRINGA RETICULATA*

K.W. Kovalevsky, M.A. Kapustin, A.S. Chubarova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*kostyakovalevsky1999@gmail.com*

To optimize the extraction of syringin from the bark of the lilac, we extracted a series of samples under various conditions. In the course of the experiment, the parameters of the extraction system were varied, such as the percentage of the organic solvent (ethyl alcohol) in the extraction mixture and the temperature of extraction. The most optimal conditions for extracting syringin from plant raw materials are the following parameters: extractant – 20 % ethyl alcohol, temperature – 40 °C, extraction time– 60 min. Obtained extracts are optimal for syringin isolation for further use in pharmaceutical manufacturing.

---

## ГРАДАЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ТОРФОНАКОПЛЕНИЯ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ

Е.А. Козлов

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,*

*kozlovea@bsu.by*

Суть решаемой задачи в оценке скоростей прироста торфа. Проблема заключается в выборе нормы торфонакопления.

Данные включают стратиграфические колонки Бобровка, Довбени, Кайданово, Кремушевка, Мощенское, Новый Свержень, Огородники, Ореховский Мох, Паусье, Тимошковицы, Чернихово, описывающие озерноболотные системы в стадию, следующую за климатическим оптимумом голоцена.

В расчёт взято частное от мощности последовательных слоев отложений, в частности – торфов, и продолжительности их накопления. Датировка и привязка выполнены биостратиграфическим и изотопными методами.

В результате получены значения скоростей накопления торфа в  $0,21 \pm 0,17$  мм/г.

При анализе оказалось, что расчётные величины значительно отличаются от  $0,74 \pm 0,48$  мм/г. [1]. Торфа должны были бы быстрее накапливаться в тёплый и умереннотёплый влажный и неустойчиво влажный климатический оптимум [2]. Однако скорости заиления в оптимуме снижаются с  $0,3 \pm 0,21$  до  $0,23 \pm 0,21$  мм/г., после они составляли  $0,23 \pm 0,19$  мм/г., а для современности –  $0,29 \pm 0,11$  мм/г. [3]. Из торфяников, имевших озерную стадию становления, к современной дистрофии пришли 70 %, а доля торфов в осадках достигла 79,3 %. Они развивались на водосборах с вторичными ландшафтами (75,2 %). Предшествующий дистрофному состоянию озера с торфом сапропелевый подтип накопления не выражен, а в песчаном подтипе (40 % случаев) доля торфа  $49,6 \pm 16,3$  %.

Сложности использования данных о состоянии озёрноболотных систем заключаются в отсутствии градации для преемственных состояний в смежных климатоландшафтных фазах и стадиях седиментации [4]. Для оценки расчётных величин рационально использовать количественную и качественную шкалы с непропорциональными ступенями. Предлагаемые их ступени: чрезвычайно высокие скорости более 2,0 мм/г., очень высокие  $1,26 \div 1,99$  мм/г., высокие  $0,98 \div 1,25$  мм/г., средневысокие  $0,77 \div 0,97$  мм/г., средние  $0,55 \div 0,76$  мм/г., средненизкие  $0,28 \div 0,54$  мм/г., низкие  $0,12 \div 0,27$  мм/г., очень низкие 0,11 мм/г. и менее.

Выводом стало заключение о преобладании (66,7 %) на современном этапе в центральной Беларуси низких скоростей накопления торфа. В болотную (завершающую) стадию накопления скорости контролируются чертами ландшафта [5], что и проявляется в режиме: при органическом накоплении – режим 1А (48,9 %), при накоплении торфа – режим 1D (80,4 %).

1. Ракович. В.А., Молокова Н.В., Селивончик Т.В. // Актуальные проблемы экологии: матлы IV междунар. науч.практ. конф. Гродно, 2010.

2. Козлов, Е.А. // Весн. Брэст. унта. Сер. 5. 2011. № 1.

3. Козлов, Е.А. Озерный седиментогенез голоцена Беларуси : автореф. ... канд. геогр. наук. Минск, 2015.

4. Страхов, Н.М. Основы теории литогенеза. Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. М., 1960.

5. Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресных озёр. Т. 2 : История озёр. Вильнюс, 1970.

## SCALE FOR ACTUAL RATE OF PEAT ACCUMALATION IN CENTRAL BELARUS

Ya.A. Kazlou

*Belarusian state university, Minsk, Belarus,  
kozlovea@bsu.by*

There are low rates of accumulation of boggy peat in central Belarus. The scale of 8 steps has been shaped for their evaluation. It is used to analyze and predict the evolution of small aquaecosystems. Further changes in peat growth will be controlled by landscape characteristics.

---

## СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ МАЛОГО ИСКУССТВЕННОГО ВОДОЕМА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОАО «ГРОДНО АЗОТ», Г. ГРОДНО

Е.В. Косач

*Гродненский государственный университет имени Я Купалы,  
Гродно, Беларусь  
Katerina.kosach@mail.ru*

В настоящее время на территории Беларуси имеется более 1300 прудов [1]. В гидробиотическом отношении пруды республики изучены недостаточно, что вряд ли можно считать оправданным, поскольку видовой состав растений водоемов может сигнализировать об экологическом состоянии последних [2], а флора искусственных водоемов может включать в себя редкие виды [3].

Исследовали видовой состав сосудистых растений малого копаного водоема, расположенного по ул. Карского в г. Гродно в 3 км от промышленного предприятия ОАО «Гродно Азот». В течение вегетационного сезона 2017 г. периодически совершали сплошные обходы водоема по периметру, выполняя флористические описания и сбор растений с последующей гербаризацией и определением систематической принадлежности.

Всего было выявлено 44 вида сосудистых растений, относящихся к двум отделам – Equisetophyta и Magnoliophyta, трем классам – Equisetopsida, Magnoliopsida и Liliopsida, 22 семействам и 36 родам, причем класс Magnoliopsida представлен 13 семействами, 21 родом и 24 видами, а класс Liliopsida – 8 семействами, 14 родами, 19 видами. Ведущими по числу видов семействами являются семейства Poaceae (7

видов), Fabaceae, Lamiaceae, Asteraceae (по 4 вида), Potamogetonaceae (3 вида). Подавляющее большинство видов растений (41 вид, или 93,2 %) распространены по территории всей Беларуси, причем 39 из них (88,6 % от общего числа) встречаются очень часто, часто или нередко, то есть являются самыми обычными на территории республики. По экологическим группам виды растений распределились следующим образом: 8 видов (18,2 %) – гидрофиты, 2 вида (4,5 %) – гелофиты, 5 видов (11,4 %) – гигрогелофиты, 11 видов (25,0 %) – гигрофиты, 18 видов (40,9 %) – гигромезо- и мезофиты, что свидетельствует о значительном преобладании числа околотовных видов. Наиболее обильно в водоеме представлены *Elodea canadensis* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton natans* L., *Typhalatifolia* L. – индикаторы органического загрязнения и загрязнения тяжелыми металлами [2].

Преобладание двудольных над однодольными по числу таксонов, ведущее положение семейств Poaceae, Asteraceae и Potamogetonaceae, тривиальность видового состава, значительное преобладание числа околотовных видов растений над числом водных видов – все эти особенности флористического комплекса изученного водоема хорошо согласуются с данными, полученными для многочисленных копаных водоемов Ярославской области [3]. Возможно, близость к предприятию «Гродно Азот», выбросы которого содержат соединения азота, стимулировала сильное зарастание акватории исследованного водоема гидрофитами и гелофитами, что привело к его органическому загрязнению, а соседство водоема с тремя автомобильными дорогами является несомненной причиной загрязнения воды тяжелыми металлами, о чем можно судить по растениям-индикаторам.

1. Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим: моногр. / И.И. Кирвель. – Мн.: БГПУ, 2005. – 234 с.

2. Гигевич, Г.С. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / под общ.ред. Г.С. Гигевич. – Мн.: БГУ, 2001. – 231 с.

3. Гарин, Э.В. Флора и растительность копаней Ярославской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 – ботаника / Э.В. Гарин. – Саранск, 2004. – 21 с.

## VASCULAR PLANTS OF THE SMALL ARTIFICIAL RESERVOIR IN THE AREA IMPACTED BY JOINT-STOCK COMPANY "GRODNO AZOT" IN GRODNO

E.V. Kosach

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*Katerina.kosach@mail.ru*

Investigated the taxonomic and ecological structure of species composition of vascular plants of the small artificial reservoir situated on the outskirts of the city of Grodno in the zone of influence of the chemical enterprise "Grodno Azot". The studied parameters correspond to literature data for digged reservoirs. Mass species of pond are *Elodea canadensis* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton natans* L., *Typhalatifolia* L. These species are known as indicators of organic pollution and pollution by heavy metals. The reservoir is characterized by strong growth, and organic pollution may be associated with excessive accumulation of plant mass under the influence of emissions of the enterprise. Heavy metals come from exhaust gases of motor transport, as the pond is bordered by three highways. The obtained data can be used for teaching of discipline "Plant ecology".

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШОКОЛАДА

В.И. Костюк, О.М. Третьякова

*Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*elven8390@gmail.com*

Кондитерская промышленность является одной из развивающихся отраслей пищевой промышленности. Шоколад, наиболее яркий представитель номенклатуры кондитерских изделий, давно считается продуктом повседневного потребления. Шоколад представляет собой продукт переработки какао-бобов и сахара; какао-порошок получают из измельченных, частично обезжиренных какао-бобов. В шоколаде содержатся алкалоиды – теобромин и кофеин – оказывают возбуждающее действие, снижают усталость, повышают работоспособность.

Цель данной работы – исследование физико-химических показателей и органолептических свойств различных сортов шоколада [1]. Для

исследования было взято девять образцов шоколада: шоколад белый, шоколад молочный и шоколад горький белорусских производителей. Было проведено исследование содержания непредельных жиров, углеводов, белков и содержание примесей в шоколаде. Органолептические показатели определяли по ГОСТ 31721-2012 [2].

В ходе исследования содержания непредельных жиров в шоколаде показало, что интенсивность жирового пятна соответствует заявленному количеству жиров в образцах шоколада. Также было выявлено наличие крахмалистых веществ у трех образцов шоколада. Добавление крахмалистых или мучнистых веществ указывает на недобросовестность приготовления шоколада. Содержание углеводов в образцах шоколада соответствует заявленному на этикетке. Наибольшее количество белка обнаружено в образце шоколада горький.

Была проведена органолептическая оценка шоколада по ГОСТ 31721-2012. По органолептическим показателям все образцы шоколада соответствуют заданным характеристикам и имеют характерный для каждого вида шоколада вкус, структуру и цвет. Излом всех плиток шоколада матовый, ломаются с треском, но некоторые образцы белого шоколада крошатся.

В результате оценки упаковки и маркировки шоколада было выявлено, что маркировка всех образцов шоколада полная, независимо от страны производства и фирмы производителя. По результатам органолептического исследования не было выявлено образцов с повреждениями или «поседением» шоколада.

1. Сравнительная товароведная характеристика отечественного импортного шоколада / Плясунов Е.Д [и др.]; под общ. ред. Плясунов Е.Д. – Троицк, 2012.– 4 с.

2. ГОСТ 31721-2012 «Шоколад. Общие технические условия»: – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 3 с.

## STUDY OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF CHOCOLATE

V. Kastsiuk, O. Tratsiakova

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*elven8390@gmail.com*

An organoleptic evaluation of chocolate was conducted in accordance with GOST 31721-2012. According to the organoleptic indicators, all samples of

chocolate correspond to the specified characteristics and have a characteristic for each type of chocolate taste, texture and color. The break of all chocolate bars is matte, break with a bang, but some samples of white chocolate crumble. As a result of evaluating the packaging and labeling of chocolate, it was found that the marking of all chocolate samples is complete, regardless of the country of manufacture and the manufacturer's firm. According to the results of the organoleptic examination, no samples were found with lesions or "graying" of chocolate. Field of application: biotechnology, agriculture.

---

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЕРИФИТОНА НА РАКОВИНАХ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS) ВОЗЕРЕНАРОЧЬ**

**Е.Н. Масюк**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
lena\_masyuk1995@mail.ru*

Двустворчатый моллюск *D. polymorpha* – агрессивный инвазивный вид, вселяясь в водоемы, вызывает серьезные многоплановые перестройки в структуре и функционировании их экосистем. Один из аспектов модифицирующей роли дрейссены состоит в том, что благодаря способности формировать популяции чрезвычайно высокой плотности, раковины моллюска создают значительное дополнительное количество твердого субстрата, пригодного для развития перифитона [1]. Показано, что основным структурно-функциональным компонентом перифитона на раковинах дрейссены, также как и на макрофитах, являются водоросли [2].

Целью настоящей работы является изучение видового состава и анализ структуры фитоперифитона на раковинах *D. polymorpha*, обитающей на разных глубинах в оз. Нарочь.

В работе использованы стандартные полевые и лабораторные гидробиологические методы.

Перифитон на раковинах дрейссены характеризуется высоким видовым богатством водорослей. Обнаружено 85 видов, относящихся к 5 отделам: *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*. Наибольшим видовым богатством характеризуется отдел *Bacillariophyta* (51 % общего числа видов). По видовой насыщенности выделяются рода *Navicula*, *Gomphonema*, *Cymbella*,

*Synedra*. На втором месте по числу видов находятся представители отдела зелёные водоросли (29 %; доминантными родами являются *Scenedesmus* и *Cosmarium*), на третьем – синезелёные (18 %; доминирующий род *Gloeocapsa*).

Выявлены существенные различия в видовом составе водорослевых сообществ перифитона дрейссены, обитающей на разных глубинах озера. С увеличением глубины видовое богатство фитоперифитона закономерно снижается: на глубине 0,3 м выявлен 81 вид, тогда как на шестиметровой глубине – всего 31 вид. Доля зеленых и синезелёных водорослей в общей численности фитоперифитона с увеличением глубины снижается, а диатомовых – увеличивается.

Доля разных отделов водорослей в видовом составе фитоперифитона на раковинах дрейссены разных размерно-возрастных групп достаточно постоянна: диатомовые составляют 57–60 %, зелёные – 21–26 %, синезелёные – около 19 % от общего числа видов.

Доминирующий комплекс видов по численности, независимо от глубины обитания и размерно-возрастной группы дрейссены, составляют в большей степени диатомовые водоросли, на втором месте находятся синезелёные. Водоросли *Epithemiasorex*, *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula* Lyngbyasp. входят в состав доминирующего комплекса фитоперифитона на всех исследованных глубинах (0,3 м, 2 м, 4 м и 6 м), но степень их участия меняется. Так, на глубине 0,3 м *Epithemiasorex* составляет 18 %, а на глубине 6 м – 14%, *Achnanthes minutissima* (0,3 м – 15 %, 6 м – 6 %), *Lyngbyasp.* (0,3 м – 12 %, 6 м – 19 %), *Cocconeis placentula* (0,3 м – 6 %, 6 м – 20 %).

1. Mastitsky, S.E. The zebra mussel shells as a substrate for periphyton / S.E. Mastitsky, T.A. Makarevich // Abstracts of the 15th International Conference on Aquatic Invasive Species, Nijmegen. – Thieme Print 4U, The Netherlands, 2007. – P. 121.

2. Makarevich, T.A. Phytoperiphyton on the shells of *Dreissenapolyomorpha* (Pallas) in Lake Narocho / T.A. Makarevich, S.E. Mastitsky, I.V. Savich // Aquatic Invasions. – 2008. – Vol. 3. – P. 283–295.



SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF PHYTOPERIPHYTON  
ON THE SHELLS OF THE BIVALVE MOLLUSC *DREISSENA*  
*POLYMORPHA* (PALLAS) IN LAKE NAROCH

E.N. Masyuk

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*lena\_masyuk1995@mail.ru*

This paper presents the results of identification of species composition and the analysis of phytoepiphyton structure on the shells of the bivalve mollusc *Dreissena polymorpha* in Lake Naroch.

---

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНЫХ ОБРАЗЦОВ  
ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И  
ТАНИНУ**

**С.Ю. Матлаш, О.М. Третьякова**

*Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*sveta.matlash@mail.ru*

Окончательное формирование чая как вкусового продукта происходит в процессе биохимических превращений, протекающих в чайном листе в результате различных технологических приемов его производства.

Задачей данной работы было сравнить разные виды зелёного чая по органолептическим показателям и содержанию танина. Для исследования были взяты образцы зелёного чая крупнолистового, среднелистового и пакетированного производства Китая и Цейлона. Определение содержания танина проводилось по ГОСТ 19885-74, Метод основан на окислении танина чая марганцовокислым калием при участии индигокармина в качестве индикатора [1]. Органолептические показатели определяли по ГОСТ 32572-2013 [2].

На основании полученных данных можно сказать, что содержание танина в образцах китайского и цейлонского чая зависит от технологии производства чая. Так, наименьшее количество танина наблюдается в чае пакетированном. А наибольшее количество танина содержится в крупнолистовом чае.

Также, возможно, есть зависимость содержания танина от степени измельчения зелёного чая, так как более измельчённый чай может в большей степени подвергаться окислению.

По результатам исследования можно сказать, что содержание танина в меньшей степени зависит от страны происхождения, так как не выявлено однозначной корреляции значений содержания танина в зависимости от страны произрастания. Наибольшее количество танина выявлено в образце китайского крупнолистого чая. Однако количество танина в пакетированном чае выше у цейлонского чая.

Также можно отметить, что количество танина не может однозначно указывать на качество чая, так как качество в основном определяется органолептическим анализом. Несмотря на то, что все образцы чая имели 8–14 % танина, их качество заметно отличалось.

Качество образцов зелёного чая среднелистового и крупнолистого из Китая и Цейлона оказалось хорошим. Качество китайского пакетированного чая среднее. А качество цейлонского пакетированного чая оказалось ниже среднего, на что повлияли нехарактерный посторонний привкус и аромат. Это может свидетельствовать о нарушении технологии изготовления и транспортировки чая.

1. Чай. Методы определения содержания танина и кофеина: ГОСТ 19885. -74 – Введён 1975-07-01 - Минск: ИПК Издательство стандартов, 2001 – 6 с.

2. Чай. Органолептический анализ: ГОСТ 32572-2013. – Введён 07. 01 – 2014 – Москва: Межгосударственный центр стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 5 с.

## COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF DIFFERENT SAMPLES OF GREEN TEA BY ORGANOLEPTICAL INDICATORS AND TANIN

S.Matlash, O. Tratsiakova

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*sveta.matlash@mail.ru*

The amount of tannin can not unequivocally indicate the quality of tea, since quality is mainly determined by organoleptic analysis. Despite the fact that all tea samples had 8–14 % tannin, their quality was markedly different. Perhaps there is a dependence of the content of tannin on the degree of refinement of green tea, since more ground tea can be more exposed to oxidation.

The content of tannin to a lesser extent depends on the country of origin, as there is no unambiguous correlation between the values of tannin content

depending on the country of growth. The greatest amount of tannin was found in a sample of Chinese large-leaf tea. However, the amount of tannin in the tea pack is higher for Ceylon tea. The quality of samples of medium-leaf and large-leaf green tea from China and Ceylon turned out to be good. The quality of Chinese tea is medium. And the quality of Ceylon tea was lower than the average, which was influenced by an uncharacteristic foreign taste and aroma. This may indicate a violation of the technology of making and transporting tea.

Field of application: biotechnology, agriculture.

---

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО ПРИ ДЕЙСТВИИ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**О.В. Михнюк**

*Брестский Государственный Университет им.А.С.Пушкина,*

*Брест, Беларусь*

*olka.mikhnyuk@mail.ru*

Влияние стероидных соединений исследовано недостаточно, особенно если речь идет о комплексном анализе морфологических, физиологических и биохимических параметров. Анализ влияния стероидных соединений на показатели всхожести, роста и развития растений в лабораторном эксперименте необходим для выявления наиболее чувствительных сортов и подбора оптимальных доз препаратов для полевого эксперимента. Исследование действия новых стероидных препаратов на морфометрические параметры сорго зернового позволит лучше понять механизм их воздействия на живые организмы.

Для изучения влияния различных концентраций брассиностероидов на рост и развитие перспективных сортов сорго зернового (*Sorghumbicolor* (L.) Moench.) были использованы семена двух сортов: *Biomass* и *Sucro* (Франция), показавших значительную эффективность в предыдущих опытах по фиторемедиации маргинальных почв.

С учетом изученных литературных данных и предыдущих исследований на других культурах была предложена следующая схема опыта: семена (по 100 штук) предварительно замачивали в течение 5 часов в растворах эпибрассинолида (ЭБЛ), гомобрассинолида (ГБЛ) и эпикастастерона (ЭКС) с концентрациями  $10^{-8}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-6}$ . В качестве

контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена проращивали на дистиллированной воде в чашках Петри в термостате при 25° С. На четвертые сутки отмечали энергию прорастания семян, на восьмые сутки – их всхожесть. Параллельно проводили учет длины корней и гипокотилия проростков.

Проведенные исследования показали, что наибольшее стимулирующее влияние на энергию прорастания и всхожесть семян сорго оказывал ЭБЛ в концентрации  $10^{-6}$  (увеличение на 31 % и 38 % соответственно). Обработка ЭБЛ и ГБЛ в повышенных концентрациях ( $10^{-6}$ ) значительно усиливала рост как корней (36 % и 42 % соответственно), так и стеблей (31 % и 63 % соответственно). В остальных случаях достоверных различий выявлено не было. В целом данная партия семян характеризовалась довольно низкой контрольной всхожестью (20–30 %). Поэтому целесообразно повторить эксперимент с семенами, имеющими более высокие показатели всхожести и сравнить полученные данные с результатами полевого эксперимента.

Дана характеристика сортоспецифичных реакций сорго зернового на применение трех видов брассиностероидов в лабораторных условиях, разработана методика их последующего применения в полевых условиях.

## DETERMINATION OF GROWTHS DYNAMIC FOR SORGO AFTER BRASSINOUSTEROIDS TREATMENTS IN THE LABORATORY CONDITIONS

O. Mikhniuk

*Brest State University named after A.S. Pushkin, Brest, Belarus*

*olka.mikhnyuk@mail.ru*

The results were showed that the greatest stimulating effect on the germination and germination energy for the sorghum seeds was provided by EBL (epibrassinolide) at a concentration of  $10^{-6}$ . Treatment of EBL (epibrassinolide) and GBL (homobassinolide) in elevated concentrations ( $10^{-6}$ ) significantly increased the growth of both roots and shoots. The cultivars sorghum reactions after treatments of three types of brassinosteroids in laboratory conditions were characterized, and the methodology for their application in the field condition was developed.

---

## ВИДОВОЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ»

**Е.В. Мойсейчик<sup>1</sup>, О.В. Созинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАНБ,  
Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,  
Гродно, Беларусь*

<sup>1</sup>*mojsejchik@mail.ru*, <sup>2</sup>*ledum@list.ru*

Заказник «Званец» (16227,42 га) образован в 1996 г. в целях сохранения эталонных участков естественных болотно-луговых и лесных угодий с богатым растительным и животным миром [3]. Званец – территория важная для птиц (ИВА: ВУ016) международного значения (критерии А1, В2, В3), создана в 1998 г., с 2002 г. Рамсарская территория (критерии 1–3) [4]. На территории Европы болото Званец является самым крупным низинным болотом мезотрофного типа с многочисленными минеральными островами.

Комплексные геоботанические и флористические исследования республиканского ландшафтного заказника «Званец» (Дрогичинский и Кобринский районы Брестской области Беларуси; координаты UTM: 35ULT3) выполнены по стандартным методикам [1] в июле-августе 2014–2017 гг.

Видовое фиторазнообразие низких минеральных островов болота «Званец» представлено 236 видами растений из 145 родов, 47 семейств, 36 порядков, 4 классов и 3 отделов. Наиболее представлены семейства *Asteraceae*Dumort. (41 вид) и *Poaceae*Barnhart. (26 видов). Третье место делят *Fabaceae*Lindl. и *Cyperaceae*Juss. – по 19 видов. Значительное участие видов *Fabaceae* указывает на средиземноморско-центральноазиатский тип флоры, что свидетельствует об относительной ксерофитности островов. Вместе с тем высокое участие представителей семейства *Cyperaceae* характеризует видовой состав островных фитоценозов как бореальный. На моновидовые семейства приходится 40% от всех описанных. Отмечено произрастание 3 видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [2]: II (EN) категории охраны – *Pedicularissceptrum-carolinum* L., III (VU) – *Gentianacruciata* L., IV (NT) – *Irissibirica* L., а также 8 видов, включённых в список растений и грибов,

нуждающихся в профилактической охране. Среди родов наиболее представительны *Trifolium* L. и *Vicia* L. – по 7 видов, *Galium* L. – 6, *Festuca* L. – 5, по 4 вида в родах *Cirsium* Mill. и *Hieracium* L., 8 родов содержат по 3 вида, остальные по 2 и менее.

Таким образом, минеральные острова болота Званец являются локалитетами высокого фиторазнообразия, совмещающие виды различной экологической специализации.

Работа выполнена в рамках Проекта международной технической помощи ЕС/ПРООН «Клима-Ист: сохранение и устойчивое управление торфяниками в Республике Беларусь для сокращения выбросов углерода и адаптации болотных экосистем к изменению климата».

1. Ипатов, В.С. Методы описания фитоценоза. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2000. – 89 с.

2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Мн.: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

3. О республиканском биологическом заказнике «Званец»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь. 01 февраля 2010 г., № 130.

4. Скарбы прыроды Беларусі – Treasures of Belarusian Nature: Тэрыторыі, якія маюць міжнар. значэнне для захавання біял. Разнастайнасці / аўт. тэксту і фота А.В. Казулін [і інш.]; уклад. А.Г. Дашкевіч; пер. на англ. мову А.Ф. Агеенка; пер. на бел. мову Т.І. Улевіч, С.В. Зуёнак. – 2-ое выд., перепрац., дап. – Мн.: Беларусь, 2005. – 215 с.

## SPECIES DIVERSITY OF MINERAL ISLAND OF THE ZVANETS RESERVE

E.V. Mojsejchik<sup>1</sup>, O.V. Sozinov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of  
Science of Belarus, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

<sup>1</sup>*mojsejchik@mail.ru, <sup>2</sup>ledum@list.ru*

Results of the study. The species diversity of the low mineral islands of the Zvanets swamp is represented by 236 plant species. The most representative families are *Asteraceae* Dumort. (41 species) and *Poaceae* Barnhart. (26 species). The third place is shared by *Fabaceae* Lindl. and *Cyperaceae* Juss. – for 19 species. The growth of 3 species included in the Red Book of the Republic of

Belarus: II (EN) protection category – *Pedicularissceptrum-carolinum* L., III (VU) – *Gentianacruciata* L., IV (NT) – *Iris sibirica* L. The growth of 8 species included in the list of preventive protection.

Application area. Ecology, activities for nature protection.

Conclusions. The mineral islands of the Zvanets marshes are localities of high phytorrhage, combining species of different ecological specialization.

---

## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА ДРОЖЖЕЙ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

**И.А. Демидова, С.Н. Найдун**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*irina.demidova.1974@mail.ru*

Широкое использование овощных культур обусловлено не только их вкусовыми качествами, а также высоким содержанием необходимых питательных веществ. На рост овощных культур, в том числе, влияет применение минеральных и органических удобрений, эффективность использования которых во многом зависит от внедрения индустриальной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, комплексной механизации, мелиорации земель, осуществления межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции. Увеличение производства овощей – одна из самых неотложных задач развития народного хозяйства в настоящее время. Это связано не только с необходимостью расширения ассортимента продуктов питания, но, главным образом, с важной профилактической ролью при защите здоровья населения, особенно в связи с ухудшением экологической обстановки.

Положительное влияние дрожжей на развитие овощных культур сложно переоценить: рассада становится более устойчивой к негативному воздействию стресс-факторов, рост вегетативной массы ускоряется, усиливается корнеобразование, повышается иммунитет растений. Кроме того, удобрение на основе дрожжей эффективно стимулирует развитие почвенной микрофлоры.

Целью настоящей работы является изучение влияния гидролизата дрожжей на морфометрические параметры овощных культур.

Эксперименты проводились в лабораторных и полевых условиях. В качестве объекта исследований был выбран томат и перец. Выращивание

растений в полевых условиях производились в населенном пункте Старые Дятловичи Гомельского района Гомельской области.

Метод размещения по грядкам полевого опыта осуществлялся шахматным способом. Площадь посевной грядки 0,5 м<sup>2</sup>. Схема посадки – 30\*30 см. Количество растений – 60 шт. Минеральные удобрения (азофоска, комплексное удобрение) вносились вручную, вразброс по грядкам перед сплошной культивацией. Опрыскивание растений гидролизатом дрожжей в концентрации 1% в течении вегетации проводилось при помощи ручного опрыскивателя. Первая обработка в фазу начала цветения 1–2 цветочных кистей, вторая обработка в фазу начала цветения. Учет оросительной воды при капельном поливе осуществлялся показаниями водомера.

Установлено, обработка растений томатов и перцев в период их активной вегетации биопрепаратом на основе дрожжей повышает всхожесть и энергию прорастания семян на 7,8 % и морфометрические показатели растений на 12,1 % по сравнению с контрольным вариантом. Также, использование биопрепарата на основе дрожжей, обеспечивает повышение урожайности на 20–25 %.

## EFFECT OF YEAST HYDROLYSIS ON THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF VEGETABLE

I.A. Dzemidava, S.N. Naydun

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*irina.demidova.1974@mail.ru*

The effect of yeast hydrolyzate on the growth of vegetables was studied. It was shown the maximum yield of vegetables after processing 1 % yeast hydrolyzate.

---



## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА ДРОЖЖЕЙ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Т.С. Сапегина, С.Н. Найдун, А.А. Конойко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
alexandrakonoiko@gmail.com*

Изучение возможности использования гидролизатов дрожжей, наряду с учетом эффективности их переработки, является весьма актуальным и должно сопровождаться комплексными исследованиями, которые позволят оценить влияние такого рода регуляторов роста растений на продуктивность фитоценоза, качество и безопасность растениеводческой продукции, агрохимические и биологические свойства почвы и т.д.

В связи с этим целью настоящей работы было изучение влияния гидролизатов дрожжей на морфометрические показатели зеленых культур.

Эксперименты проводились в лабораторных условиях и с использованием методов почвенной культуры рулонов. Для постановки эксперимента почвенной культуры применялись вегетационные сосуды. Производили обработку 7 и 21-ти дневных культур гидролизатом 0,1; 0,5; 1 и 2 %.

По результатам морфометрических исследований можно заключить следующее: растения шпината, обработанные гидролизатом в концентрации 1 %, имели более развитую корневую систему, длина растений выше на 30–35 %. Обработка 18-ти дневных растений салата гидролизатом дрожжей в концентрации 1 % приводит к увеличению роста и развития растения на 25 %.

Также был изучен эффект гидролизата на содержание фотосинтетических пигментов у 18-дневных растений шпината: (хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов) и скорость транспорта электронов по ЭТЦ фотосинтеза в проростках салата и шпината. Установлено, после обработки растений 1 % гидролизатом увеличилось содержание хлорофилла *a* на 12 % (1,1 мг/г сырой массы контроль до 1,22 мг/г сырой массы после обработки); хлорофилла *b* (0,51 мг/г сырой массы контроль до 0,58 мг/г сырой массы после обработки); каротиноидов (0,73 мг/г сырой массы контроль до 0,78 мг/г сырой массы после обработки).

Изучение влияния гидролизата дрожжей на морфометрические и физиологические параметры 21-ти дневных растений салата в изучаемых концентрациях показало следующее увеличение содержания фотосинтетических пигментов: хлорофилла *a* на 27 % (после 1 % обработки); хлорофилла *b* на 34 %; каротиноидов на 21 % (после 1 % обработки).

На основании полученных результатов мы установили, что гидролизат дрожжей в концентрации 1 % приводит к увеличению роста и развития растений. В результате обработки данным регулятором роста растения имеют более развитую корневую систему, длина растений становится выше на 15–35 %. Существенно увеличивается концентрация фотосинтетических пигментов в изучаемых зеленых культурах.

Следовательно, развитие технологий получения регуляторов роста растений из отходов производств, содержащих гидролизат *S. cerevisiae* является очень актуальной на данный момент, так как удобрения, полученные из отходов производства обладают не меньшей активностью, чем удобрения, полученные иным путем. Также, получение удобрения из отходов приводит к уменьшению степени загрязнения окружающей среды.

1. Куршева, Ж.В. «Биологические особенности и основные приемы возделывания индау посевного, двурядника тонколистного и кресс-салата в условиях Московской области»/ Куршева, Ж.В. – Москва, 2009.

2. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2003–2005 гг./ Мн., 2003. – 72с.

## EFFECT OF YEAST HYDROLYSATE ON MORPHOMETRIC PARAMETERS OF GREEN CROPS

T.S. Sapegina, S.N. Naydun, A.A. Kanoyka

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*alexandrakonoiko@gmail.com*

The effect of yeast hydrolysate on morphometric parameters of spinach sprouts was studied. Spinach sprouts after treated 1% hydrolyzate had a more developed root system, and yields were higher by 30–35 %.

---

## **ОЦЕНКА ДИПЛОИДНЫХ ФОРМ КАРТОФЕЛЯ ПО КОМПЛЕКСУ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ, НАЛИЧИЮ МАРКЕРОВ К ГЕНАМ УСТОЙЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ И 2n ГАМЕТ**

**Г.Ю. Никулина**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
grajka@mail.ru*

Картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур Республики Беларусь, однако, несмотря на успехи современной селекции, урожайность картофеля и качество получаемой продукции далеки от потенциальных возможностей культуры. Это связано в основном с поражением картофеля различными заболеваниями и вредителями, поэтому создание сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков, включающих устойчивость к широкому кругу болезней и вредителей, является одним из основных направлений в современной селекции картофеля.

С применением молекулярных маркеров в селекции картофеля методы отбора ценных образцов среди межвидовых гибридов значительно упростились, а эффективность отбора увеличилась за счет сокращения объема выборки селекционного материала.

В лаборатории генетики картофеля ГНУ «Института генетики и цитологии НАН Беларуси» проводился анализ ДНК гибридов, на основе которых предполагается создавать диплоидные селекционные линии с комплексом ПЦР-маркеров генов устойчивости и отбора лучших по сочетанию признаков устойчивости и урожайности гибридов.

С целью выбора оптимальной стратегии отбора на диплоидном уровне у картофеля, направленного на создание родительских линий с комплексом генов устойчивости к болезням и вредителям, относительно высоким уровнем клубневой продуктивности и фертильности, в 2016 году проведена комплексная оценка диплоидного селекционного материала различного происхождения. Осуществлен ПЦР-скрининг диплоидных гибридов картофеля с комбинацией генов из разных источников на наличие маркеров генов устойчивости к болезням и вредителям. Проведена оценка гибридов по уровню функциональной фертильности пыльцы и формирования 2n гамет. Оценена по основным параметрам

продуктивности 2-я клубневая репродукция гибридов картофеля F1, полученных по схеме скрещиваний первичные дигаметоиды × источники генов устойчивости к фитофторозу и вирусным болезням (межвидовые гибриды BC1, BC2).

В результате генотипирования гибридов, полученных при опылении первичных дигаметоидов-доноров генов устойчивости к болезням и вредителям донорами высокой ФФП и формирования FDR 2n пыльцы, выделены клоны, несущие более половины из изначально имеющегося у исходного материала ДНК маркеров генов устойчивости. Показано, что источниками ценных генов могут быть не только специально отобранные по числу маркеров генов устойчивости первичные дигаметоиды *S. tuberosum*, но и не проходившие специальный отбор на наличие генов устойчивости доноры высокой ФФП и формирования 2n-пыльцы. Выделены гибриды с тремя генами устойчивости к различным патогенам картофеля, имеющие важное значение для успешной агротехники культуры.

Анализ структуры урожая клубней диплоидных гибридов *S. tuberosum* показал, что наиболее значимым для получения урожайных диплоидных гибридов является признак «средняя масса клубня». Использование в качестве родительских форм дигаметоидов *S. tuberosum* с относительно высокой урожайностью, полученных от крупно-клубневых сортов, позволяет получать потомство, сравнимое по урожайности и крупности клубней с тетраплоидными сортами-стандартами.

#### EVALUATION OF DIPLOID FORMS OF POTATOES ON THE COMPLEX OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS, PRESENCE OF MARKERS FOR THE DISEASE AND PEST RESISTANCE GENES AND 2n GAMETES.

G.Y. Nikulina

*State Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of  
Belarus, Minsk, Belarus*

*grajka@mail.ru*

Samples of potato diploid clones that are capable to form fertile FDR 2n pollen, having potentially high productivity and carrying some genes of resistance to pests and diseases were selected as a result of evaluation diploid potato hybrids.

Field of application of results: selected hybrids will be used in marker-assisted potato breeding for generation of parental lines with a complex of resistance genes to diseases and pests.

Conclusions: selected hybrids with a complex of identified traits can be used as an effective material for breeding potatoes at the diploid level.

---

## **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНА В ОБРАЗЦАХ ЧЁРНОГО ЧАЯ**

**В.А. Ноздрин-Плотницкая, О.М. Третьякова**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*nozdrinvika@gmail.ru*

Чайный танин является смесью близких веществ. Выделяют две основные разновидности — катехиновую и танинную, которые отличаются между собой физическими, химическими свойствами. Горечь чайного настоя, связана с катехиновой фракцией, в то время как терпкость, полнота вкуса, хорошая цветность и другие свойства — с танинной. При старении листа, а также при его переработке катехиновая фракция постепенно переходит в танинную, а затем в связанный танин.

Большое количество фенольных соединений содержит почка, первый и второй лист, в третьем и последующих их меньше. В процессе переработки чайного листа в черный чай количество фенольных групп уменьшается примерно на одну треть. В норме после окончания технологического процесса содержание танина в чае составляет 8–15 %. Таким образом, при определении содержания танина в чае, можно определить: из какой части чайного растения сделан чай (почка, первый, второй и последующие листья) и какого качества чай.

Определение содержания танина проводили по ГОСТ 19885. -74 «Чай. Методы определения содержания танина и кофеина» [1].

Была проведена сравнительная характеристика содержания танина в индийском черном чае и цейлонском черном чае, с целью определить влияет ли страна происхождения чая на содержание танина. Анализируя данные, полученные при исследовании данных образцов чая на содержание танина, можно сказать, что по процентному содержанию танина образцы чаев соответствуют нормам содержания танина (8-15%). Данные образцы являются чаем хорошего качества. Цейлонский чай уступал индийскому чаю по содержанию танина, но не в значительной

доле, следовательно, мы определили, что страна происхождения чая не влияет на содержание танина.

На втором этапе исследования было проведено сравнение содержания танина в образцах: крупнолистовой, среднелистовой, мелколистовой чай. В ходе исследования мы получили, что мелколистовой чай содержит танина меньше нормы (7,4 %), объяснить низкое содержание танина (7,4 %) можно тем, что данный образец является продуктом низкого качества или же является продуктом фальсификации. А образцы чая крупнолистовой и среднелистовой по содержанию танина соответствуют норме (8–15 %).

В ходе работы определено содержание танина в чае индийском и цейлонском, крупнолистовом, среднелистовом и мелколистовом. Было выявлено, что образцы индийского и цейлонского, крупнолистового, среднелистового чая соответствуют требованиям, предъявляемым для чая хорошего качества, а образец мелколистового чая не соответствует данным требованиям, следовательно, является чаем низкого качества.

ГОСТ 19885. -74 «Чай. Методы определения содержания танина и кофеина»

## QUANTITATIVE DETERMINATION OF TANIN CONTENT IN SAMPLES OF BLACK TEA

V.A. Nozdrin-Plotnitskaya, O.M. Tretyakova

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*nozdrinvika@gmail.ru*

When determining the content of tannin in tea, you can determine: from which part of the tea plant is made tea (kidney, first, second and subsequent sheets) and what quality tea.

The content of tannin in tea is determined in Indian and Ceylon, kranolistovom, medium leaf and small leaves. It was found that samples of Indian and Ceylon, large leaf, middle leaf tea meet the requirements for good quality tea, and the sample of small leaf tea does not meet these requirements, hence, it is a low quality tea.

The results of the study are applicable in biotechnology, the chemistry of plant materials.

---

## СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ФЛАВОНОИДОВ В ОБРАЗЦАХ *CALENDULA OFFICINALIS* L.

**Е.А. Олендор**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь  
katya.olendor@mail.ru*

Лекарственные растения содержат в значительных количествах биологически активные вещества (БАВ) и могут быть использованы с лечебной целью. Наиболее важными из БАВ растений являются алкалоиды, сапонины, дубильные вещества, флавоноиды, смолы, жирные масла, эфирные масла, камеди, витамины, фитонциды, гликозиды, БАВ и др. [1].

В качестве объекта исследования нами была выбрана календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.). Календула лекарственная в РБ культивируется как лекарственное и декоративное растение. Цветочные корзинки календулы содержат каротин, цитроксантин, рубиксантин, виолоксантин, ликопин, флавохром, флавоноиды, смолы, фитонциды и органические кислоты – салициловую и яблочную. В листьях этого растения найдено горькое вещество календен, а также сапонины и витамин С [2].

Нами определено содержание суммы фенольных соединений и флавоноидов в соцветиях и листьях *Calendula officinalis* L. семейства *Asteracea*. Сбор растительного сырья проводился трехкратно с июня по август 2016 г. на трех пробных площадях (ПП): ПП 1 – г. Скидель, Гродненский район; ПП 2 – г.п. Острино, Щучинский район; ПП 3 – д. Плотница, Столинский район. Сырье подвергалась воздушной сушке в тени при комнатной температуре. Количественные определения проводились фотометрическим методом по методике Комаровой [3].

Содержание суммы фенольных соединений (мкг/г) в исследованном лекарственном растительном сырье колеблется в пределах от  $6,05 \pm 0,99$  (ПП 3, август) до  $20,08 \pm 2,13$  (ПП 1, июль), содержание флавоноидов (мкг/г) в надземных органах календулы лекарственной составляет от  $0,038 \pm 0,007$  (ПП 3, июнь) до  $0,148 \pm 0,018$  (ПП 1, июль).

Полученные результаты показывают, что содержание биологически активных веществ в исследованных образцах зависит как от места

произрастания лекарственного сырья (ПП 1 – 3), так и от времени его сбора. Содержание флавоноидов, как и суммы фенольных соединений, в соцветиях и листьях календулы существенно выше в июле по сравнению с июнем (от 15 до 40 %) и августом (от 5 до 50 %). Таким образом, содержание определенных нами биологически активных веществ свидетельствует о том, что предпочтительным временем сбора календулы лекарственной является месяц июль.

1. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, И.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск: Наука, 1990. – 333с.

2. Исмагилов, Р.Р. Календула / Р. Р. Исмагилов, Д. А. Костылев. – Уфа: БГАУ, 2000. – 102 с.: ил. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ovoport.ru/calendula/chim\\_sostav.htm](http://ovoport.ru/calendula/chim_sostav.htm). – Дата доступа: 30.04.2017.

3. Комарова, М.Н. Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья: Методические указания к лаб. занятиям / М.Н. Комарова; под ред. К.Ф. Блиновой. – СПб.: СПХФА, 1998. – 60 с.

## THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS AND FLAVONOIDS IN *CALENDULA OFFICINALIS* L. SAMPLES

E.A.Olendor

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*katya.olendor@mail.ru*

The content of phenolic compounds and flavonoids in one-year shoots of *Calendula officinalis* L. of *Asteraceae* family is studied. The latter gathered in June-August 2016 at three growth plots.

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОРОСТКОВ ОВСА

А.Н.□ Павлюк

*Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси,*

*Минск, Беларусь*

*ana4ernaya@mail.ru*

Популярность косметических средств, получаемых из проростков семян различных растений, объясняется их очевидным и внешне быстро проявляющимся эффектом. Это обусловлено высоким и



сбалансированным содержанием в проростках белка, витаминов, антиоксидантов, минералов и других биологически активных веществ. [1, 2]. Одной из наиболее востребованных культур на мировом рынке является овес, имеющий высокую пищевую и биологическую ценность. Зерно овса в среднем содержит до 10,3 % белка, 4,8 % жира, аминокислоты, в том числе незаменимые, витамины А, В1, В2, Е, минералы, а также наибольшее среди злаковых растений количество клетчатки – 10,3 %. Нутриентный состав овса благоприятно влияет на все важные физиологические процессы организма, укрепляет его иммунитет, что делает перспективным использование как самого зерна, так и его проростков в косметической промышленности.

Согласно данным литературы, ферменты, гидролизующие полимеры растительной клеточной стенки, оказывают стимулирующее действие на прорастание семян различных растений. Экзогидролазы различного способа действия и субстратной специфичности найдут применение в процессе проращивания, что существенно сократит длительность процесса, увеличит выход проростков, повысит их качество.

Цель настоящей работы – оценить влияние ферментных препаратов различного состава на прорастание семян овса. В работе использовали зерно урожая 2016 года и ферментные препараты Вискоферм, Новозим 25008, Ликвафло (Novozymes, Дания). Схема проращивания включала: 1-е замачивание (гидратация) – 8 ч, воздушную паузу – 8 ч, 2-е замачивание – 8 ч, собственно проращивание – 2 сут при 23–25 °С. Обработку ферментами (0,02 % к массе сырья) проводили на стадии 1-ого замачивания (опыт), контролем служили семена, обработанные водопроводной водой. Результат выражали количеством проростков в процентах от взятых на анализ семян (100 шт.). Повторность опытов трехкратная.

Установлено, что в условиях опыта препарат амилолитического действия Ликвафло не влиял на процесс проращивания. Слабый эффект оказывал препарат целлюлолитического действия Вискоферм, повышающий выход проростков на 3 % по сравнению с контролем. В то же время обработка овса препаратом протеолитического действия Новозим 25008 увеличивало количество проросших семян на 20 % (63 % в опыте, 43 % в контроле).

Таким образом, полученные данные указывают на целесообразность использования экзопротеаз в процессе проращивания семян овса. Далее планируется установить дозу ферментного препарата и условия процесса

проращивания, оценить биохимические свойства проростков и их биологическое действие в составе косметических средств.

1. Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques [et al.] // Nutrition. – 2005. – Vol. 21, No 2. – P. 230–239.

2. Effects of enzyme activities during steeping and sprouting on the solubility and composition of proteins, their bioactivity and relationship with the bread making quality of wheat flour / S. Zilic [et al.] // Food Funct. – 2016. – Vol. 7, No 10. – P. 4323–4331.

## APPLICATION OF ENZYME PREPARATIONS TO PROMOTE OAT GERMINATION

A.□ Pauliuk

*Institute of Microbiology, Belarus National Academy of Sciences, Minsk, Belarus*

*ana4ernaya@mail.ru*

The obtained data indicate expediency of using exoproteases in oat seed germination process. It was found that grain treatment with proteolytic preparation Novozyme 25008 increased the share of germinated seeds by 20□ %. Further studies will be aimed at optimizing the dose of enzyme preparation and parameters of germination process, evaluating biochemical properties of seedlings and their biological effects as ingredients of cosmetic formulas.

---

## ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ЛИП ЛИПОВОЙ МОЛЬЮ-ПЕСТРЯНКОЙ (*PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963)) В МИНСКЕ

Т.С. Пинчук

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*tanyusha-pinchuk@mail.ru*

Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) – инвазивный филлофаг, личинки которого развиваются в листовых пластинках различных видов лип [1]. *Ph.□ issikii* проник на территорию Беларуси в конце XX века [2]. В условиях г. Минска наиболее широко в насаждениях представлены липы мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и

крупнолистная (*Tilia*  $\square$  *platyphyllos* Scop.), которые повреждаются липовой молью-пестрянкой.

С целью установления поврежденности листовых пластинок лип *Ph. issikii*, проводился рандомизированный отбор поврежденных листьев в г. Минске (53°49'53"N, 27°28'18"E). Сбор осуществлялся по окончании второй генерации инвазивной моли (14.09.2015). Заселенность рассчитывали как отношение количества поврежденных листовых пластинок лип мелколистной (далее М) и крупнолистной (далее К) к общему числу рандомизированно отобранных листовых пластинок (в %). Выборки поврежденных листьев лип гербаризировали и сканировали с помощью планшетного сканера Epson Perfection 4180 Photo (разрешение 300 dpi). Изображения подвергались обработке на персональном компьютере средствами специализированного графического редактора ImageJ для определения площади сформировавшихся мин [3]. Анализ предполагал установление площади отдельных мин, общей площади мин на отдельных листовых пластинках, процент поврежденности листовых пластинок (отношение общей площади мин к площади всей листовой пластинки, (%)). Поскольку выборки имеют различные размеры, что связано с нахождением ограниченного числа поврежденных листовых пластинок, а также в связи с тем, что не все выборочные совокупности подчиняются закону нормального распределения для анализа достоверных различий полученных результатов использовался непараметрический статистический метод Уилксона-Манна-Уитни [4] (расчет проводили в программе RStudio). Заселенность листовых пластинок составляет от 14% (К) до 33 % (М). Площадь отдельных мин варьировала от  $0,55 \pm 0,04$  см<sup>2</sup> (М) до  $0,71 \pm 0,07$  см<sup>2</sup> (К) ( $p > 0,05$ ). Сумма площадей повреждений на отдельных листовых пластинках составляла  $0,72 \pm 0,05$  см<sup>2</sup> (М),  $1,06 \pm 0,21$  см<sup>2</sup> (К) ( $p > 0,05$ ). Поврежденность листовых пластинок –  $1,52 \pm 0,21$  % (К),  $2,37 \pm 0,26$  % (М) ( $p < 0,06$ ). В условиях зеленых насаждений г. Минска наблюдается различный характер заселенности и поврежденности листовых пластинок двух видов лип, что указывает на разную адаптацию к питанию растениями, которые не произрастают в естественноисторически сложившихся условиях.

1. Ермолаев, И.В. О трофической специализации липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) / И.В. Ермолаев // Вестник Удмуртского университета. Биология. Наука земле. – 2016. – Т. 26, вып. 4. – С. 60–68.

2. Sefrová, H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae) / H. Sefrová // Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). – 2002. – Vol. 50. – N. 3. – P. 99–104.

3. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О.В.Синчук[и др.]. – Мн.: БГУ, 2016. – 30 с.

4. Мастицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.

# DAMAGE ASSESSMENT LAMINA LEAF OF LINDEN *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963)) IN MINSK

T.S. Pinchuk

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*tanyusha-pinchuk@mail.ru*

In terms of green stands in Minsk we can observe different nature of the population and damage of leaf plates of the two species of limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop.). The most preferable food of the larvae of the lime leaf miner is a small-leaved lime.

---

## **ЗНАЧЕНИЕ ВЫСОТЫ ПОБЕГОВ ПРИ РАСЧЕТЕ УРОЖАЙНОСТИ**

**Е.В. Руденко**

*Витебский государственный ордена Дружбы народов*

*медицинский университет, Беларусь*

*Erudenko91@yandex.ru*

Традиционным методом определения урожайности фитосырья высокорослых травянистых растений является метод модельных экземпляров. При этом подразумевается линейная зависимость урожайности от количества побегов. Исследуется целесообразность применения высоты растений в расчетах урожайности аналогично расчетам для древесных растений.

Для трех модельных растений (*Chelidonium majus* L., 1753, *Urtica dioica* L., 1753, *Melilotus officinalis* (L.) Lam.) были определены количество побегов, максимальная высота и фитомасса надземных частей

растений на 11–16 учетных площадках площадью  $1\text{ м}^2$  в окрестностях города Витебска. Для *Chelidoniummajus* также были определены число побегов выше 50 см и их масса, как и общее число побегов и общая фитомасса на 10 учетных площадках.

Графическое представление зависимостей между урожайностью и количеством побегов или фитообъемом подтвердило их линейный характер. Были рассчитаны коэффициенты корреляции между экспериментальными данными и линейным приближением. Сравнивали коэффициенты корреляции, полученные при расчете по количеству побегов на учетной площадке, с коэффициентами, полученными при расчете по фитообъему (произведению количества побегов на максимальную высоту). Для *Chelidoniummajus* первый оказался равен 0,6866, второй 0,838, для *Urtica dioica* 0,6686 и 0,6686, для *Melilotus officinalis* 0,6168 и 0,8532 соответственно, то есть для двух исследованных видов использование максимальной высоты в расчетах привело к увеличению степени аппроксимации эмпирической зависимости к линейной функции.

В исследовании урожайности *Chelidoniummajus* были построены графики зависимостей фитомассы от числа особей для побегов выше 50 см, ниже 50 см и всех побегов на учетной площадке и рассчитаны коэффициенты корреляции между эмпирической зависимостью и линейной функцией, они оказались равны 0,828, 0,8179 и 0,8369 соответственно. Следовательно, использование любой из трех групп обеспечивает расчет урожайности с равной точностью.

Таким образом, использование максимальной высоты побегов при расчете урожайности может увеличивать точность для определенных видов растений, тогда как для других видов не играет значительной роли. Также показано, что при практическом определении урожайности допустимо определять массу самых высоких побегов без потери точности, что облегчает работу заготовителей растительного сырья.

## THE MEANING OF HEIGHT OF PLANTS FOR CALCULATION OF PRODUCTIVITY

E.V. Rudenko

*Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus*  
*Erudenko91@yandex.ru*

A productivity of *Chelidonium majus* L., 1753, *Urtica dioica* L., 1753, *Melilotus officinalis* (L.) Lam. were studied with method of model exemplars. Linear dependence of productivity from number of plants was confirmed for every studied species. Rise of accuracy with using of maximal height of plants for calculating of productivity was observed for *Chelidonium majus* and *Melilotus officinalis*. Also research of dependences of phytomass from number of plants more than 50 cm height, less than 50 cm height and all plants showed, that all these dependences had the same value of coefficients of correlation. This information can be used in work of collectors of medicinal plant row materials. Therefore, using of maximal height of plants for calculating of productivity can increase accuracy for some species and don't influence for the other species. Also it is possible to use only the most high plants from registry squares for calculating of productivity without loss of accuracy.

---

## ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.С. Сवादковская, О.Г. Яковец

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*verkaverka958@gmail.com*

Изучение физиологических и молекулярных механизмов устойчивости растений к повреждающему действию абиотических факторов является одной из фундаментальных проблем биологии. Ее решение имеет принципиальное значение для понимания стратегии выживания растений при стрессе, прежде всего в условиях интенсивного засоления и засухи, которые являются наиболее значимыми, и для разработки технологии защиты растений от повреждающего действия неблагоприятных факторов среды.

В качестве объектов исследования нами использовались 2 сорта яровой пшеницы (Сударыня Р1, Любава Р2) и 2 сорта озимой (Элегия, Мроя Р2).

С целью наименьшего повреждения корней при их последующем измерении выращивание проростков производилось рулонным методом. Семена перед замачиванием для дезинфекции выдерживали в течение 20–30 мин в растворе  $\text{KMnO}_4$ . Затем их раскладывали в чашки Петри между слоями фильтровальной бумаги, добавляли дистиллированную воду и помещали в термостат при температуре плюс  $25,5^\circ\text{C}$  на 1 сутки. Наклюнувшиеся семена высаживали в рулоны, которые помещали в стеклянные сосуды, содержащие растворы следующего состава:  $0,1\text{мМ CaSO}_4$  (контроль (К));  $0,1\text{мМ CaSO}_4$ ,  $1\text{мМ NaCl}$  (1);  $0,1\text{мМ CaSO}_4$ ,  $5\text{мМ NaCl}$  (2);  $0,1\text{мМ CaSO}_4$ ,  $50\text{мМ NaCl}$  (3);  $0,1\text{мМ CaSO}_4$ ,  $150\text{мМ NaCl}$  (4);  $0,1\text{мМ CaSO}_4$ ,  $300\text{мМ NaCl}$  (5). Уровень раствора в сосуде составлял 2–3 см от дна для получения капиллярного эффекта в фильтровальной бумаге, по которой инкубационный раствор поднимался к семенам. Проростки выращивали при температуре  $20\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 14 дней. Затем проводилось фотографирование и измерение длины корня и побега.

При выращивании проростков яровой пшеницы в растворах с разной концентрацией хлорида натрия не выявлено качественных отличий морфометрических показателей: хлорид натрия в концентрациях 1 и 5 мМ оказывал стимулирующее действие на длину корней и побегов проростков обоих сортов. Существенные количественные отличия зафиксированы при действии 300 мМ  $\text{NaCl}$  на длину корней проростков: у сорта Любава Р2 длина корней достоверно уменьшалась в 7,4 раза по сравнению с контролем, а у сорта Сударыня Р1 – в 6,8 раза.

При выращивании проростков озимой пшеницы в растворах с разной концентрацией хлорида натрия выявлены качественные и количественные отличия длины корней. У сорта Элегия при действии 1 мМ хлорида натрия наблюдается достоверное увеличение длины корней, а рост концентрации соли до 5 мМ не вызывает достоверных изменений данной характеристики по сравнению с контролем. У сорта Мроя Р2 все концентрации  $\text{NaCl}$  индуцируют достоверное уменьшение длины корней. Существенные количественные отличия между сортами проявляются начиная с действия 50 мМ  $\text{NaCl}$ : у сорта Мроя Р2 под влиянием 50, 150 и 300 мМ хлорида натрия длина корней уменьшается в 1,6; 1,9 и 9,1 раза, соответственно, по сравнению с контролем, а у сорта Элегия – в 1,1; 1,7 и 6,9 раза.

Качественных и количественных изменений развития побегов у данных сортов практически не выявлено.

Таким образом, по влиянию хлорида натрия на развитие корневой системы выращенных с помощью рулонного метода 14-дневных проростков пшеницы установлено, что яровая пшеница Сударыня P1 и озимая пшеница Элегия являются солеустойчивыми, а яровая пшеница Любава P2 и озимая пшеница Мроя P2 – солечувствительными.

### INFLUENCE OF SODIUM CHLORIDE ON MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF DIFFERENT VARIETIES OF WINTER AND SPRING WHEAT SEEDLINGS

V.S. Svadkouskaya, O.G. Yakovets

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*verkaverka958@gmail.com*

The effect of sodium chloride on the development of the root system is installed that spring wheat Sudarynya P1 and winter wheat Elegiya are salt-tolerant, and spring wheat Liubava P2 and winter wheat Mroya P2 are salt-sensitive.

---

### ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РОСТОВЫМ ТЕСТАМ

В.С. Свадковская, О.Г. Яковец

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*verkaverka958@gmail.com*

Площади засоленных территорий прогрессивно возрастают в связи с аридизацией почвы, вызываемой природными причинами, а также техногенным давлением человека на окружающую среду. Засоление территорий приводит к снижению продуктивности агро- и биоценозов и падению биоразнообразия и, как следствие этого, к значительным экономическим потерям. Использование засоленных территорий для аграрного производства – важная сельскохозяйственная и биологическая проблема. Ее решение предполагает изучение механизмов адаптации растений к солевому стрессу и разработку технологии повышения солеустойчивости [1, 2].



В качестве объектов исследования использовались шесть сортов мягкой пшеницы. Три из них являлись яровыми (Сударыня Р1, Дарья Р1, Любава Р2) и три озимыми (Элегия, Мроя Р2, Ода). Оценка солеустойчивости проводилась на основе определения энергии прорастания, всхожести семян, сырой и сухой массы. Проращивание семян проводилось в предварительно простерилизованных в сушильном шкафу при температуре 180 °С в течение 1 ч чашках Петри, используя ложе из 2 слоев фильтровальной бумаги. В каждую чашку на первый слой бумаги равномерно раскладывалось по 50 семян в четырехкратной повторности каждого сорта пшеницы на расстоянии 0,5–1 см друг от друга и добавлялось по 10 мл дистиллированной воды (контроль) либо 200 мМ NaCl. Энергия прорастания семян оценивалась на 3 сутки, всхожесть – на 7 сутки. Сырая масса корней и побегов определялась сразу после их отделения. Сухая масса – после высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С в течение 3 ч.

На основании анализа данных, полученных при определении энергии прорастания, был построен следующий ряд по уменьшению солеустойчивости сортов озимой пшеницы: Мроя Р2 > Элегия > Ода, и следующий ряд для сортов яровой пшеницы: Дарья Р1 > Сударыня Р1 > Любава Р2. После определения всхожести был построен следующий ряд уменьшения солеустойчивости озимых сортов пшеницы: Элегия = Ода > Мроя Р2, и следующий ряд для яровых сортов пшеницы: Сударыня Р1 > Дарья Р1 > Любава Р2. После определения массы побегов и корней различных сортов озимой пшеницы были получены следующие ряды по уменьшению солеустойчивости озимых сортов: Ода > Элегия > Мроя Р2 (по сырой массе); Элегия > Ода > Мроя Р2 (по сухой массе). Для яровой пшеницы данные ряды оказались такими: Дарья Р1 > Сударыня Р1 > Любава Р2 (по сырой массе); Дарья Р1 > Сударыня Р1 > Любава Р2 (по сухой массе).

Таким образом, на основании проведенных экспериментов был проведен отбор устойчивых и чувствительных к засолению сортов озимой и яровой пшеницы для проведения дальнейших исследований по влиянию засоления на пшеницу, выращенную в почвенной культуре. Самым солеустойчивым сортом среди озимой пшеницы является Элегия, а самым чувствительным к засолению – Мроя Р2. Среди яровой пшеницы устойчивыми к засолению являются сорта Дарья Р1 и Сударыня Р1, а чувствительным – Любава Р2.

1. Жалал Абду Каид Хасан Альмиклафи Исследование протекторного действия эпибрасинолида на растения рапса при хлоридном засолении: дис. ...канд. биол. наук: 03.01.05 / Ж.А. Альмиклафи. – Москва, 2014. – 108 л.

2. Якушкина, Н.И. Физиология растений: учеб. пособие / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – Москва: Владос, 2004. – 464 с.

## ASSESSMENT THE SALT TOLERANCE OF DIFFERENT VARIETIES WINTER AND SPRING WHEAT BY THE GROWTH TEST

V.S. Svadkouskaya, O.G. Yakovets

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*verkaverka958@gmail.com*

It was selected the salt-tolerant and salt-sensitive varieties of winter and spring wheat. This is necessary to carry out research on the effect of salinity on wheat grown in soil culture. The most salt-tolerant varieties are the winter wheat Elegia and spring wheat Daria P1 and Sudaryna P1. The most salt-sensitive varieties are the winter wheat Mroy P2 and spring wheat Lubava P2.

---

## ПИГМЕНТНЫЕ ИНДЕКСЫ, СОДЕРЖАНИЕ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА-А В РУСЛОВЫХ И ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ Р. СВИСЛОЧЬ В РАЙОНЕ Г. МИНСКА

О.С. Смольская

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*sylimova\_1991@mail.ru*

Свислочь – река белорусской столицы, придающая городу свою неповторимость. Река зарегулирована – протекая по городу, она формирует каскад водохранилищ, которые в настоящее время имеют, в основном, ограниченное рекреационное значение, а также используются как источник технического водоснабжения предприятий Минска. Купаться и ловить рыбу запрещено. Возрастающая антропогенная нагрузка не может не отражаться на состоянии главной водной артерии Минска. Поэтому очень важно сохранить эстетический и природный потенциал р. Свислочь и ее водохранилищ. Важными интегральными показателями качества воды являются содержание в воде взвешенных

веществ и хлорофилла, а также анализ спектров поглощения экстрактов пигментов.

Отбор проб осуществлялся летом 2016 г. за 3 выезда (июнь, июль, август), на 9 станциях. В качестве станций отбора проб были выбраны: (1) река Свислочь до водохранилища, (2) Заславское водохранилище, вод-ще Дрозды (3 ст.), Дрозды (9 ст.), р.Свислочь (4 ст.), Комсомольское озеро (5 ст.), русловой участок в районе ул. Аранского (6 ст.), Чижовское вод-ще (7 ст.), русло р.Свислочь в районе микрорайона Шабаны (8 ст.). Содержание взвешенных веществ в воде определяли гравиметрически на ядерных фильтрах (1 мкм). Оценку содержания хлорофилла проводили спектрофотометрическим методом с экстракцией пигментов в 90 % ацетоне. Измерение оптической плотности проводили в диапазоне 350-800 нм с шагом 1 нм в ацетоновых экстрактах и в пробе, подкисленной несколькими каплями 0,01 N соляной кислоты пробе, далее рассчитывали пигментные индексы. Все измерения проводили в 3 повторностях.

Результаты проведенной работы показали, что среднее содержание хлорофилла в системе р. Свислочь в районе г. Минска летом 2016 г. варьировало в широких пределах (1,5 мкг/л–448 мкг/л). При этом, в июне получены более низкие значения (в среднем 20 мкг/л при колебаниях от 5 мкг/л (ст. 1) до 64 мкг/л (ст. 8), в июле среднее содержание хлорофилла составило 35 мкг/л, минимальное содержание отмечено на 1 станции (1,8 мкг/л), а максимальное – на 8 станции (95,8 мкг/л), в августе получены более высокие значения (в среднем 86 мкг/л) при более широком размахе колебаний – от 1,5 мкг/л (1 ст.) до 448 мкг/л (7 ст.). По содержанию хлорофилла отмечается разная тенденция в течение вегетационного сезона на разных станциях: на одном уровне сохраняется содержание в Заславском водохранилище, постепенное снижение – в р. Свислочь до водохранилища Дрозды, рост содержания хлорофилла – на 6,7,9 станции, спад отмечен в июле – 3,4 станции и рост содержания в июле – 5,8 станции. Увеличение содержания хлорофилла вниз по течению говорит об увеличении антропогенной нагрузки и наличии возрастании загрязнения реки, в том числе и эвтрофирующего. Содержание сестона изменяется в меньших пределах по сравнению с хлорофиллом (2,2 мг/л (1 ст., август) – 156 мг/л 7 ст., август). В июне и июле содержание сестона в среднем было на одном уровне и составило 13,5 мг/л, а в августе увеличилось в 2 раза (30 мг/л). Тенденция, которая отмечается по содержанию сестона по большинству станций совпадает с тенденцией по содержанию хлорофилла, на 2 станции отмечается рост содержания сестона в июле, на 6 ст. наоборот

спад в июле, а на 8 ст. прослеживается снижение содержания на протяжении летнего сезона.

Также в собранных пробах были рассчитаны некоторые пигментные индексы. Так в июне, индекс  $E_{480}/E_{664}$  колебался в пределах от 0,61 до 0,96, среднее значение ( $\pm SD$ ) составило 0,80,15; индекс  $E_{430}/E_{664}$  изменялся от 2 до 3,2 со средним значением  $2,2 \pm 0,3$ ; индекс  $E_{450}/E_{480}$  колебался в незначительных пределах 1,41-1,94, составив в среднем  $1,77 \pm 0,16$ . В июле и августе значение пигментного индекса  $E_{480}/E_{664}$  увеличилось до  $1,05 \pm 0,2$ ; значения индексов  $E_{450}/E_{480}$  и  $E_{430}/E_{664}$  уменьшились по сравнению с июнем и составили в среднем соответственно –  $1,35 \pm 0,21$  и  $1,8 \pm 0,1$ .

Таким образом, индекс  $E_{450}/E_{480}$  в среднем в нашем исследовании составил 1,5, что говорит о содержании дополнительных хлорофиллов и каротиноидов диатомовых и зеленых водорослей. Значения пигментных индексов ( $E_{480}/E_{664}$ ,  $E_{430}/E_{664}$ ) используются как показатели «физиологического» состояния водорослей: повышение этих индексов свидетельствует об ухудшении состояния фитопланктона и увеличении его пигментного разнообразия и наоборот. Их можно применять, как дополнительный критерий оценки качества воды в реке и происходящих в ней изменений.

## PIGMENT INDICES AND SESTON AND CHLOROPHYLL-A CONTENT IN THE SVISLOCH RIVER AND ITS RESERVOIRS IN MINSK CITY AND SURBURBS

O.S. Smolskaya

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sylimova\_1991@mail.ru*

The evaluation of the seston, chlorophyll and pigment indices content was conducted at 9 stations on the river Svisloch and its reservoirs during the summer season 2016. The specific content of seston and chlorophyll-a and pigment indices were calculated. The results showed the increase in anthropogenic load in the downstream, and different degree of phytoplankton algae development and eventual changes in phytoplankton taxonomic composition.

---

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ ПЛОДОВ *MALUS SP.*

Д.А. Стжалковская, С.Н. Найдун

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
dasha.stzhalkovskaja@mail.ru*

Биополимеры природного происхождения, обладающие максимальной способностью связывать ионы тяжёлых металлов и радионуклидов, в последнее время приобретают особую актуальность в связи с техногенными и природными катастрофами и ухудшением экологической ситуации в целом. К таким веществам, безусловно, относятся пектины.

Мировое производство пектинов составляет свыше 80 тысяч тонн в год. Основным видом промышленного сырья для производства пектина являются выжимки плодов цитрусовых: грейпфрутов, лимонов, апельсинов, в несколько меньшем количестве мандаринов. Цитрусовый пектин составляет примерно 60 % объема производимого. Содержание пектина в свежей корочке цитрусовых колеблется от 4 до 6 %, в сухой – от 9 до 30 %. Известны различные способы экстракции пектина из пектин содержащего сырья. Эти способы основаны на экстракции измельченного высушенного сырья горячей водой, растворами органических и неорганических кислот, фильтрации, вакуумном упаривании экстракта, осаждении пектина из упаренного экстракта этанолом или ацетоном с последующим отделением или сушкой. Основными факторами, определяющими экстракционный процесс, помимо вида используемого сырья являются: применяемый экстрагент, технологические параметры ведения процесса гидролиза-экстракции пектина (*pH* реакционной среды, температура и время обработки).

В связи с этим, цель исследования в определении оптимальных физико-химических условий выделения пектиновых веществ, способствующих их наибольшему выходу.

В качестве объекта исследования нами был выбран яблочный пектин из высушенных плодов *Malus*. Также определяли сорбционную способность полученного пектина. Проводили данные исследования комплексонометрическим методом с использованием метода Оствальда.

Максимальный выход пектина наблюдается при использовании в качестве гидролизующей смеси 20 % HCl в течение 1 часа при температуре 70 °C.

Для определения возможности связывать ионы тяжёлых металлов установлено содержание свободных кислотных групп ( $74,67 \pm 5,33$  %) и его сорбционная способность ( $207,96 \pm 5,21$  мг  $Pb^{2+}$ /г пектина).

По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что выделенный пектин обладает достаточно высоким сорбционным свойством.

1. Василенко, Ю.К. Сорбционные свойства пектиновых препаратов / Ю. К. Василенко, Н.Ш. Кайшева, В.А. Компанцев // Химико-фармацевтический журнал. – 1993. – С. 44-46.

2. Благитко, Е.М. Серебро в медицине / Е.И. Благитко [и др.]. – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. – 254с.

#### STUDY OF PECTIN FROM FRUITS *MĀLUSSP.*

D.A. Stjalkouskaya, S.N. Naydun

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*dasha.stzhalkovskaja@mail.ru*

Optimal physico-chemical conditions for the pectin isolation from apples were determined. The maximum amount of pectin is observed when using 20 % HCl for 1 hour at 70 ° C.

#### **ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *POPULUS X CANADENSIS* (GUINIER) ЛИЧИНКАМИ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833))**

**А.Б. Трещева**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*byka-1995@mail.ru*

Тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella*) – является минирующим филлофагом различных видов и форм тополей (*Populus* spp.) [1]. Тополя широко используются в озеленении городов и других населенных пунктов Беларуси, особенно вдоль придорожных полос. Наиболее широко в насаждениях представлены гибридные формы тополей группы *Populus nigra* L. (sect. *Aigeiros*) и, в частности, *Populus* x

*canadensis*[2], которые в середине XX века активно использовались для озеленения.

Личинки *Ph. populifoliella* формируют две генерации в условиях Беларуси. В 2016 г. зарегистрирована вспышка массового размножения тополевой минирующей моли-пестрянки. На территории г. Минска проведены исследования в арборетуме Центрального ботанического сада НАН Беларуси 05.07.2016 (далее – В) и в районе стадиона «Трактор» 13.07.2016 (далее – Т) на тополе канадском. Поврежденные листовые пластинки сушились в гербарных сетках, а потом сканировались с нижней стороны на планшетном сканере Epson Perfection 4180 Photo с разрешением 300 dpi. Для установления площади мин использовалось свободное программное обеспечение ImageJ [3]. Структурирование данных производили в LibreOffice Calc, обработку данных осуществляли средствами RStudio. Для сравнения достоверности различий между выборками использовали непараметрический критерий Уилкоксона-Манна-Уитни. Заселенность листовых пластинок (отношение поврежденных листовых пластинок к общему числу рандомизированно отобранных листовых пластинок в %) *Populus x canadensis* составляла от 60 до 100 % для первой генерации. На второй генерации на древесных растениях отмечалась заселенность – 70–100 %. Площади отдельных мин *Ph. populifoliella* составляют  $0,97 \pm 0,02$  (В),  $1,05 \pm 0,02$  (Т)  $\text{см}^2$  ( $p > 0,05$ ). Сумма площадей отдельных мин на всю листовую пластинку варьирует от  $12,97 \pm 1,24$   $\text{см}^2$  (В) до  $22,93 \pm 1,65$   $\text{см}^2$  (Т) ( $p < 0,05$ ). Поврежденность листовых пластинок (отношение суммы площадей мин на отдельных листовых пластинках к общей площади листа) тополевой молью-пестрянкой составляет –  $37,00 \pm 2,36$  % (В),  $51,85 \pm 2,76$  % (Т) ( $p < 0,05$ ). По окончании второй генерации поврежденность может составлять 80–85 %, но чаще всего сильно поврежденные на первой генерации листовые пластинки опадают и тогда поврежденность снижается и не превышает 30%. По причине сильной дефолиации листовые пластинки тополей облетают полностью до начала октября. Различная поврежденность листьев тополей обусловлена влиянием определенного(-ых) фактора(-ов), на что указывает статистически достоверная зависимость. Для выявления этих факторов необходимо проведение дополнительных исследований.

1. Чумаков, Л.С. Экологическая оценка поражения насаждений тополя тополевой минирующей молью (*Lithocolletis populifoliella* Tr.) в городе Минске / Л.С. Чумаков, О.В. □ Лозинская // Экологический вестник. – 2015. – № 1. – С. 94–101.

2. Редько, Г.И. Биология и культура тополей / Г.И. Редько. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 175 с.

3. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений : учеб. материалы / О.В. Синчук. – Минск : БГУ, 2016. – 30 с.

DAMAGE ASSESSMENT LAMINA *POPULUS X CANADENSIS* DODE  
(GUINIER) LARVAE *PHYLLONORYCTERPOPULIFOLIELLA*  
(TREITSCHKE, 1833))

A.B. Trescheva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*byka-1995@mail.ru*

*Phyllonorycter populifoliella* is a pest of *Populus x euramericana* Dode (Guinier). The occupancy index is from 60 to 100 %. Damage can reach 80–85 % at the end of the second generation of *Ph. populifoliella*. Due to high occupancy index and damage, early defoliation is noted.

---

## ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ АНТАРКТИДЫ

А.М. Тригубович, В.Е. Мямин, И.А. Гончарова

*Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

*trigubovich777@gmail.com*

Многофункциональный ферментный аппарат грибов, обеспечивающий их биохимическую адаптацию к новым субстратам, создает серьезную экологическую и экономическую проблемы — биоповреждение материалов и изделий. Микробицеты активно размножаются в широком температурном диапазоне в условиях повышенной влажности практически на всех природных и промышленных материалах. В связи с активным освоением человеком Антарктического региона все большее значение придается влиянию микроскопических грибов на условия жизни людей на полярных станциях и колонизацию ими антропогенных субстратов [1]. Способность микроскопических грибов развиваться на антропогенных субстратах при низких температурах в Антарктиде обуславливает повышенное внимание к микологической безопасности жилой среды полярников, поскольку споры микробицетов



быстро распространяются на большие расстояния по воздуху и могут проникать в помещения станций [2].

Объектами исследования явились плесневые грибы, выделенные из образцов предметов, со следами плесневого повреждения, собранных В.Е. Мяминым в период 7 антарктической экспедиции в оазисе Гора Вечерняя. Изоляты культивировали в чашках Петри с агаризованной средой Чапека-Докса при температуре 4, 15 и 28 °С. В качестве ростовых характеристик использовали скорость радиального роста и плотность биомассы газонной культуры. Мицелий отделяли от агаризованной среды горячим фильтрованием.

Было исследовано 157 изолятов микромицетов, активно растущих при 15 °С и продолжавших расти при 4 °С на среде Чапека. Для абсолютного большинства культур температура 15 °С являлась оптимальной, 83 гриба (53 %) активно росли при 4 °С. Для 30 культур (38 %) повышение температуры культивирования до 28 °С градусов приводило к снижению скорости роста по сравнению с 15 °С в 1,8–2,0 раза.

Из 83 психротолерантных грибов у 68 была определена родовая принадлежность. По результатам изучения культурально-морфологические свойств, определена таксономическая принадлежность выделенных культур микромицетов. Частота встречаемости грибов родов убывает в ряду:

*Penicillium* > *Cladosporium* > *Phoma* > *Aspergillus* > *Paecilomyces* > *Aureobasidium* > *Acremonium* > *Trichocladium*. Для уточнения видовой принадлежности некоторые из отобранных психрофильных микромицетов были идентифицированы с использованием молекулярно-генетических методов. По результатам секвенирования последовательности матричной ДНК участка ITS1 – LR3, были идентифицированы до вида *Penicillium* *griseofulvum*, *Phoma* *herbarum* и *Trichocladium* *asperum*.

Так как биоповреждающая способность плесневых грибов во многом зависит от плотности биомассы, было проведено сравнение соотношения выхода биомассы газонной культуры при температурах 4 и 15 °С, названное коэффициентом психротолерантности ( $K_n$ ). У 6 культур, относящихся к родам *Penicillium*, *Phoma*, *Trichocladium*, *Cladosporium*, данный параметр превышал единицу.

1. Власов, Д.Ю. Грибы на природных и антропогенных субстратах в Западной Антарктиде / Д.Ю. Власов [и др.] // Микология и фитопатология. – 2012. – Т. 46, вып.1. – С. 20–26.

2. Панин, А.Л. Микробиологический мониторинг Антарктиды как предиктор рисков изменения климата земли / А.Л. Панин [и др.] // Труды БГУ. – 2014. – Т.9, Ч. 2. – С. 68–81.

## MOULD FUNGI IN ANTARCTICA

A. Trigubovich, V. Myamin, I. Gontcharova

*Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Belarus*

*trigubovich777@gmail.com*

Mycological analysis of samples taken from mould damaged materials in Antarctica revealed the dominance of the genera *Penicillium* and *Cladosporium*. 53 % of isolated strains grew well at 4 °C. For 38% of culture temperature increase from 15 °C to 28 °C reduced the growth rate by 1.8–2.0 times. Psychrotolerant fungi can be dangerous for safety of polar objects and health of explorers in Antarctica.

---

## СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ В ЧЕРЕДЕ ОЛИСТВЕННОЙ (*BIDENS FRONDOSUS* L.) И ЧЕРЕДЕ СРОСТНОЙ (*B. CONNATUS* WILLD.)

А.В. Ханько<sup>1</sup>, Т.А. Скуратович<sup>2</sup>, М.А. Джус<sup>1</sup>, О.В. Молчан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

<sup>2</sup>Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАНБ,

Минск, Беларусь

*anastasia\_hanko@mail.ru*

*Bidens frondosa* L., адвентивный вид североамериканского происхождения, встречающийся в Беларуси с 1950-х гг., получил к настоящему времени широкое распространение и стал довольно обычным в южной части республики [1, 2]. С начала 1990-х гг. на территории страны отмечен еще один заносный американский вид череды – *Bidens connatus* Muehl. ex Willd. Распространение видов сходно и носит характер экспансии [1–3]. Между тем, данные виды растений могут быть хозяйственно-ценными и использоваться как лекарственное сырье. Например, в пределах первичного ареала (в Канаде и США) череда олиственная используется при лечении легочных, сердечных и мочеполовых заболеваний [3, 4]. В странах Восточной Европы выявлены

спазмолитическое, потогонное и отхаркивающее свойства сырья растений этого вида [3]. При этом, ввиду отсутствия исчерпывающих данных о содержании биологически активных веществ в инвазивных видах ч. олиственной и ч. сростной, их заготовка и применение в качестве лекарственного сырья на территории Беларуси не осуществляется.

Объектами исследований являлись собранные в фазу бутонизации и цветения надземные побеги (трава), а также отдельные органы (соцветия, листья, стебли и корни) *B. □connatusi* и *B. □frondosus*. Экстракцию растительного сырья 80 % этанолом проводили при температуре 80 °С в течение 30 мин трехкратно. Для количественного определения суммы фенольных соединений и флавоноидов использовали реактив Фолина-Дениса и хлорид алюминия, соответственно.

Распределение содержания исследуемых групп биологически активных веществ в растениях было схожим для обоих видов. Наибольшая концентрация фенольных соединений и флавоноидов была отмечена в листьях, наименьшая – в стеблях и корнях.

Так, концентрация фенольных соединений в различных органах череды олиственной и череды сростной составляла 54,42±0,83 и 39,13±0,74 (соцветия), 94,33±1,21 и 46,60±0,92 (листья), 16,18±0,19 и 12,58±0,28 (стебли), 11,72±0,14 и 11,84±0,56 (корни), 71,95±3,51 и 38,36±0,70 (трава). Распределение флавоноидов в различных органах череды олиственной и череды сростной было следующим: 16,46±1,04 и 15,04±0,10 (соцветия), 32,96±1,53 и 24,26±0,25 (листья), 7,126±0,25 и 3,12±0,37 (стебли), 2,004±0,77 и 0,80±0,25 (корни), 19,15±1,84 и 12,58±0,61 (трава).

Таким образом, содержание фенольных соединений и флавоноидов в череде сростной оказалось в среднем в 1,3–2 раза меньше, чем в череде олиственной. Можно предположить, что использование растений вида *B. □frondosus* в качестве лекарственного растительного сырья окажется более перспективным.

1. Джус, М.А. Род *Bidens* L. (*Asteraceae*) во флоре Белоруссии / М.А. Джус // Материалы I(IX) Международной Конференции Молодых Ботаников в Санкт-Петербурге, Санкт-Петербург, 21–26 мая 2006. – СПб: Изд-во ГЭТУ, 2006. – С. 49–50.

2. Джус М.А. Инвазионные американские виды череды (*Bidens* L., *Asteraceae*) в национальных парках и заповедниках Беларуси // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Березинского заповедника «Заповедное дело в Республике Беларусь: итоги и перспективы», 22–25 сентября 2010 г., п. Домжерицы /

редкол.: В.С. Ивкович (отв. ред.). – Минск: Белорусский Дом печати, 2010. – С. 153–156.

3. Молчан, О.В. Распространение череды олиственной (*Bidens frondosus* L., Asteraceae) в Беларуси и содержание биологически активных соединений в сырье растений / О.В. Молчан [и др.] // Труды Белорусского государственного университета. – 2016. – Т. 11, Ч. 2. – С. 123–131.

4. Виноградова, Ю.К. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов / Ю.К. Виноградова, А.Г. Куклина. – М. : ГЕОС, 2012. – 186 с.

#### THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE PHENOLIC COMPOUNDS IN *BIDENS FRONDOSUS* L. AND *BIDENS CONNATUS* WILLD.

A.V. Hanko<sup>1</sup>, T.A. Skuratovich<sup>2</sup>, M.A. Dzhus<sup>1</sup>, O.V. Molchan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*The Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*V.F.Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of  
Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

*anastasia\_hanko@mail.ru*

Determination of phenolic compounds and flavonoids content has been studied in various organs of *Bidens frondosus* and *B. connatus* plants. The highest concentration of the phenolic substances was observed in the leaves and in the aerial part of the plants, the smallest one was detected in the stems and roots. The content of phenolic and flavonoids compounds in *B. frondosus* exceeds their concentration in *B. connatus* 1.3–2 times.

#### ОЦЕНКА ЗАСЕЛЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК СВИДИН КОЛОНИЯМИ СВИДИННО-ЗЛАКОВОЙ ТЛИ (*ANOECIA CORNI* (F.)) В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. МИНСКА

А.С. Харченко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*nastyaskitlls06021998@gmail.ru*

Свидинно-злаковая тля (*Anoeciacorni* (Fabricius, 1775)) – фоновый в условиях Беларуси двудомный вид беспозвоночных фитофагов. Первичными хозяевами выступает свидина (*Cornus* sp.), которую тля повреждает в летне-осенний период, образуя на растении-прокормителе агрегации преимущественно на нижней стороне листовых пластинок [1, 2].

Вторичными хозяевами чаще всего выступают злаковые культуры (летний период) [3].

Наблюдения и сбор материала были проведены на территории г. Минска с интервалом в 20 дней (сентябрь-октябрь 2016). Учет заселенности тлей проводили методом рандомизированного отбора 100 листовых пластинок свидины. Сбор осуществлялся с четырех сторон света вокруг свидины белой (*Cornusalba*). На собранных листьях производился подсчет количества тлей на 1 см<sup>2</sup> листовой пластинки. Учет заселения листовых пластинок был проведен по следующей 5-ти балльной шкале: 0,1–0,9 баллов – единичные крылатые особи (не более 5); 1 балл – до 6-ти крылатых особей и личинки в небольшом количестве; 2 балла – до 25 % поверхности листьев покрыто колониями тлей (6–12 крылатых особей и большое количество личинок); 3 балла – до 50% поверхности листьев покрыто колониями тлей (более 12 крылатых особей); 4 балла – до 75 % поверхности листьев покрыто колониями тлей (крылатые особи почти полностью покрывают листовую пластинку); 5 баллов – свыше 75 % поверхности листьев покрыто колониями тлей (листовая пластинка полностью покрыта крылатыми особями). Статистическую достоверность различий в балловой оценке степени заселенности тлей в осенний период свидины белой с различных сторон света определяли непараметрическим тестом Колмогорова-Смирнова [4].

Проведённые в конце сентября исследования позволили определить, что заселенность *Anoecia corni* свидины белой на пробной площадке 1 (53°50'10.9"N 27°28'07.4"E) варьирует от 0,93 до 1,68 баллов, что составляет 32,25 %. Мы предполагаем, что заселенность может быть значительно выше с III декады августа по II декаду сентября. При этом наблюдается различный характер заселенности свидины белой с различных сторон света. Проведенный анализ при помощи теста Колмогорова-Смирнова показал, что наблюдается достоверность различий ( $p > 0,05$ ). При этом проведенные исследования на пробной площадке 2 (53°50'47.6"N 27°28'09.3"E) показывают достоверные различия ( $p < 0,05$ ) между выборочными совокупностями южной и северной, южной и восточной, северной и восточной, северной и западной, западной и восточной частями растений, значения заселенности которых варьировали от 0,08 до 0,68 (9,42 %). Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что *Anoecia corni* в различной степени заселяет свидину с разных сторон света. Кроме того, сравнивая значения заселенности свидины, сборы материала которой были проведены в последнем квартале сентября

и во втором квартале октября, указывают на достоверные различия ( $p < 0,05$ ), на основании чего мы можем сделать вывод, что с похолоданием и усыханием листовых пластинок плотность вредителя закономерно уменьшается.

1. Вредители леса: Справочник. – М.; Л.: ЗИН АН СССР, 1955. – Т. 1, 2. – 1097 с.

2. Сауткин, Ф.В. Насекомые-фитофаги – вредители декоративных кустарников в зеленых насаждениях г. Гродно / Ф.В. Сауткин, С.В. Буга, А.В. Рыжая // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 3. – С. 49–54.

3. Яркулов, Ф.Я. Экологические особенности корневых тлей-вредителей растений и их энтомофаги / Ф.Я. Яркулов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2014. – № 1. – С. 33–39.

4. Наглядная статистика. Используем R! / А.Б. Шипунов [и др.]. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 298 с.

#### ESTIMATION OF DENSITY OF POPULATION DOGWOOD-GRASS APHID (*ANOECIA CORNI* (FABRICIUS, 1775)) IN MINSK

A.S. Harchenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*nastyaskitlls06021998@gmail.ru*

The population of the leaf plates of the dogwood (*Cornus* sp.) is different in the conditions of green stands in Minsk. Seasonal changes and the location of the growth of the fodder plant significantly affect the number of colonies of dogwood-grass aphid (*Anoecia corni*).

---

#### СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОБРАЗЦАХ *CAPSELLA BURSA-PASTORIS*

Е.П. Цесловская

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*etseslovskaya@mail.ru*

Биологически активные вещества (БАВ) растений обладают выраженной фармакологической активностью. В лекарственных растениях содержится, как правило, не одна, а несколько групп БАВ, поэтому так

часто используют экстракционные препараты из лекарственного растительного сырья - настои, отвары, настойки, экстракты. Используя различные технологические приемы, добиваются более полного извлечения из растительного сырья отдельных групп БАВ для направленного фармакологического действия [1].

В качестве объекта исследования нами была выбрана пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*). Определено содержание суммы фенольных соединений и флавоноидов в образцах надземных органов *Capsella bursa-pastoris* сбора 2016 года из трёх пробных площадей, различающихся экологическими параметрами. Сбор растительного сырья проводился трехкратно: в июне, июле, августе. Сырье подвергалась воздушной-теневой сушке при комнатной температуре. Исследованию подвергалась вся надземная часть растения – стебель, лист, соцветия. Количественные определения БАВ проводились фотометрическим методом по методике [2].

Содержание суммы фенольных соединений в надземной части (траве) *Capsella bursa-pastoris* (мкг/г) в июне-июле-августе составило соответственно:

ПП 1:  $X_1 = 7,74 \pm 0,87$ ;  $X_2 = 7,17 \pm 1,05$ ;  $X_3 = 6,82 \pm 1,49$ ;

ПП 2:  $X_1 = 11,26 \pm 1,06$ ;  $X_2 = 10,69 \pm 0,85$ ;  $X_3 = 10,10 \pm 3,63$ ;

ПП 3:  $X_1 = 10,84 \pm 1,54$ ;  $X_2 = 10,10 \pm 1,41$ ;  $X_3 = 9,74 \pm 1,14$ .

Содержание суммы флавоноидов в надземной части *Capsella bursa-pastoris* составило:

ПП 1:  $X_1 = 0,054 \pm 0,014$ ;  $X_2 = 0,054 \pm 0,014$ ;  $X_3 = 0,049 \pm 0,024$ .

ПП 2:  $X_1 = 0,071 \pm 0,004$ ;  $X_2 = 0,070 \pm 0,017$ ;  $X_3 = 0,061 \pm 0,012$ .

ПП 3:  $X_1 = 0,069 \pm 0,005$ ;  $X_2 = 0,057 \pm 0,013$ ;  $X_3 = 0,056 \pm 0,007$ .

Полученные результаты показывают, что содержание фенольных соединений практически не обнаруживает существенного различия в зависимости от времени сбора растительного сырья; различия же в зависимости от места произрастания более заметны: в образцах *Capsella bursa-pastoris*, собранных на ПП 1, содержание фенольных соединений стабильно ниже (различия достигают 30 %).

Содержание флавоноидов во всех образцах показывает тенденцию к уменьшению за весь период наблюдения, т.е. от июня к августу (различия составляют от 5 % до 17 %). При этом для различных ПП не выявлено однозначных зависимостей при переходе от июня к июлю и от июля к августу.

По суммарной оценке содержания фенольных соединений и флавоноидов в качестве оптимального времени сбора указанного лекарственного сырья можно рекомендовать июнь-июль.

1. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, И.Ф. Комиссаренко, С. Е. Дмитрук. – Новосибирск: Наука, 1990. – 333 с.

2. Комарова, М.Н. Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья: Методические указания к лаб. занятиям / М.Н. Комарова; под ред. К.Ф. Блиновой. – СПб.: СПХФА, 1998. – 60 с.

## THE CONTENT OF CERTAIN BIO-EFFECTING AGENTS IN *CAPSELLA BURSA-PASTORIS* SAMPLES

E.P.Ceslovskaya

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*etseslovskaya@mail.ru*

The content of total phenolic compounds and flavonoids in one-year shoots of *Capsella bursa-pastoris* of Brassicaceae family is studied. The latter gathered in June-August 2016 at three growth plots, differing by environmental attributes.

---

## ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА *RHODODENDRON ADAMSII* НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ КРЫС НА ФОНЕ ИНДУЦИРОВАННОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА

А.С. Чубарова<sup>1</sup>, О.И. Губич<sup>1</sup>, А.О. Калачева<sup>2</sup>, М.А. Капустин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного

университета, Минск, Беларусь

*chubarova.hanna@gmail.com*

*Rhododendron Adamsii* Rehder – многолетнее растение семейства Вересковых. Отвары и настойки этого растения используются при простудах, сердечнососудистых заболеваниях, как мочегонное средство при сердечных отеках. По химическому составу показано, что в тканях листьев и стеблей *Rh. □Adamsii* среди БАВ преобладают флавоноиды: мирицетин, кверцетин, дигидрокверцетин и рутин [1]. На данный момент листья и стебли этого растения являются перспективным лекарственным сырьем. Целью нашего исследования было проведение оценки влияния на



антиоксидантный статус органов и тканей крыс водных экстрактов листьев *Rh. □Adamsii* на фоне индуцированного аллоксаном сахарного диабета.

Для эксперимента были отобраны три группы крыс со средней массой 200 г. Все три группы содержали на стандартном рационе вивария. Крысам одной из групп поилки с водой заменяли поилками с водным экстрактом листьев *Rh. □Adamsii* (20 мл/сут на крысу). Сахарный диабет индуцировали однократным введением 250 мл 5% раствора аллоксана, спустя 7 дней крыс забивали. Экстракт листьев готовили согласно аннотации: 1,5– 2 г листьев заливали 200 мл кипящей водой, настаивали 10 мин. Экстракт выпаивали крысам, начиная с 7-го дня после введения аллоксана, в течение 7 дней. На 14 день крыс забивали. Для исследования были выбраны следующие органы и ткани крыс: печень, селезенка, почка и плазма крови. Нами были определены весовые индексы изолированных органов. Показано, что при введении аллоксана происходит достоверное увеличение весового индекса печени. В то же время, у группы крыс, которым выпаивали водный экстракт листьев *Rh. □Adamsii* наблюдалось снижение весового индекса до значения этого показателя у интактных особей. Весовые индексы остальных органов не изменялись. Оценка содержания общего белка в исследованных гомогенатах органов и плазме крови показала следующее: в плазме крови достоверных изменений по содержанию общего белка не произошло; в печени произошло двукратное увеличение содержания общего белка после введения аллоксана, а терапия водным экстрактом листьев *Rh. □Adamsii* возвращала значение этого показателя до уровня в интактных органах; в селезенке произошло 4-кратное увеличение содержания общего белка, однако, применением водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* не вызвало восстановления значения этого показателя до интактного уровня; в почках наблюдалось незначительное снижение содержания общего белка как на фоне применения аллоксана, так и при выпаивании водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii*.

Оценка антиоксидантного статуса (АОС) гомогенатов исследованных органов и плазмы крови показала, что введение аллоксана снижает АОС печени, плазмы крови и селезенки, в почках таких изменений не происходило. Выпаивание крысам водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* приводило к восстановлению АОС в селезенке до интактного значения, а в плазме крови и почках – этот показатель оказался выше, чем в контроле. Для печени показано снижение АОС в 4 раза, и использование

водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* привело к восстановлению АОС до уровня этого показателя у интактных животных.

Таким образом, показано положительное влияние водного экстракта листьев *Rh. □Adamsii* на фоне экспериментального сахарного диабета на состояние органов и тканей крыс.

Рогачев, А.Д. Фитохимическое исследование *Rhododendron Adamsii* Rehder: автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. хим. наук: 02.00.10 / А.Д. Рогачев; Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СОРАН. – Новосибирск, 2009. – 19 л.

# INFLUENCE OF THE *RHODODENDRON ADAMSII* EXTRACT ON THE ANTIOXIDANT STATUS OF ORGANS AND TISSUES OF RATS ON THE BACKGROUND OF INDUCED SUGAR DIABETES

A.S. Chubarova<sup>1</sup>, O.I. Hubich<sup>1</sup>, A.O. Kalachova<sup>2</sup>, M.A. Kapustin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*chubarova.hanna@gmail.com*

In the course of the investigation the positive effect of the aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves on the condition of organs and tissues of rats against the background of experimental diabetes is shown. It is shown that when the administration of alloxan induces a significant increase in the weight index of the liver. The weight indices of the spleen and kidney have not significant changes. In a group of rats, which were feed with an aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves there was a decrease in the weight index to the value of intact individuals. The introduction of alloxan reduces AOS (antioxidant status) of liver, blood plasma and spleen, in the kidneys such changes have not occurred. Feeding to the rats of the aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves resulted in the restoration of AOS in the spleen to an intact value. In plasma and kidneys this factor was even higher than in the control. In the liver, AOS decreased 4-fold, and the usage of aqueous extract of *Rhododendron Adamsii* leaves has not lead to its recovery to the level of this index in intact animals.

---

## ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛАНИНА И ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ МИЦЕЛИЯ *ASPERGILLUS NIGER*

**А.С. Чубарова, М.А. Капустин, В.П. Курченко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*chubarova.hanna@gmail.com*

*Aspergillusniger*L4 – штамм-продуцент, который используется при промышленном производстве лимонной кислоты. В результате производства образуются отходы в виде отработанного мицелия этого микромицета. Нами предложена комплексная переработка высушенного мицелия *A. niger* с целью получения меланина и хитин-глюканового комплекса. Широкий спектр биологических активностей, отсутствие токсичности, а также доступность природных меланиновых пигментов, позволяет рассматривать их в качестве перспективных и экономически выгодных лекарственных субстанций, обладающих, в первую очередь, антиоксидантной, хелатирующей и фотопротекторной активностями. Известно более 70 направлений практического применения хитина и его производных (хитозана). Среди основных направлений можно отметить следующие: биотехнология, медицина, пищевая, косметическая промышленность, сельское хозяйство и ветеринария. Хитин способен связывать и выводить ионы тяжелых металлов и радионуклиды, адсорбировать значительное количество желчных кислот, токсины и электролиты, положительно воздействует на микрофлору пищеварительного тракта человека, содействует детоксикации организма [1].

Комплексная переработка мицелия *A. niger* включала следующие стадии: лиофильное высушивание мицелия, измельчение, экстракция меланина 0,5 % раствором аммиака, очистка меланина переосаждением, получение хитин-глюканового комплекса. Полученный меланин характеризовали физико-химическими методами, проводили скрининг биологической активности. В результате экстракции был получен меланин с высоким выходом, а также хитин-глюкановый комплекс. Использование в качестве экстрагента 0,5% раствора аммиака позволяет проводить экстракцию в более мягких условиях. Спектр поглощения полученного меланина имел два пика в ультрафиолетовой области, что соответствует спектрам поглощения таких пигментов. Полученный меланин исследовали

на проявление биологических свойств. Показано, что выделенный меланин эффективно хелатирует ионы тяжелых металлов, такие как кобальт, кадмий и свинец. При сравнении способности полученного нами меланина хелатировать ионы различных металлов показано, что она падает в ряду свинец, кадмий, кобальт, что, может быть, связано с различиями в ионном радиусе и заряде ионов этих металлов.

Исследованный меланин проявлял способность ингибировать генерацию радикал-катиона ABTS<sup>•+</sup>. IC<sub>50</sub> (inhibition concentration) – концентрация меланина, при которой нейтрализуется 50 % свободных радикалов, составила 0,1 %. Величина IC<sub>50</sub> показывает, что благодаря большому числу парамагнитных центров меланин является хорошим антиоксидантом. Вероятно, фотопротекторная активность меланина реализуется также за счет тех же механизмов, что и его антиоксидантный потенциал.

На основании результатов бактериологического анализа было сделано заключение, что грибной меланин в испытанных концентрациях не оказывал бактерицидного действия на микроорганизмы по сравнению с канамицином. Наличие у исследуемых бактерий *Bacillus subtilis* зон угнетения или слабого остаточного роста вокруг капли меланина в концентрации 1 % указывало на бактериостатическое действие меланина в отношении грамположительных бактерий.

1. Скрыбин, К.Г. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / К.Г. Скрыбин, Г.А. Вихорева, В. П. Варламов. – М., 2002.

## ISOLATION OF PREPARATION OF MELANINE AND CHITIN-GLUCAN COMPLEX FROM *ASPERGILLUS NIGER* MYCELIUM

A.S. Chubarova, M.A. Kapustin, V.P. Kurchenko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*chubarova.hanna@gmail.com*

In the course of the research we have proposed complex processing of dried *Aspergillus niger* mycelium to produce melanin and chitin-glucan complex. The melanin obtained was characterized by physicochemical methods, also biological activity was screened. It is shown that the isolated melanin effectively chelates heavy metal ions, such as cobalt, cadmium and lead. When comparing the ability of the melanin obtained to chelate ions of these metals, it is shown that it falls in the series lead, cadmium, cobalt. The isolated melanin showed the ability to inhibit the generation of the radical-cation ABTS<sup>•+</sup>. IC<sub>50</sub>

(inhibition concentration) – the concentration of melanin, at which 50 % of free radicals is neutralized, was 0.1 %. Based on the results of bacteriological analysis, it was concluded that *Aspergillus niger* melanin at a concentration of 1 % possesses bacteriostatic action against gram-positive bacteria.

---

**СЕКЦИЯ 4**  
**«БИОРАЗНООБРАЗИЕ И РОЛЬ ЖИВОТНЫХ**  
**В ЭКОСИСТЕМАХ»**

## СКРЫТОЖИВУЩИЕ ЧЛЕНИСТОНОГИЕ-ФИЛЛОФАГИ – ВРЕДИТЕЛИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

**Ю.Н. Арико, Ф.В. Сауткин**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*ariko.giulia@gmail.com; fvsautkin@gmail.com*

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси является ведущим центром интродукции растений на территории страны. На сегодняшний день коллекция ботанического сада насчитывает более 2000 таксонов древесных растений из 165 родов 56 семейств [1, 2]. Деятельность членистоногих-фитофагов – вредителей, в частности ведущих скрытый образ жизни минирующих и тератформирующих эндобиионтов, может существенно снижать декоративные качества древесно-кустарниковых растений.

Основой для настоящей работы послужили результаты целенаправленных исследований, выполнявшихся на протяжении полевых сезонов 2016–2017 гг. в условиях зеленых насаждений и арборетума ЦБС НАН Беларуси. Выявление повреждений (минированных листовых пластинок, патологических новообразований и др.) на обследуемых экземплярах древесно-кустарниковых растений осуществлялось путем визуального осмотра [3]. Оценка показателей поврежденности (*D*) и заселенности (*O*) растений вредителями производилась по специальной 4-балльной шкале [4].

В результате проведенных исследований в условиях зеленых насаждений и арборетума ЦБС НАН Беларуси нами зарегистрировано 17 видов скрытоживущих членистоногих-фитофагов повреждающих древесно-кустарниковые растения из 10 родов 8 ботанических семейств. Из представленных в коллекции ботанического сада растений рода туя (*Cupressaceae*: *Thuja* L.) на туе западной (*Thuja occidentalis* L.) отмечен 1 вид фитофагов-эндобиионтов – туевая моль-пестрянка (*Argyresthia thuella* (Packard, 1871)). Рябины (*Rosaceae*: *Sorbus* spp.) повреждают 2 вида скрытоживущих членистоногих фитофагов-эндобиионтов – рябиновый галловый клещ (*Eriophyes sorbi* (Canestrini, 1890)) и рябиновая моль-малютка (*Stigmella sorbi* (Stainton, 1861)). Розы (*Rosaceae*: *Rosa* spp.) повреждают 2 вида – розанный пилильщик-листоверт

(*Blennocampaphyllocolpa* Viitasaari & Vikberg, 1985) и одноцветная розанная моль (*Coptotriche angusticollis* (Duponchel, 1843)). Вязы (*Ulmaceae: Ulmus* spp.) повреждает 1 вид – вязово-смородинная тля (*Eriosoma ulmi* (Linnaeus, 1758)). На кленах (*Sapindaceae: Acer* spp.) отмечено 4 вида: яворовый головчатый клещ (*Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922)), моль-пестрянка Джоанниса (*Phyllonorycter joannisi* (LeMarchand, 1936)), кленовая полупалая тощая моль-пестрянка (*Caloptilia hemidactylella* (Denis & Schiffmüller, 1775)) и кленовая моль-малютка (*Stigmella aceris* (Frey, 1857)). На лещинах (*Betulaceae: Corylus* spp.) отмечен 1 вид – ивовая минирующая златка (*Trachys minutus* (Linnaeus, 1758)). Березы (*Betulaceae: Betula* spp.) повреждают 3 вида: березовая тощая моль-пестрянка (*Caloptilia populetorum* (Zeller, 1839)), лапландская моль-крошка (*Stigmella lapponica* (Wocke, 1862)) и березовая минирующая мушка (*Agromyza alnibetulae* Hendel, 1931). Тополя (*Salicaceae: Populus* spp.) повреждает 1 вид – осиновая узорчатая моль (*Phyllocnistis unipunctella* (Stephens, 1834)). На робиниях (*Fabaceae: Robinia* spp.) также отмечен 1 вид – белоакациевая листовая галлица (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847)). Сирени (*Oleaceae: Syringa* spp.), в том числе произрастающие в условиях сиригария, повреждаются сиреневой молью-пестрянкой (*Gracillaria syringella* (Fabricius, 1794)).

К числу наиболее вредоносных представителей комплекса относятся *E. sorbi* ( $D = 2$  б.;  $O = 2$  б.), *C. hemidactylella* ( $D = 1,9$  б.;  $O = 1,7$  б.) и *Ph. unipunctella* ( $D = 1,5$  б.;  $O = 1,5$  б.).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор №Б17М-091).

1. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е.З. Боборенко [и др.]; под ред. Н.Д. Нестеровича. – Минск : Наука и техника, 1982. – 293 с.

2. Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / под ред. В.В. Титка, В.Н. Решетникова. – Мн.: Беларуская навука, 2012. – 345 с.

3. Беттхер, И. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / И. Беттхер, Т. Ветцель, Ф.В. Древс. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 224 с.

4. Горленко, С.В. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам / С.В. Горленко, А.И. Блинцов, Н.А. Панько. – Минск : Наука и техника, 1988. – 189 с.



# PHYLLOPHAGOUS ARTHROPODS – HIDDEN PESTS OF TREES AND SHRUBS UNDER CONDITION OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF NAS OF BELARUS

J.N. Aryka, F.V. Sautkin

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ariko.giulia@gmail.com; fvsautkin@gmail.com*

During the years 2016–2017 we investigated the complex of hidden (leaf miners and gall makers) phyllophagous arthropods – pests of woody and shrubby plants under conditions of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. The complex includes at least 17 species of pests. Three of them: *Eriophyessorbi* (Canestrini, 1890); *Caloptiliahemidactylella* (Denis & Schiffermüller, 1775) and *Phyllocnistisunipunctella* (Stephens, 1834) – are the most harmful.

---

## ЛАБОРАТОРНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ МУРАВЬЕВ *BLASIUS NIGER* L. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) – ЭТАП ИНКУБАТОРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОПЛОДОТВОРЕННЫХ СА- МОК

Е.В. Бузун<sup>1</sup>, О.В. Синчук<sup>1</sup>, Ю.С. Тимофеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

<sup>2</sup> *Московский государственный медико-стоматологический университет  
им. А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация  
www.valeross71@tut.by; aleh.sinchuk@gmail.com; timofeev\_lab@mail.ru*

Муравьи (Formicidae) являются одной из наиболее многочисленных (по суммарной биомассе) групп насекомых. Считается, что муравьи составляют 15–20 % от общей биомассы наземных животных [1]. Они выполняют важную роль в природе: участвуют в почвообразовании [2], уничтожают вредителей леса [3]. Одним из фоновых видов является черный садовый муравей (*Lasius niger* (Linnaeus, 1758)) [4]. Данный вид вступает в трофобиоз с большим числом видов тлей [5], что можно использовать при лабораторном содержании отдельных представителей грудехоботных насекомых.

Материалом для исследований послужили отобранные в июле 2016 г. оплодотворенные самки черного садового муравья, помещенные в инкубаторы (по одной самке). Инкубаторы представляют собой полипропиленовые пробирки объемом 10 мл, на треть заполненные водой.

В воду погружена вата, которая ограничивает камеру от воды и формирует градиент влажности в камере. Вход в инкубатор закрыт сухой ватой. Камера обязательно находится в темном месте, и практически не беспокоиться. Приведенные показатели представляют собой средние значения с доверительным интервалом, представляющим собой стандартную ошибку (SE). Все расчеты проводили с использованием программ R и LibreOfficeCalc.

За период высыхания воды в камере (3–4 месяца) из 25 самок муравьев в живых осталось 15. Причиной гибели являются грибная инфекция (6 самок) и недостаток влаги (4 самки). Грибная инфекция подтверждена микроскопией (ZeissStemi 2000). У выживших самок сформировалось  $4,27 \pm 1,04$  яйца,  $2,73 \pm 0,69$  личинки,  $4,80 \pm 1,33$  куколки,  $2,60 \pm 1,22$  имаго. Однако, количество яиц значительно большее, чем было подсчитано нами, так как при первоначальном формировании колонии происходит поедание части кладки самкой.

Таким образом, на первом этапе – инкубаторном разведении оплодотворенных самок формируется около  $14,40 \pm 4,28$  особей. Благодаря проделанной работе было выявлено, что на первом этапе выращивания *L. niger* в лабораторных условиях необходимо поддержание влажности и минимальное попадание света на колонии. Инкубатора предложенного типа достаточно на протяжении 3–4 месяцев, после чего необходимо создавать выход муравьев на арену. В случае недостатка влаги, переселение в новый инкубатор позволит избежать гибели самки.

1. Schultz, T.R. In search of ant ancestors. Commentary / T.R. Schultz // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2000. – Vol. 97, n. 26. – P. 14028–14029.

2. Зрянин, В.А. Влияние муравьев рода *Lasius* на почвы луговых биоценозов / В.А. Зрянин // Успехи совр. биологии. – 2003. – № 3. – С. 278–288.

3. Дьяченко, Н.Г. Состав корма муравьев рода *Formica* в лесах Беловежской пуши / Н.Г. Дьяченко // Беловежская пуши: Сб. научн. тр. – 1973. – Вып. 7. – С. 201–209.

4. Синчук, О.В. Определитель муравьев (Hymenoptera: Formicidae) Беларуси: учеб. материалы / О.В. Синчук. – Минск: БГУ, 2015. – 50 с.

5. Буга, С.В. Трофобиотические связи муравьев с дендробионтными тлями в искусственных зеленых насаждениях / С.В. Буга, В.В. Блинов // Муравьи и защита леса: Тез. докл. 8-го Всесоюз. мирмекологич. симпоз., 4-

6 авг. 1987 г. / редкол.: А.А. Захаров [и др.]. – Новосибирск, 1987. – С. 15–19.

LABORATORY ANTS *LASIVUS NIGER* L. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) BREEDING – THE PHASE OF FERTILIZED FEMALES INCUBATION

E.V. Buzun<sup>1</sup>, A.V. Sinchuk<sup>1</sup>, Yu.S. Timofeev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*Moscow State University of Medicine and Dentistry named A.I. Yevdokimov, Moscow, Russia*

*www.valeross71@tut.by; aleh.sinchuk@gmail.com; timofeev\_lab@mail.ru*

During the incubation period of the fertilized females of *L. niger* 4.27±1.04 eggs, 2.73 ±0.69 larvae, 4.80±1.33 pupae, 2.60±1.22 imago has been formed. It is necessary to maintain the humidity and the minimum amount of light in the colony for the successful development of ants at the first stage. The incubator of the proposed type was enough during the period of 3–4 months. In case of dehydration, moving to the new incubator will help avoid the female death.

---

АНТРОПОГЕННЫЙ МАТЕРИАЛ В ГНЕЗДАХ ЧЕРНОГО (*TURDUS MERULA*) И ПЕВЧЕГО (*T. PHILOMELOS*) ДРОЗДОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Е.А. Бучилко, Е.А. Лягович, В.В. Сахвон

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*buchilkoe@gmail.com, lyagovichea@tut.by, sakhvon@gmail.com*

Синурбанизация птиц (адаптация к обитанию в условиях городов) является реакцией на расширение урбанизированных территорий и связанное с этим изменение или исчезновение естественных местообитаний [1]. На нашем континенте данное явление широко распространено в странах Европы, где только за последнее столетие многие виды, преимущественно лесные, околородные и водно-болотные, смогли внедриться на урбанизированные территории и сформировать там типичные «городские» группировки, отличные по своим биологическим (выбор мест для гнездования, сроки откладки яиц, успех размножения и т.д.), экологическим (структура сообществ, роль в их функционировании и т.д.), этологическим (толерантность к человеку, реакция на хищников и

т.д.) и физиологическим (содержание и динамика гормонов, стрессоустойчивость, суточная активность и т.д.) характеристикам от таковых естественных биотопов. В Беларуси порядка 26 «диких» видов птиц находятся на разных стадиях синурбизации и пытаются освоить города, среди которых черный и певчий дрозды. Целью данного исследования было установить существуют ли изменения в гнездовой биологии модельных видов (в частности, используют ли птицы материал антропогенного происхождения при постройке своих гнезд), связанное с внедрением их на территорию города, которое наблюдается в последние десятилетия. Исследования были проведены в 2016–2017 гг. на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси и памятника природы республиканского значения «Дубрава» (все – г. Минск). Материал по гнездованию собирался в результате детального обследования стационаров, преимущественно во внегнездовой период. Все обнаруженные гнезда разбирались на фрагменты и описывалось содержимое строительного материала. Всего проанализирована информация по 11 гнездам черного и 57 гнездам певчего дроздов. В результате исследований было установлено, что оба вида предпочитают устраивать гнезда в подросте и подлесочном ярусе, т.е. точно так же, как и птицы в лесных биотопах вне урбанизированных территорий – в сумме 90,9 % всех гнезд черного и 87,7 % певчего дроздов соответственно. Каких-либо заметных отличий в структуре гнезд в сравнении с таковыми из естественных местообитаний нами не выявлено, однако оба вида использовали материал антропогенного происхождения при постройке гнезд, хотя и в разной степени. У черного дрозда в 27,2 % гнезд были отмечены такого рода включения, тогда как у певчего дрозда – всего в 3,5 % случаев. Все материалы антропогенного происхождения использовались птицами при постройке каркаса гнезда, хотя в некоторых исследованиях установлено использование их и для выстилки [2]. Черный дрозд использовал куски целлофана больших (до 1 м в длину) размеров (2 случая), а также фрагмент шпагатной нити длиной 15 см. В гнездах певчего дрозда в свою очередь обнаружена бумага длиной до полуметра и синтетический войлок. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о ранних стадиях синурбизации данных видов дроздов и начавшихся в связи с этим изменениях в гнездовой биологии в условиях городов Беларуси.

Исследования выполнены в рамках задания ГПНИ N ГР 20161322.

1. Luniak, M. Synurbization - adaptation of animal wildlife to urban development / M. Luniak // Proceedings 4th International Urban Wildlife Symposium / Eds. Shaw [etal.]. – 2004. – P. 50–55.

2. Шубина, Ю. Э. Размеры, масса и строительный материал гнезд черного дрозда (*Turdus merula*) в Липецкой и Калининградской областях / Ю. Э. Шубина, И. А. Федерякина, Е. Л. Лыков // БМОИП. – 2011. – Вып. 116, № 6. – С. 48–53.

# ANTHROPOGENIC MATERIALS IN THE NESTS OF BLACKBIRD (*TURDUS MERULA*) AND A SONG THRUSH (*T. PHILOMELOS*) NESTING IN BELARUSIAN CITIES

A.A. Buchylka, A.A. Liahovich, V.V. Sakhvon

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*buchilkoe@gmail.com, lyagovichea@tut.by, sakhvon@gmail.com*

During the years 2016–2017 basing on investigations of nests biology we estimated the character of synurbization of blackbird (*Turdus merula*) and song thrush (*T. philomelos*) in Belarus. In particular, we considered the frequency of using anthropogenic materials by this species for building of nests. The obtained data indicate the initial stage of synurbization by this species in Belarus.

---

## К ФАУНЕ МУХ-ЖУРЧАЛОК (DIPTERA, SYRPHIDAE) ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Волосач

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*marinavolosach@yahoo.com*

Мухи-журчалки, или сирфиды (Syrphidae) – богатое видами и экологически разнообразное семейство двукрылых насекомых (Insecta: Diptera). Имаго сирфид представляют практический интерес как эффективные опылители растений, личинки – как энтомофаги некоторых вредителей сельскохозяйственных культур.

Целью настоящей работы было изучение видового состава мух-журчалок окрестностей агрогородка Раков Воложинского района Минской области.

Материалом для данной работы послужили сборы автора, проведенные в течение полевого сезона 2016 г. Коллектирование имаго

осуществлялось кошением энтомологическим сачком, индивидуальным сбором, а также желтыми ловчими чашками Мерики. Камеральная обработка материала проводилась обычными для данной группы двукрылых методами [1]. Для установления видовой принадлежности имаго были использованы соответствующие определительные ключи и таблицы [2–4].

По результатам проведенной работы было выявлено 19 видов журчалок из 15 родов, принадлежащих к подсемействам Eristalinae и Syrphinae. В их числе *Anasimyia contracta* (Claussen & Torp, 1980), *Chrysogaster solstitialis* (Fallen, 1817), *Episyrphus balteatus* (de Geer, 1776), *Eristalinus sepulchralis* (Linnaeus, 1758), *Eristalis arbustorum* (Linnaeus, 1758), *Eristalis interrupta* (Poda, 1761), *Eristalis pertinax* (Scopoli, 1763), *Eristalis tenax* (Linnaeus, 1758), *Helophilus pendulus* (Linnaeus, 1758), *Helophilus trivittatus* (Fabricius, 1805), *Meliscaevacinctella* (Zetterstedt, 1838), *Myatropa florea* (Linnaeus, 1758), *Parhelophilus versicolor* (Fabricius, 1787), *Platycheirus clypeatus* (Meigen, 1822), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758), *Syrittapipiens* (Linnaeus, 1758), *Syrphus vitripennis* Meigen, 1822, *Trichopsomyia flavitarsis* (Meigen, 1822), *Xanthogramma pedissequum* (Harris, 1776).

В сборах преобладали виды-урбанисты (синантропы) и типичные для сельских ландшафтов. *A. contracta*, *Ch. solstitialis*, *P. versicolor* и *T. flavitarsis* – виды журчалок, приуроченные к влажным и болотистым местообитаниям [5]. Доминировали в сборах имаго двух синурбизированных видов: *E. arbustorum* и *S. pipiens*.

1. Гричанов, И.Я. Техника монтировки и препарирования двукрылых насекомых / И.Я. Гричанов, А.Г. Махоткин // Защита и карантин растений. – 2007. – № 9. – С. 44–45.

2. Мутин, В.А. Сем. Syrphidae – Журчалки / В.А. Мутин, А.В. Баркалов // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 6. Двукрылые и блохи. Ч. 1; под общ. ред. П.А. Лера. – Владивосток, 1999. – С. 342–342.

3. Штакельберг, А.А. Сем. Syrphidae – Журчалки / А.А. Штакельберг // Определитель насекомых европейской части СССР. Т. V. Двукрылые, блохи. Ч. 2; под общ. ред. Г.Я. Бей-Биенко. – Л., 1970. – С. 11–96.

4. Van Veen, M.P. Hoverflies of Northwest Europe: Identification keys to the Syrphidae / M.P. van Veen. – Utrecht, 2004. – 256 p.

5. Speight, M.C.D. Species accounts of European Syrphidae (Diptera) / M.C.D. Speight. – Glasgow, 2011. – 292 p.

## HOVER FLIES (DIPTERA: SYRPHIDAE) OF VOLOZHIN DISTRICT, MINSK REGION OF BELARUS

M.V. Volosach

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*marinavolosach@yahoo.com*

In the paper the syrphid fauna of Volozhin district (Belarus) was overviewed. In total 19 species from 15 genera and 2 subfamilies (Eristalinae and Syrphinae) were collected and identified.

The majority of syrphid species are abundant in urban and suburban areas. Four species prefer wetland and ponds. Two anthropophilous species, *E. arbustorum* L. and *S. pipiens* L., were predominant.

---

## ПОЛИМОРФИЗМ ЗНАЧЕНИЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЫЧОВОЙ ТЛИ (*BRACHYCAUDUS DIVARICATA* ESHP.) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

М.М. Воробьева

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*masch.89@mail.ru*

В последние годы во всем мире резко возрос интерес к проблеме биологических инвазий, что обусловлено воздействием чужеродных видов на аборигенные виды, зачастую приводящим к существенным изменениям экосистем. В частности виды-вселенцы в силу своей биологической агрессивности, более высокой конкурентоспособности, большего адаптивного потенциала могут вытеснять или угнетать аборигенные виды, нанося тем самым невосполнимый ущерб местным фаунам и биологическому разнообразию [1]. К числу видов, проникших на территорию Беларуси, за последние десятилетия принадлежит алычовая тля (*B. divaricatae*), которая вредит алыче и ее садовым формам. Так как климатические условия Беларуси отличаются от условий первичного ареала данного вида тлей, изучение морфологической и генетической изменчивости *B. divaricatae* представляет огромный практический интерес [2].

Сбор бескрылых партеногенетических самок был осуществлен с алычи на территории всех административных областей Республики Беларусь в период 2010–2016 гг. Для оценки уровня морфометрической

изменчивости провели сравнительный анализ морфометрических параметров 117 образцов тлей *B. divaricatae*. Для изучения степени внутривидовой генетической изменчивости провели сравнительный анализ образцов тлей, коллектированных на всей территории Беларуси, по 11 микросателлитным локусам.

В результате дисперсионного анализа между образцами *B. divaricatae*, коллектированными в разных районах интродукции древесных растений Беларуси, были выявлены статистически значимые различия по следующим морфометрическим параметрам: длина III сегмента антенн (ANTIII), длина IV сегмента антенн (ANTIV), длина V сегмента антенн (ANTV) и длина шпика последнего сегмента антенн (PT). Однако в выборке не было выявлено экземпляров, морфометрические показатели которых значительно отклонялись от значений, типичных для этого вида тлей. По результатам микросателлитного анализа статистически значимых генетических различий между образцами, коллектированными в Беларуси и Армении (первичный ареал данного вида тлей), в рамках настоящего исследования выявлено не было, что свидетельствует о низком уровне межпопуляционной вариабельности тлей *B. divaricatae*.

Таким образом, можно заключить, что *B. divaricatae*, коллектированные в разных районах интродукции древесных растений Беларуси, не демонстрируют особенностей в отношении основных морфометрических параметров, несмотря на то, данный вид тлей является инвайдером на территории Беларуси.

*Исследование выполнено при поддержке выделенного Министерством образования Республики Беларусь гранта студентов, аспирантов, докторантов в 2017 г..*

1. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А.В. Алехнович [и др.] ; под общ.ред. В.П. Семенченко. – Минск :Беларускаянавука, 2016. – 105 с.

2. Plum (*Prunus* spp.) aphid guild (Hemiptera: Sternorrhyncha, Aphididae) structure in Lithuania: any impact of an alien aphid species? / R. Rakauskas[et al.] // Zemdirbyste-Agriculture. – 2015. – Vol. 102, No 1. – P. 248–260.



# MORPHOMETRIC AND GENETIC POLYMORPHISM IN *BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP. OF FAUNA OF BELARUS

M.Varabyova

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*masch.89@mail.ru*

Invasive aphid species *Brachycaudus divaricatae* collected from different regions of Belarus do not show significant differences in morphometric characteristics and STR-patterns within Belarusian population and comparing to native Armenian samples.

The results can be used in entomology and plant protection.

---

## ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ АМФИБИЙ ВОДОЕМОВ ЩУЧИНСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.М. Голонская, Ю.И. Осипович

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*Golonskaynm@gmail.com*

Исследования внутривидовой изменчивости в связи с антропогенными изменениями среды обитания особенно широко развиваются в последние десятилетия. Одним из новых направлений таких исследований является изучение флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков. Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений является чувствительным индикатором состояния природных популяций. Наиболее простым и доступным для широкого использования способом оценки стабильности является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков [1].

Целью работы являлась оценка стабильности развития амфибий в водоемах малых населенных пунктов Щучинского района Гродненской области.

Исследования проводили в летний период 2015-2016 гг. на территории Щучинского района Гродненской области. Нами выделено 3 стационарных водоема, пригодных для размножения и обитания европейских водных зеленых лягушек (род *Pelophylax*). Стационарные водоемы расположены: водоем 1 (В-1) – г.п. Острино, водоем 2 (В-2) – д.

Демброво, водоем 3 (В-3) – д. Дубровляны. Для оценки стабильности развития земноводных использованы 7 морфологических признаков: число полос на дорзальной стороне бедра, число пятен на дорзальной стороне бедра, число полос на дорзальной стороне голени и др. (Захаров и др.). Затем определяли среднее число асимметричных признаков и коэффициент асимметрии ( $k$ ) всей выборки [2]. Полученные коэффициенты асимметрии отражают уровень стабильности развития животных в данных условиях среды.

Значение коэффициента асимметрии ( $K$ ) равное  $0,50 \pm 0,03$  на водоеме В-1 (2015 г.) соответствуют 2 баллам шкалы для оценки стабильности развития. Это указывают на то, что популяционная характеристика нарушения стабильности развития не превышает допустимые значения. Однако, уже в 2016 году значения показателя асимметрии ( $K$ ) равно  $0,60 \pm 0,06$  (В-1) и  $0,59 \pm 0,04$  (В-2), что соответствует 3 баллам и указывает на то, что популяционная характеристика нарушения стабильности развития превысила допустимые значения, и в дальнейшем это может привести к гибели животных, населяющих данные водоемы. В связи с чем необходимо принятие мер по снижению антропогенной нагрузки на водоемы.

1. Захаров, В.М. Здоровье среды: концепция / В.М. Захаров. – М: Центр экологической политики России, 2000.

2. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров. – М: Центр экологической политики России, 2000.

## ASSESSMENT OF STABILITY OF DEVELOPMENT OF AMPHIBIANS OF RESERVOIRS OF SHCHUCHINSKY DISTRICT OF GRODNO REGION

N.M. Golonskaya, Yu.I. Osipovich

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*Golonskaynm@gmail.com*

The population characteristic of violation of stability of development of amphibians of the studied reservoirs of Shchuchinsky district has exceeded admissible values, and further it can lead to death of the animals inhabiting these reservoirs. In this connection taking measures to decrease in anthropogenic load of reservoirs is necessary.

---

## ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИПОВОЙ МОЛЮ-ПЕСТРЯНКОЙ (*PHYLLONORYCTER ISSIKII*) ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

Д.А. Гончаров

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*goncharoff\_d@mail.ru*

Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) – инвазивный для территории Европы фитофаг [1]. На территории Беларуси липовая моль-пестрянка впервые была отмечена в 1998 году [2]. К настоящему времени *Ph. issikii* встречается повсеместно [3]. На личиночной стадии *Phyllonorycter issikii*, ведет минирующий образ жизни и повреждает листовые пластинки различных видов деревьев из рода *Tilia* [4]. Данный вид отнесен к числу опасных инвазивных видов животных Беларуси [5].

В целях мониторинга степени заселенности липы *Ph. issikii* в условиях зеленых насаждений города Минска был проведен отбор листовых пластинок в различных районах города. Сбор осуществлялся по окончанию первой генерации липовой моли-пестрянки (с 18.08.2017 по 30.08.2017). Материал отбирался на территории Парка Челюскенцев, Студенческого парка, Парка Павлова, среди зеленых насаждений, вдоль улицы Франциска Скорины (53°55'41.4"N 27°38'40.3"E), лесопарка Медвежино, в зеленых насаждениях вдоль улицы Горецкого (53°53'04.6"N 27°26'47.9"E), вдоль улицы Орловской (53°55'43.0"N 27°32'09.6"E), а также на территории парка Дружбы Народов. С *Tilia cordata* Mill и *Tilia platyphyllos* Scop. отбирались случайным образом листовые пластинки в количестве ста штук. Процент заселенности оценивался как количество поврежденных *Phyllonorycter issikii* листовых пластинок к общему количеству отобранных листьев. Часть отобранного материала, гербаризировалось.

Заселенность деревьев на указанных территориях варьировала в среднем от 0,1 до 2 %. Наибольшее количество мин было обнаружено в насаждениях липы вдоль улицы Ф. Скорины. Низкая численность фитофага может быть связана с неблагоприятными погодными условиями в январе 2017 года, когда отмечался резкий перепад температуры.

1. Kirichenko, N.I. The lime leafminer *Phyllonorycter issikii* in Western Siberia: Some ecological characteristics of the population of the recent invader / N.I. Kirichenko // *Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal*. – 2013. – Vol. 20, No 6. – P. 813–822.
2. Buszko, J. Invasive species of Lithocolletinae in Europe and their spreading (Gracillariidae) / J. Buszko, H. Šefrová, Z. Lastuvka // *Abstr. SEL XII<sup>th</sup> European Congress of Lepidopterology, Bialowieza (Poland), 29 May–2 June 2000*. – Bialowieza, 2000. – 22–23.
3. Синчук, О.В. Современное распространение липовой и нижнесторонней белоакациевой минирующей молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae) на территории Беларуси / О.В. Синчук, С.В. Буга // *Природные ресурсы*. – 2017. – № 1. – С. 133–141.
4. Синчук, О.В. Спектр кормовых растений инвазивных видов минирующих филлофагов рода *Phyllonorycter* Hubner, 1822 в условиях Беларуси и других регионов мира / О.В. Синчук // *Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 6–8 июня 2017 г.): в 2 ч. / редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск, 2017. – Ч. 2. – С. 426–429.*
5. Синчук, О.В. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) / О.В. Синчук, Ф.В. Сауткин // *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / 23 А.В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск, 2016. – С. 82–84.*

OCCUPANCY INDEX OF LIME LEAF MINER (*PHYLLONORYCTER ISSIKII*) OF LITTLE LEAF LINDEN ON THE FIRST GENERATION UNDER CONDITIONS OF MINSK

D.A. Goncharov

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*goncharoff\_d@mail.ru*

Occupancy index of lime leaf miner at the end of the first generation in the city of Minsk does not exceed 2%. This may be due to unfavorable weather conditions in January 2017.

---

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГЕНА EF1 $\alpha$ ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

**А.В. Корбут, М.М. Воробьёва**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*alina.k.0698@gmail.com*

Фактор элонгации (EF1 $\alpha$ ) – один из наиболее перспективных ядерных маркеров, широко используемых в геносистематических исследованиях и при изучении филогении насекомых (в частности, тлей), что обусловлено чрезвычайно консервативной интрон-экзонной структурой. Расшифровка и анализ нуклеотидных последовательностей белок-кодирующих участков этого гена позволяет устанавливать эволюционную близость и отдалённость между отдельными видами или родами тлей, а так же между таксонами более высокого ранга [1].

В рамках настоящего исследования мы провели расшифровку нуклеотидных последовательностей гена EF1 $\alpha$  для некоторых тлей фауны Беларуси, а также оценили уровень сходства/различия между нуклеотидными последовательностями этого гена у тлей, коллектированных в Беларуси и на географически удаленных территориях.

В работе были использованы последовательности, полученные в результате секвенирования в 2015 г. для 7 видов тлей, типичных для фауны Беларуси: *Anoeciacorni* Fabricius, 1775, *Drepanosiphum platanoides* Schrank, 1801, *Hyalopterus pruni* Geoffroy, 1762, *Lachnusspp.*, *Periphyllus aceris* Linnaeus, 1761, *Siphamaydis* Passerini, 1860, *Uroleucon hypochoeridis* Fabricius, 1779, а также последовательности, представленные в GenBankNCBI для видов тлей, принадлежащих к тем же родам (41 нуклеотидная последовательность). Выравнивание последовательностей осуществили в программе MEGA7 с использованием метода ClustalW, а так же в этой программе производили построение филогенетических деревьев с использованием метода максимального правдоподобия.

Как оказалось, в GenBankNCBI почти отсутствуют последовательности EF1 $\alpha$  тлей родов *Anoecia*, *Drepanosiphum*, *Uroleucon*, *Periphyllus*. Для *A. corni*, *D. platanoides*, *U. hypochoeridis*, *P. aceris* последовательности EF1 $\alpha$  были получены впервые, в связи с чем

оценить вариабельности последовательности EF1 $\alpha$  у тлей этих родов не представлялось возможным.

При сравнении последовательностей EF1 $\alpha$  внутри вида у тлей *S. maydis* было отмечено вариабельных сайтов, в то время как у *H. pruni* были выявлены замены в 4 сайтах, в частности, 47C $\leftrightarrow$ A, 50T $\leftrightarrow$ A, 160A $\leftrightarrow$ G и 428T $\leftrightarrow$ C. Для тлей из родов *Uroleucon* и *Lachnus* были построены генные деревья, ввиду хорошей представленности последовательностей гена EF1 $\alpha$  в GenBank (21 и 14 последовательностей соответственно). Тли рода *Lachnus* на генном дереве образовали 4 кластера, причём *Lachnus* spp., коллектированные на территории Беларуси, вошли в общий кластер с частью образцов *L. quercihabitans*, коллектированных в Китае, что свидетельствует о высоком уровне сходства между этими видами. *U. hypochoeridis* из Беларуси попал в общий кластер с *U. obscurum* и *U. caligatum*, коллектированными в США, однако, в филогенетическом отношении он оказался ближе к *U. obscurum*.

1. Воронова, Н.В. Вариабельность структуры и нуклеотидного состава гена EF1 $\alpha$  у тлей (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphidoidea) / Н.В. Воронова [и др.] // Труды БГУ. – 2013. – Т.8, Ч.1. – С. 183–192.

## ANALYSIS OF EF 1-ALPHA SEQUENCES OF APHIDS OF THE FAUNA OF BELARUS

A.V. Korbut, M.M. Varabyova

Belarusian State University, Minsk, Belarus

alina.k.0698@gmail.com

Within the framework of the present study, we deciphered the nucleotide sequences of the EF1 $\alpha$  gene for some aphids of Belarus, and estimated the similarity / difference between the nucleotide sequences of this gene in aphids collected in Belarus and in geographically remote areas.

Sequences obtained as a result of sequencing in 2015 for 7 species of aphids typical of the fauna of Belarus in 2015. We used in the work ef 1- $\alpha$  sequences of the following aphids: *Anoeciacorni* Fabricius, 1775, *Drepanosiphum platanoide* Schrank, 1801, *Hyalopterus pruni* Geoffroy, 1762, *Lachnus* spp., *Periphyllus aceris* Linnaeus, 1761, *Siphamaydis* Passerini, 1860, *Uroleucon hypochoeridis* Fabricius, 1779, as well as sequences presented in GenBank NCBI for aphid species belonging to the same genus.

---

## НАСЕКОМЫЕ-ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ ШИПОВНИКА МОРЩИНИСТОГО (*ROSA* □ *RUGOSATHUNB.*) В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

**Д.О. Коротева**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*daryakoroteeva1996@gmail.com*

Изучение структуры сообществ антофильных насекомых-опылителей является актуальной задачей в процессе выявления и анализа симбиотических отношений между насекомыми и опыляемыми ими растениями. Полученные в результате исследований данные позволяют оценить роль насекомых в семенном воспроизводстве растений, а также могут указать на роль растений в качестве источников пыльцы и нектара для антофильных насекомых. Шиповник морщинистый является культивируемым орнаментальным растением, однако на сегодняшний день целенаправленных исследований таксономического состава насекомых-посетителей соцветий шиповника не проводилось. Поэтому шиповник морщинистый был выбран нами в качестве модельного растения.

Сбор насекомых проводился в условиях урбанизированной среды в июле-августе 2017 г. Насекомых поодиночке отлавливали в момент посещения соцветия шиповника морщинистого и помещали в пластиковые пробирки со спиртом для последующего анализа пыльцевого груза [1]. Определение таксономической принадлежности пойманных объектов осуществлялось по определительным таблицам и ключам [2, 3].

Морфология соцветий шиповника морщинистого позволяет предположить, что различные виды насекомых способны посещать и впоследствии опылять растения этого вида [4].

В результате исследований на соцветиях шиповника морщинистого были зарегистрированы представители 10 видов, принадлежащих к 5 родам и 3 семействам. К семейству Apidae принадлежат виды *Apis* □ *mellifera* □ L., *Bombus* □ *terrestris* □ L., *B.* □ *lapidarius* □ L., *B.* □ *hypnorum* □ L., *B.* □ *ruderalis* □ F.; к семейству Andrenidae – виды *Andrena* □ *dorsata* Kirby, *A.* □ *pilipes* □ F., *A.* □ *bicolor* □ F.; к семейству Halictidae – виды *Halictus* □ *tumulorum* □ L. и *Lasioglossum* □ *fulvicornis* Kirby. Все представленные виды являются широкими политрофными

опылителями цветковых растений [2] и были впервые зарегистрированы на соцветиях шиповника морщинистого в условиях Беларуси.

Таким образом, нами было отмечено 10 видов насекомых-посетителей соцветий шиповника морщинистого в урбанизированной среде г. Минска. Все вышеуказанные виды были впервые зарегистрированы на соцветиях шиповника. В будущем планируется продолжить исследования и провести анализ пыльцевого груза для выявления наиболее эффективных видов опылителей.

1. Хвир, В.И. Сообщества антофильных насекомых сорных и ruderalных растений / В.И. Хвир. – Saarbrücken, 2010. – 151 с.

2. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 т. / под ред. Г.□ С.□ Медведева. – Ленинград : Наука, 1964–1986. – Т. 3 : Перепончатокрылые. Ч. 1 / М. Н. Никольская [и др.]. – Ленинград : Наука, 1978. – 584 с.

3. Gokcezade, J. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz / J. Gokcezade, J. Neumayer, B.–A. Gereben-Krenn; Leipzig: Quelle & Mayer, 2010. – 48 p.

4. Флора СССР в 30 т. / редкол.: В.Л. Комаров (гл. ред.) [и др.]. – М.–Л.: Издательство АН СССР, 1962. – Т. 10 / Б.К. Шишкин, С.В. Юзепчук [и др.]. – 1941. – С. 447–448. – 673 с.

## THE INSECTS AS VISITORS OF *ROSA RUGOSA* THUNB. INFLORESCENCES IN □ MINSK

D.O. Koroteeva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*daryakoroteeva1996@gmail.com*

There were 10 species of Hymenoptera marked as visitors of the inflorescences of *Rosa □ rugosa □* Thunb. They belong to three families: Apidae (*Apis □ mellifera* L., *Bombus terrestris* L., *B. lapidaries* L., *B. hypnorum* L., *B. ruderatus* F.), Andrenidae (*Andrena dorsata* Kirby, *A. pilipes* F., *A. bicolor* F.) and Halictidae (*Halictus tumulorum* L. и *Lasioglossum fulvicornis* Kirby). All of these species were registered on the inflorescences of *Rosa rugosa* Thunb. for the first time in Belarus. In the future we are planning to continue our research, including pollen cargo analysis.

This work can be useful in entomology (to study the structure of the communities of anthophilous insects) and ecology (to study the biocenotic connections between pollinators and plants).

---



## **ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ ПЧЕЛИНЫХ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (БЕЛАРУСЬ)**

**К.Ю. Костюк, А.В. Рыжая**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*katazhina.kostyuk@mail.ru; rhyzhaya@mail.ru*

Насекомые, не имея постоянной температуры тела, полностью зависят от окружающей среды. С изменением внешней температуры меняется соответственно и температура тела насекомых, что, в свою очередь, влияет на их активность и поведение.

Цель нашей работы – выявление активности пчелиных в зависимости от экологических факторов в Гродненской области (Беларусь). Использовали метод пробных (тестовых) площадок. Выбрали 4 пробные площадки (ПП), две находятся в г. Гродно (ПП1 и ПП2), ПП3 – на меловом карьере (Волковысский район, г.п. Красносельский), ПП4 – у деревни Ваверка (Гродненская область, Лидский район).

Сборы перепончатокрылых проводили в три дня каждого месяца (май–август) и при разной температуре в 2015 и 2016 гг. Учет начинали утром при самой минимальной температуре и на протяжении дня учитывали количество особей, активных в этот период. Температуру регистрировали с помощью термометра. Для проведения учетов выбирали участки, активно посещаемые пчелиными, где в равной степени произрастали как декоративные растения, так и дикорастущие.

В летний период 2015 года средняя температура была выше на 3–4 °С, чем в аналогичный период 2016 года. В 2016 году были зарегистрированы температуры ниже 20 °С днем, а ночью температура опускалась до 9 °С. Низкие температуры сопровождались дождями, грозами и облачностью, что мешало нашим исследованиям.

Большинство зарегистрированных нами перепончатокрылых – 64 % особей, предпочитают температурный диапазон от 28 °С до 30 °С, меньшее количество (17 %) предпочитает более высокую температуру от 31 °С до 34 °С. При температуре ниже 24 °С наблюдали спад активности перепончатокрылых.

Наши результаты по влиянию на активность перепончатокрылых температуры воздуха и времени суток с литературными данными практически сходны, за исключением лёта пчелиных в определенные месяцы [1].

Полученные нами данные позволили более плодотворно выбирать условия для сбора материала.

1. Радченко, В.Г. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea) / В.Г. Радченко, Ю.А. Песенко. СПб.: Изд-во Зоол. ин-та РАН. – 1994. – 351 с.

## DEPENDENCE OF BEES ACTIVITY ON ECOLOGICAL FACTORS IN THE GRODNO REGION TERRITORY (BELARUS)

K.YU. Kostyuk, A.V. Rhyzhaya

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*katazhina.kostyuk@mail.ru; rhyzhaya@mail.ru*

The purpose of our work is to identify the bees activity on depending of ecological factors in the Grodno region (Belarus). The method of test (test) sites was used. We selected 4 test sites. Most of the recorded Hymenoptera, (64 %), prefer the temperature range from 28 °C to 30 °C.

---

## БЕЛКОВЫЙ СОСТАВ ЯДОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ

Д.И. Лавриеня, Т.В. Буткевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*firefox5603@mail.ru*

Яды перепончатокрылых представляют собой сложный состав, содержащий пептиды, ферменты, физиологически активные биогенные амины, жирные вещества и стеарины, углеводы, минеральные вещества и др. Благодаря биологически активным веществам в составе яда, его широко используют при лечении радикулитов, ревматизма, мигрени, гипертонии, тромбофлебита, периферической нервной системы и ряда других заболеваний. Наиболее хорошо изучен состав биологически активных веществ яда представителей семейств Apidae [1–3]. Среди представителей семейства Vespidae, также имеется достаточно большое количество представителей ядовитых насекомых, однако они

намного реже являются объектами для исследований, а химический состав и действие их яда в настоящее время изучено недостаточно.

Целью данной работы является получение ядов жалоносных перепончатокрылых и изучение их белкового состава.

Двумя авторскими методами был выделен ядовитый секрет у представителей Aculeata: *Bombussylvarum*L., *B. terrestris*L., *B. agrorum*Scop., *B. derhamellus*Cal., *B. lapidarius*L., *Vespulavulgaris*L., *Vespacrabo*L. и *Apismellifera*. Первым методом ядовитый секрет выделяли непосредственно из извлеченной ядовитой железы у замороженных ранее насекомых. Вторым методом яд получали путем его отбора на предметное стекло. Белковый состав ядов был изучен с использованием денатурирующего ДСН-электрофореза. Сопоставляя характерные полосы анализируемых образцов с контрольными пробами и полосами маркеров, устанавливали распределение белков по молекулярным массам.

Выявлены различия между представителями семейств, определенные наличием маркерных белков. Для представителей семейства Bombidae характерными маркерами являлись белки в области 25–40 кДа, для семейства Vespidae 60–100 кДа, для Apidae 10–12 кДа. Также установлено, что использование метода отбора яда на стекло предпочтительнее, так как при использовании метода предварительного замораживания особей, происходила частичная ферментация образцов.

Таким образом, предварительные данные свидетельствуют о существенном отличии молекулярных масс белковых компонентов и пептидов ядов рассматриваемых нами представителей Aculeata.

1. Короткевич И.Г., Бородин О.И. Структурно-функциональные свойства и биологическая активность мелитина из яда пчел // Труды БГУ. – 2016. – Т.11, Ч. 1. – С 101–109.

2. Роль пчелиного яда и прополиса в структуре фармакотерапии / Ш.М.□ Омаров [и др.] // Вестник международной академии наук. – 2006, № 2. – С. 35–42.

3. Ali, M.A. Studies on bee venom and its medical uses / M.A. Ali // International Journal of Advancements in Research and Technology. – 2012. – Vol. 1, No 2. – P. 69–83.

# PROTEIN COMPOSITION OF THE VENOM OF HYMENOPTERA

D.I. Lavrienya, T.V. Butkevich

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*firefox5603@mail.ru*

By two author's method a  
poison secret was isolated from some species of Aculeata: *Bombus sylvarum* L., *B. terrestris* L., *B. agrorum* Scop., *B. derhamellus* Cal., *B. lapidarius* L., *Vespa vulgaris* L., *Vespa crabro* L., *Apis mellifera*. Distinctions are determined between the families, presence of the certain by marker proteins. It is also found that the method of isolation of poison on glass is preferable, since by using the method of preliminary freezing specimens some sample are fermented. Preliminary information indicates a significant difference of the molecular masses of protein components and peptides of Aculeata.

---

## К МЕТОДАМ ПОЛУЧЕНИЯ ЯДА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ACULEATA

Д.И. Лавриеня, Е.В. Супрунюк

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*firefox5603@mail.ru*

В настоящее время перепончатокрылые насекомые являются одними из самых популярных зоологических объектов в биохимических и молекулярно-биологических исследованиях.

Ядовитые секреты Aculeata часто активно изучаются, так как все они имеют различный химический состав, являются специфическими для определенных видов и обладают различными эффектами. Яды Hymenoptera используются в медицине и терапии, а также при производстве лекарств и анализе их действия на организм при различных заболеваниях [1].

Целью данной работы является разработка эффективной методики получения различных ядов Aculeata.

Вначале для получения ядовитого секрета особей умерщвляли, но сейчас в практике отбора яда известно несколько способов, среди которых можно отметить отбор яда без гибели особей, а также с помощью

приборов, где главным элементом является токопроводящий элемент [2, 3].

Отбор яда мы осуществлялся двумя способами у представителей видов: *Bombussylvarum*L., *B. terrestris*L., *B. agrorum*Scop., *B. derhamellus*Cal., *B. lapidarius*L., *Vespulavulgaris*L. и *Vespacrabo*L.. Первым способом у замороженных насекомых отрывали брюшко от груди, извлекали жало и, надавливая на него, водили по стеклу до опорожнения пузырька с ядом. Однако этот метод не дал желаемых результатов, так как полученный продукт зачастую был загрязнен тканевыми примесями. Вторым методом яд получали путем механического раздражения насекомых для взятия секрета. Представителей ранее перечисленных видов по очереди брали специальным пинцетом, прикладывали брюшком к предметному стеклу и водили по нему жалом до тех пор, пока особь не отдавала яд, который быстро высыхал. Этот способ позволял сохранять жизнедеятельность насекомых.

Таким образом можно сделать вывод, что второй метод, подразумевающий механическое раздражение перепончатокрылых, был достаточно трудоемким, но имел высокую эффективность. Идет получение чистого яда, его обработка и выделение белков и пептидов обладающих биологической активностью. Полученные биологические активные вещества раскрывают перспективы идентификации насекомых не только с использованием морфометрических показателей, но и с помощью методов молекулярной генетики и биохимии.

1. Артемов, Н.М. Пчелиный яд, его физиологические свойства и терапевтическое применение / Н.М. Артемов. – Москва, Ленинград: Академия наук СССР, 1941. – 183 с.

2. Корягин, А.С. Адаптогенные свойства пчелиного яда при действии экстремальных факторов различной природы / А.С. Корягин, Е.А. Ерофеева, О.А. Александрова // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2007, № 3. – С. 113–115.

3. Хисматуллина, Н.З. Апитерапия / Н.З. Хисматуллина – Пермь: Мобиле, 2005. – 296 с.

## TO THE METHODS OF OBTAINING THE POISON OF ACULEATA

D.I. Lavrienya, E.V. Suprunyuk

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*firefox5603@mail.ru*

The aim of this work is to develop an effective method for obtaining Aculeate poisons. We selected the poison in two ways from some species: *Bombus sylvarum* L., *B. terrestris* L., *B. agrorum* Scop., *B. derhamellus* Cal., *B. lapidarius* L., *Vespa vulgaris* L. and *Vespa crabro* L. These second methods, implying mechanical stimulation of the Hymenoptera, was enough laborious, but has a high efficiency. Carried out the production of pure poison, isolation of proteins and peptides processing biological activity.

---

## ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ COI НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

**С.С. Левыкина, М.М. Воробьева**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*s.lewykina@yandex.by*

ДНК-штрихкодирование (DNA barcoding) – метод таксономии, который позволяет идентифицировать виды с помощью фрагмента ДНК небольшой длины. В качестве универсального ДНК-штрихкода для всех групп животных используется участок митохондриального белок-кодирующего гена субъединицы 1 цитохром *c* оксидазы (COI), размер которого составляет около 650 пар нуклеотидов. На сегодняшний день существует генетическая база данных BOLD (Barcode of Life Database) [1], в которой представлена информация о ДНК-штрихкодах живых организмов из различных таксономических групп, пополняющаяся исследователями из разных регионов мира. Система BOLD также предоставляет возможность построения филогенетических деревьев с учетом последовательностей, имеющих в базе [2]. С помощью построения филогенетических деревьев можно оценить степень сходства между представителями одного вида, что значительно упрощает оценку вариативности последовательности COI.

Нами был проведен сравнительный анализ последовательностей COI некоторых видов тлей. Общая выборка составила 700 нуклеотидных последовательностей, среди них 693 последовательности было получено из BOLD и 7 – сотрудниками кафедры зоологии в результате секвенирования COI тлей фауны Беларуси: *Aphis craccivora* Koch, 1854, *Aphis fabae* s. l., *Aphis gossypii* Glover, 1877, *Therioaphis tenera tenera* Aizenberg, 1956,

*Drepanosiphum platanoidis* Schrank, 1801, *Aphis ruborum* Börner, 1931, *Myzus cerasi* Fabricius, 1775. С использованием всех доступных последовательностей для каждого вида были построены филогенетические деревья в системе BOLD.

ДНК-штрихкод *D. platanoidis* представлен в BOLD только образцами из Канады, с которыми наш образец образовал единый кластер, что свидетельствует о высоком уровне сходства наших последовательностей с последовательностями, коллектированными на территории Канады. Нуклеотидные последовательности *A. gossypii* и *A. craccivora* из Беларуси на филогенетических деревьях образовывали общий кластер только с образцами из Пакистана, *A. fabae* – из Австралии, *T. tenera tenera* и *M. cerasi* – из Канады, несмотря на присутствие в базе ДНК-штрихкодов из разных регионов Европы. При анализе филогенетических деревьев, построенных для тлей *A. ruborum*, наблюдалась обратная тенденция, в частности, образцы из Беларуси сформировали общий кластер с образцами из Европы (Греция) и не образовали общего кластера с образцами из географически удаленных регионов.

1. Ratnasingham, S. BARCODING: bold: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>): BARCODING / S. Ratnasingham, P.D.N. Hebert // Molecular Ecology Notes. – 2007. – Vol. 7, No 3. – P. 355–364.

2. Воронова, Н.В, Воробьева, М.М. Идентификация видов и построение филогений. – Минск: БГУ – 15 с., 2015.

## DNA BARCODING AND BUILDING PHYLOGENETIC TREES USING COI SEQUENCES OF SOME APHIDS SPECIES OF FAUNA OF BELARUS

S.S. Levykina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*s.lewykina@yandex.by*

We conducted a comparative analysis of the sequences of COI of some species of aphids. The total sample consisted of 700 nucleotide sequences, among them 693 sequences were obtained from BOLD and 7 by the staff of the department of zoology as a result of COI sequencing following aphids of Belarus: *Aphis craccivora* Koch, 1854, *Aphis fabae* s. l., *Aphis gossypii* Glover, 1877, *Therioaphis tenera tenera* Aizenberg, 1956, *Drepanosiphum platanoidis* Schrank, 1801, *Aphis ruborum* Börner, 1931, *Myzus cerasi* Fabricius, 1775.

Using all available sequences, phylogenetic trees were built for each species in the BOLD system.

---



## ВИДОВОЙ СОСТАВ РУКОКРЫЛЫХ (MAMMALIA, CHIROPTERA) ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА

**М.Ю. Машкало**

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь  
margo.mashkalo@mail.ru*

Актуальность данной темы определяется недостаточностью объективной информации о фауне, распространении, встречаемости и особенностях экологии рукокрылых западного региона Беларуси (город Гродно и Гродненский район).

Цель работы – определение видового состава и частоты встречаемости рукокрылых на территории города Гродно и Гродненского района.

Исследование рукокрылых осложняется трудностями, связанными с их специфическим образом жизни и методами учета. Мы проводили исследования при помощи ультразвукового детектора ULTRASOUND DETECTOR D200 летом 2017 года в Гродненском районе Гродненской области. Регистрировали рукокрылых в вечернее и ночное время суток с 21.00 до 02.00 в возможных местах их обитания и укрытия.

За время исследований нами выбрано семь биотопов, четыре из которых находятся непосредственно в городе Гродно с разным типом застройки, пятый – в агрогородке Вертелишки, в качестве шестого биотопа выбрано околгородское кладбище Аульс, седьмой – расположен в деревне Новая Гожа (20 км от города). Каждый биотоп отличается плотностью застройки, характером растительности, степенью заселенности, шумовым фактором, удаленностью от дорог и рядом других факторов. При выборе биотопов учитывали наличие кормовой базы и возможных мест укрытия для рукокрылых. Выявлено 11 видов рукокрылых: вечерница гигантская (*Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1780), вечерница малая (*Nyctalus leisleri* Kunl, 1817), вечерница рыжая (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774), кожан двухцветный (*Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758), кожан поздний (*Eptesicus serotinus* Schreber, 1774), кожанок северный (*Eptesicus nilssonii* Keyserling & Blasius, 1839), нетопырь-карлик (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774), нетопырь лесной (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839), ночница большая

(*Myotis myotis* Borkhausen, 1797), ушан бурый (*Plecotus auritus* Linnaeus, 1758), широкоушка европейская (*Barbastellabarbastellus* Schreber, 1774).

Из вышеописанных видов 3 занесены в Красную книгу Республики Беларусь: вечерница малая (*Nyctalus leisleri*), кожанок северный (*Eptesicus nilssonii*), широкоушка европейская (*Barbastellabarbastellus*). Наиболее часто встречаемым видом оказался кожанок двухцветный (*Vespertiliomurinus*) и составил 21,7% от общего числа зарегистрированных особей. Сравнительный анализ видового состава рукокрылых исследованных биотопов показал, что наибольшее количество видов зарегистрировано в деревне Новая Гожа (9 видов), что связано с наличием старых дуплистых деревьев и необходимой освещенностью.

#### SPECIFIC LIST OF WING-HANDED ANIMALS (MAMMALIA, CHIROPTERA) OF THE GRODNO DISTRICT

M. Mashkalo

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*margo.mashkalo@mail.ru*

In the city of Grodno and the Grodno district of the Grodno region 11 species of wing-handed animals are revealed. From which 3 look are included in the Red List of Republic of Belarus. *Vespertiliomurinus* was the most often met look.

---

#### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ЖИВОТНЫМ- ГИДРОБИОНТАМ ВЕРТЕЛИШКОВСКОГО ОЗЕРА ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА

В.С. Надейко

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*viktorianad@mail.ru*

Оценка степени загрязнения водоема по составу гидробионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме [1]. Различные виды живых организмов показывают и реально отражают состояние окружающей среды [2].

Вертелишковское озеро расположено в Гродненском районе Гродненской области в 10 км от города Гродно на территории агрогородка Вертелишки и является искусственным водоёмом, который был создан в 1977 году. Общая площадь водного зеркала составляет 25 га, средняя глубина – 1,5 м, максимальная глубина – 2,5 м.

Цель работы: изучить видовое разнообразие беспозвоночных животных-гидробионтов, обитающих в Вертелишковском озере и оценить его экологическое состояние по биотическим индексам.

Исследования проводили летом 2017 года на стационарном водоеме. Сбор беспозвоночных животных осуществляли при помощи водного сачка.

Результаты исследований показали, что видовой состав беспозвоночных-гидробионтов представлен моллюсками (55 %), кольчатыми червями (5 %) и членистоногими (40 %).

Наиболее многочисленны среди моллюсков представители класса Брюхоногих моллюсков (Gastropoda), который представлен тремя отрядами: Pulmonata (56 %), Monotocardia (11 %), Basommatophora (33 %). Наиболее богат по видовому составу отряд Легочных моллюсков (Pulmonata), представленный семейством Прудовиков (Limnaeidae). Из двустворчатых моллюсков (Bivalvia) часто встречаются беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea*) и шаровка роговая (*Sphaerium corneum*).

Среди членистоногих наиболее многочисленны конечно Насекомые (Insecta). Отмечены представители трех отрядов данного класса: Diptera (16 %), Hemiptera (67 %) и Ephemeroptera (17 %).

Экологическая оценка качества воды и степени загрязненности Вертелишковского озера по индексу Майера показала, что данный водоем имеет умеренное загрязнение и третий класс качества.

1. Караганов, В.В. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ / В.В. Караганов. – Москва: Высшая школа, 2003. – 25 с.

2. Озера Беларуси // Обитатели озер [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: [ozera.iatp.by](http://ozera.iatp.by). – Дата доступа: 02.03.2017.

# ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE ON ANIMALS HYDROBIONTS OF THE VERTELISHKOVSKY LAKE OF THE GRODNO DISTRICT

V.S. Nadeyko

*YankaKupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*viktorianad@mail.ru*

Ecological assessment of quality of water and degree of impurity of the Vertelishkovsky lake according to Maier's index has shown that this reservoir has moderate pollution and the third class of quality.

---

# ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УРОВНЕ ЗАРАЖЕННОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ПАРАЗИТОМ *NOSEMA APIS*, В УСЛОВИЯХ СТОЛБЦОВСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ

Д.А. Наркевич

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*dasha.narkevich@mail.ru*

На данный момент в Республике Беларусь существует острая проблема с заболеваниями хозяйственно значимых насекомых-опылителей – медоносных пчёл. Имеется большое количество патогенных микроорганизмов и факторов их переноса с помощью различных векторов, например клещ *Varroa destructor* или перенос во время сбора пыльцы на цветках растений. Это приводит к переходу заболеваний от одной семьи к другой, от диких опылителей к домашним. Поиски решений и осуществления лечения находятся на зачаточном уровне, а содержание пасек в соответствии с нормами эпидемиологических нормативов не подкреплено на законодательном уровне.

Материал был отобран на частной пасеке в начале апреля 2017 года в Столбцовском районе Налибокского сельского совета хутора “Уса”, которая включает в себя 20 ульев находящихся в помещении и на улице, два из которых имели признаки заражения микроспоридиальным паразитом – *Nosema apis*. Исследование было проведено в соответствии с методикой обследования патологического материала: выделенный кишечник был помещён в фарфоровую ступку с добавлением проточной воды (1:2), а после перетирался пестиком с последующим нанесением капли жидкости в камеру Горяева.[2] □

Симптомы у поражённых пчёл характеризуются вздутым брюшком, слабой способностью к полету, обильной диареей.[2] Кишечники 30 особей с двух ульев показали, что при минимальном осмотре десяти видимых квадратов было обнаружено, что в среднем на один маленький квадрат камеры Горяева приходилось по 49 спор ноземы у особей из первого заражённого улья и 35 у особей из второго зараженных улья. Для подтверждения того, что это действительно споры ноземы, было проведено окрашивание по Романовскому-Гимзе – споры были овального размера с неокрашенной стенкой и синим содержимым.[1] Согласно методическим указаниям, если в пределах одного маленького квадрата находится 10–50 спор – это означает среднюю степень зараженности.[2] Просматривались не менее 50 маленьких квадратов камеры Горяева, и было обнаружено, что в среднем в первом улье было  $2,9 \cdot 10^7$  кл/л, а во втором –  $2,6 \cdot 10^7$  кл/л и это только минимальное количество спор. В одной особи было зафиксировано более 2000 спор и 1800 спор на 1 мкл в первом и втором ульях соответственно.

Данные этого исследования говорят о том, что семьи характеризуются средней степени зараженности. Необходимо провести дополнительные исследования и поиск данных среди одиночных опылителей и одомашненных для учета данных по заболеванию в разных регионах РБ. Нозема оказывает пагубное воздействие на уровень общего состояния семей, соответственно пчелы становятся ослабленными, а это может послужить почвой для развития новых заболеваний. Данная тема слабо исследована в Республике и требует планомерных исследований.

1. Coffey, Mary F. Parasites of the Honeybee // Mary F. Coffey // Teagasc: Crops Research Centre, Oak Park, Carlow. – 2007. – 81 p.

2. Алексеенко, Ф.М. Справочник по болезням и вредителям пчел / Ф.М. Алексеенко, В.А. Ревенок, М.А. Чепурко. – Киев: Урожай, 1991. – 238 с.

## FIRST DATA ABOUT THE LEVEL OF INFECTION OF HONEY BEES BY PARASITE *NOSEMA APIS* IN CONDITIONS OF THE STOLBTSOVSKIY REGION OF BELARUS

D.A. Narkevich

*Belarusian state university, Minsk, Belarus*

*dasha.narkevich@mail.ru*

Nowadays in Belarus there is a problem of the disease of *Apis mellifera*. This topic is little studied and needs a broader review. The results of the study showed that two families from Stolbtsovskiy region are infected with *Nosema Apis* spores:  $2.9 \cdot 10^7$  and  $2.6 \cdot 10^7$  cells / liter in the first and second hives respectively. These results show the average level of disease among bees. It was found that one bee contains about 1900 spores per 1  $\mu$ l. These results can be used for the statistical analysis of the spread of nosematosis in the Stolbtsovskiy region in Belarus. Also, we can use the data to analyze the transfer of nosematosis from wild pollinators to domestic ones, as well as its distribution between families or within their hives. This topic is poorly researched in the Republic of Belarus and requires systematic research.

---

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ БЕЗЗУБКИ (*ANADONTASP.*) В ОЗ. МЯСТРО

А.Ю. Панько, Д.В. Крюк, А.А. Жукова

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*darkpankar@gmail.com*

Вселяясь в водоем, *Dreissenapolyomorpha* Pallas, 1771 быстро – в течение нескольких лет – становится движущим фактором изменения среды обитания для аборигенных видов, при этом, субстратом для дрейссены могут служить любые твердые поверхности, включая раковины других моллюсков, в том числе, беззубки. Подобное воздействие вызывает угнетение популяции беззубки, вплоть до полного её исчезновения на определенных биотопах. В последнее время в оз. Мястро были найдены одиночные особи беззубок, что указывает на сохранение популяции, пусть и в угнетенном виде. Таким образом, целью работы было определение локализации особей популяции беззубки на оз. Мястро и определение размерных и весовых характеристик моллюсков.

В период с 20.07 по 30.07 2017 года на оз. Мястро было обследовано 8 литоральных станций, расположенных по периферии озера. Обнаруженных моллюсков фотографировали, очищали от дрейссены, обмеряли и взвешивали, после чего возвращали в место отлова. Отметим, что по литературным данным [1] до вселения дрейссены в оз. Мястро встречалось два вида беззубок (*Anodontacygnea* L. 1758 и *A. anatina* L. 1758), однако определение видового состава беззубок не входило в задачи данного исследования.

Из восьми обследованных станций беззубки были обнаружены только на четырёх из них. При этом, более-менее массово моллюски встречались лишь на станции 4 (N 54 53.203 E 026 54.056), расположенной недалеко от д. Минчаки – там было обнаружено 30 беззубок. Всего же было отловлено 34 беззубки. Также стоит отметить, что в месте массовой находки беззубок дрейссена практически не встречалась. Степень обрастания беззубок дрейссеной варьировала от 10% площади раковины до полного обрастания, однако у большинства отловленных беззубок площадь обрастания не достигала 50 % раковины. Наибольшая степень обрастания дрейссеной наблюдалась у беззубок, обнаруженных за пределами станции 4.

Отловленные беззубки характеризовались следующими показателями: средняя длина раковин ( $\pm$  SD) составила  $53,2 \pm 12,1$  мм., при колебаниях от 26,1 до 78,2 мм. Средние значения ширины и высоты раковин составили соответственно  $27,3 \pm 5,9$  (16,5–42) и  $20 \pm 3,9$  (12,7–28,6) мм; средняя масса моллюсков составила  $18,4 \pm 9,5$  (3,2–34,6) г.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на ярко выраженное угнетающее действие дрейссены на популяцию беззубки (найлены раковины мёртвых беззубок, обросших дрейссеной, а так же деформации раковин у живых сильно обросших дрейссеной особей), в озере сохранился биотоп, являющийся своеобразным рефугиумом для популяции беззубки. Этот биотоп характеризуется активным волновым воздействием, наличием крупнодисперсного песчаного грунта, изолированностью от основной площади озера. Постоянные подвижки грунта создают неблагоприятные условия для осаждения и развития планктонных личинок дрейссены, но не являются критичными для развития более крупных моллюсков, таких как беззубки. На близлежащих станциях были обнаружены одиночные особи, в то время как на дальних станциях раковины беззубок найдены не были, что подтверждает предположение о расселении из рефугиума. По всей видимости, данный

биотоп играет ключевую роль в сохранении популяции беззубки в озере Мястро, при осмотре литорали озера иных подобных «убежищ» обнаружено не было, что, однако, не исключает их существования, поэтому планируется продолжение работ в данном направлении с целью уточнения состояния популяции беззубки в озёрах Нарочанской группы.

1. Экологическая система Нарочанских озёр / Под ред. Г.Г. Винберга.– Мн.: Изд-во «Университетское», 1985. – 303 с.

## THE CURRENT STATUS OF THE *ANADONTA* SP. POPULATION OF THE MYASTRO LAKE

A. Panko, D. Kryuk, H. Zhukava

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*darkpankar@gmail.com*

Of the eight surveyed stations, *Anadonta* molluscs were found only in four of them. The highest amount of the molluscs were found at station 4 (N 54 53.203 E 026 54.056), located near the village of Minchaki - there were found 30 mussels. In total, 34 specimens were caught. It is also worth noting that there was quite low population of the zebra mussel in the place of the highest concentration of the duck and swan mussels. The degree of fouling of the *Anadonta* mussels with dreissena varied from 10 % of the shell area to full fouling, but most of the caught mussels had the fouled area less than 50 % of the shell. The highest degree of fouling with the dreissena was observed on the mussels found outside the station 4.

The captured molluscs were characterized by the following parameters: mean length of the shells ( $\pm$  SD) was  $53.2 \pm 12.1$  mm, with oscillations from 26.1 to 78.2 mm. The mean values of the width and height of the shells were  $27.3 \pm 5.9$  ( $16.5 \pm 4.2$ ) and  $20 \pm 3.9$  ( $12.7 \pm 28.6$ ) mm, respectively; the average mass of mollusks was  $18.4 \pm 9.5$  (3.2–34.6) g.

Studies have shown that, despite the pronounced inhibitory effect of the zebra mussel on the *Anadonta* population (found shells of dead mussels, overgrown with the dreissena, as well as deformed shells of the living duck and swan mussels strongly overgrown with dreissena), the lake has preserved a biotope, which is a kind of refugium for the *Anadonta* population.

---



## ОДОНАТОФАУНА ОКРЕСНОСТЕЙ Г. БОРИСОВА

**И.С. Плотников<sup>1</sup>, С.В. Левый<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>ОО «Ахова птушак бацькаўшчыны», Минск, Беларусь

igorokgt@yandex.ru; levy@ptushki.org

Число описанных видов стрекоз по данным на август 2013 года – 6650 видов [1].

К настоящему времени на территории Беларуси зарегистрировано 67 видов стрекоз [2]. Однако, в отдельных регионах фаунистические исследования практически не проводились. Поэтому целью данного исследования является установление видового состава стрекоз окрестностей г. Борисов.

Материалом для исследования послужили данные авторов, полученные в ходе учетов видового состава стрекоз в полевые сезоны 2012–2015 гг. в окрестностях г. Борисов. Лов стрекоз проводили с помощью энтомологических сачков в поймах, по берегам и у уреза воды на различного типа водных объектах: озерах (оз. Великое, оз. Малое, оз. у д. Дубени, оз. у д. Бытча, оз. у д. Тарасово), реках (р. Березина, р. Сха, р. Усяжа, р. Плиса), затопленных торфопеработках (у д. Усяжа, на р. Гайна, очистные г. Борисова), водохранилищах (вдхр. Староборисовский заказник, вдхр. Лошицкое), прудах (у о.п. Печинский, на танкодроме южнее г. Борисова, у д. Селитренка), а также по опушкам, на полянах и по лесным дорогам. Личинок стрекоз ловили, используя гидробиологический сачок в прибрежной части водных объектов. Часть видов определялась по фотографии. Собирались также экзувии стрекоз, оставшиеся после выхода имаго. В ходе проведения исследований совершено 100 обловов, отмечено около 2500 экземпляров стрекоз. Идентификацию проводили по имеющимся определителям [3, 4].

Из подотряда Zygoptera отмечено 16 видов: *Coenagrion hastulatum*, *Coenagrion puella*, *Coenagrion scitulum*, *Erythromma najas*, *Erythromma viridulum*, *Erythromma viridulum*, *Coenagrion pulchellum*, *Coenagrion lunulatum*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Lestes dryas*, *Lestes sponsa*, *Lestes virens*, *Chalcolestes viridis*, *Platycnemis pennipes*. Подотряд Anisoptera представлен 31 видом: *Aeshna grandis*, *Aeshna isocles*, *Aeshna cyanea*, *Aeshna juncea*, *Aeshna mixta*,

*Aeschna viridis*, *Brachytron pratense*, *Anax imperator*, *Anax parthenope*, *Cordulia aenea*, *Somatochlora metallica*, *Epithea bimaculata*, *Somatochlora flavomaculata*, *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus*, *Gomphus vulgatissimus*, *Sympetrum pedemontanum*, *Leucorrhinia rubicunda*, *Sympetrum flaveolum*, *Libellula quadrimaculata*, *Sympetrum sanguineum*, *Leucorrhinia dubia*, *Leucorrhinia albifrons*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Leucorrhinia caudalis*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum danae*, *Orthetrum albistylum*, *Orthetrum cancellatum*, *Libellula depressa*, *Libellula fulva*. В ходе проведения исследований нами в окрестностях г. □ Борисова выявлено обитание 47 видов стрекоз из двух подотрядов и 8 семейств. Среди выявленных видов 4 занесено в Красную книгу Республики Беларусь: *O. □ cecilia*, *An. □ imperator*, *B. pratense*, *Aes. viridis*.

1. Zhang, Z.-Q. Phylum Athropoda / Z.-Q. Zhang // Zootaxa. – 2013. – Vol. 3703, No 1. – P. □ 17–26.

2. О распространении стрекозы шафранки красной (*Crocotthemis erythraea* Brulle, 1832) в Беларуси/ Д.А. Китель [и др.] // Итоги и перспективы энтомологии в Восточной Европе: Материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, 6–8 сентября 2017 г. – Минск, 2017. – С. 233–239.

3. Dijkstra, K.-D.B. Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe / K.-D.B. Dijkstra. – UK: British Wildlife Publishing, 2010. – 320 p.

4. Стрекозы Беларуси (Odonata of Belarus) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://odonata.weebly.com>. – Дата доступа: 29.07.2017.

## ODONATA OF THE VICINITIES OF BORISOV (BELARUS)

I.S. Plotnikov<sup>1</sup>, S.V. Levy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup>*PO "Protection of Homeland Birds", Minsk, Belarus*

*igorokgt@yandex.ru; levy@ptushki.org*

Right now, there are 67 species of dragonflies registered in Belarus. However some territories are still almost unresearched so the goal of this research was to establish species composition of Borisov region. During the research 47 species of dragonflies from 8 families were found, 4 of which are in a Red book of the Republic of Belarus.

---

# ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК КАШТАНА КОНСКОГО ОБЫКНОВЕННОГО УХОДЯЩИМИ НА ОКУКЛИВАНИЕ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД ЛИЧИНКАМИ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. □ МИНСКА

**А.С. Рогинский**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*bio.roginski@mail.ru*

При подборе ассортимента декоративных культур для использования в озеленении внимание обращается не только на их эстетическую ценность, но также на их устойчивость к вредителям и болезням. К числу высокоустойчивых в условиях Беларуси древесных пород долгое время относился каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.) [1], происходящий с Балканского полуострова и получивший широкое распространение в культуре по всей территории Европы и части Азии [2]. Однако в настоящее время в Беларуси, как и большинстве европейских стран, он подвергается повреждению каштановой минирующей молью (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae), гусеницы которой развиваются в минах на листовых пластинках. При массовом размножении вредителя наблюдается ухудшение эстетических качеств растений, а также преждевременное опадение листвы. Количество генераций *C. ohridella*, развивающихся за один сезон, в условиях разных климатических областей различается: в условиях Беларуси вид дает от 2 до 3 полных поколений [3]. Зимуют куколки в характерных колыбельках с утолщенными стенками, которые сплетают личинки 6-возраста прямо в листовых □ минах □ [4].

Для установления количественных показателей, характеризующих число особей каштановой минирующей моли, завершивших сооружение зимовочных колыбелек, нами в весенний период 2015 г. выполнялись обследования зеленых насаждений г. Минска с отбором проб опада (объем выборки – не менее 32 листовых пластинок; 14 точек). Такие листья характеризуются максимальным за сезон (интегральным) уровнем заселенности. В лаборатории подсчитывали общее количество мин на листовых пластинках.

По результатам выполненных учетов установлено, что среднее количество мин с зимовочными колыбельками в пересчете на листовую

пластинку, варьировало в пределах от 2,2 (ул. □ Бельского, 18) до 15,17 (парк Челюскинцев) на простой лист, а среднее по всем точкам учетов составило 5,78 мин на листовую пластинку. Очевидно, что на уровень заселенности влияют мероприятия по уборке листвы, – в местах, где под кронами деревьев она убирается, количество мин на листовых пластинках значительно меньше, чем там, где она остается.

Полученные для зеленых насаждений г. □ Минска результаты позволяют констатировать вариабельность уровня заселенности листовых пластинок каштанов уходящими на зимовку личинками каштановой минирующей моли. Эти данные косвенно указывают на эффективность проведения мероприятий по сбору и вывозу из насаждений листового опада.

1. Горленко, С.В. Вредители и болезни интродуцированных растений / С.В. Горленко, Н.А. Панько. – Минск : Наука и техника, 1967. – 136 с.

2. Григорюк, І.П. Біологія каштанів / І.П. Григорюк, С.П. Машковська, П.П. Яворовський, О.В. Колесніченко. – Київ : Логос, 2004. – 380 с.

3. Рогинский, А.С. Phenology of the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) under the conditions of the republic of Belarus / А.С. Рогинский // Иностранные языки и современный мир: межд. науч. конф., 15 апреля 2016 г. (г. Брест). – Брест : БрГУ, 2016. Ч. 1. – С. 229–230.

4. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А.В. Алехнович [и др.]; под. общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 105 с.

# THE INHABITANCE OF HORSE CHESTNUT LEAVES BY PUPATING LARVAE OF THE HORSE-CHESTNUT LEAF MINER IN THE AUTUMNAL PERIOD UNDER CONDITIONS OF GREEN STANDINGS OF MINSK

A.S. Roginsky

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*bio.roginski@mail.ru*

Samples of fallen leaves of horse-chestnut with mines containing wintering pupae of horse-chestnut miner *Cameraria ohridella* were collected in green standings of Minsk. A number of mines varied from 2.2 to 15.17 with an average value of 5.78 mines per leaf plate. This data will allow to estimate the

efficiency of carrying out autumn and spring measures for removal leaf litter, effect on future and damage of chestnut leaves by the miner in green plantations.

---

## **БОЖЬИКОРОВКИ – ЭНТОМОФАГИАЛЫЧЕВО-ДРЕМОВОЙТЛИ (*BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP., 1956)**

**О.В. Синчук, А.И. Астапенко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*aleh.sinchuk@gmail.com; astapenko\_nastya10@mail.ru*

Большинство видов кокцинеллид, обитающих на территории Беларуси, являются афидофагами [1]. Многие из видов божьих коровок питаются различными видами тлей и могут не только осуществлять контроль численности фитофагов, но и служить агентом биологической борьбы с вредителями [2]. На территории Беларуси, исследования по трофическим связям кокцинеллид с тлями изучены только для некоторых видов [3]. Поскольку алычево-дремовая тля является фоновым инвазивным видом [4], осуществление контроля численности данного вида является важной задачей.

Материалом для исследований послужили обследования зеленых насаждений в 2016–2017 гг в гг. Брест и Минск. При выявлении колоний алычево-дремовой тли регистрировались трофические связи с божьими коровками. Идентификацию божьих коровок и тлей проводили по специализированным определителям [5].

В условиях г. Бреста алычево-дремовую тлю поедают гармония изменчивая (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773), четырнадцатипятнистая (*Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758), семиточечная (*Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758), петиточечная (*Coccinella quinquepunctata* Linnaeus, 1758), двухточечная (*Adalia bipunctata* Linnaeus, 1758) коровки. В условиях г. Минска *B. divaricatae* поедают десятиточечная (*Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)), *A. bipunctata*, *C. septempunctata*, *C. quinquepunctata* и *Cal. quatuordecimguttata* коровки. Наиболее часто на колониях алычево-дремовой тли в условиях г. Минска отмечается *A. bipunctata*, а на территории г. Бреста – *H. axyridis* и *A. bipunctata*. При этом при выявлении гармоний, как правило, другие виды коровок не отмечаются, что обусловлено конкурентным вытеснением, связанным с поеданием личинок других видов кокцинеллид.

Таким образом, отмечено 6 видов коровок трофически связанных с алычево-дремовой тлей. Наиболее часто в условиях гг. Бреста и Минска встречаются нативная – двухточечная коровка и инвазивная – гармония изменчивая.

1. Буга, С.В. Обзор фауны кокцинеллид (Coleoptera: Coccinellidae) Белоруссии / С.В. Буга, Е.С. Шалапенко // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – С. 111–121.

2. Савойская, Г.И. Кокцинеллиды (систематика, применение в борьбе с вредителями сельского хозяйства) / Г.И. Савойская. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 248 с.

3. Буга, С.В. Кокцинеллиды (Coleoptera: Coccinellidae) в структуре комплексов маломобильных энтомофагов дендрофильных тлей (Sternorrhyncha: Aphidoidea) / С.В. Буга, А.П. Колбас, О.В. Синчук // Труды БГУ. – 2016. – Т. 11., Ч. 2. – С. 359–367.

4. Фоновые инвазивные виды членистоногих – вредителей древесных растений зеленых насаждений Беларуси / Д.Г. Жоров [и др.] // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2016. – №1. – С. 25–34.

5. Fürsch, H. Coccinellidae / H. Fürsch // Die Käfer Mitteleuropas. – Krefeld, 1967. – Bd. 7. – S. 216–277

LADYBUGS – ENTOMOPHAGS *BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP,  
1956.

A.V. Sinchuk, A.I. Astapenco

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*aleh.sinchuk@gmail.com; astapenko\_nastya10@mail.ru*

In the green stands of Brest and Minsk, there are 6 species of Coccinellidae that feed on *B. divaricatae*. In the conditions of the city of Brest, the most common are *Adalia bipunctata* and *Harmonia axyridis*, in Minsk – *A. bipunctata*.

---

**ПЕРВАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ВЕРХНЕСТОРОННЕЙ  
БЕЛОАКАЦИЕВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ  
(*PARECTORA ROBINIELLA CLEMENS*, 1863) В Г. ВИТЕБСКЕ**

**О.В. Синчук, М.В. Волосач**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*aleh.sinchuk@gmail.com; marinavolosach@yahoo.com*

Верхнесторонняя белоакациевая минирующая моль-пестрянка *Parectoparobiniella* (Clemens, 1863) – вид североамериканского происхождения [1]. На территории Европы вид впервые отмечается в Италии (недалеко от г. Милана) в 1970 г. [2]. В настоящее время *P. robinella* отмечается в Англии, Франции, Испании, Германии, Швейцарии, Австрии, Чехии, Польше, Словении, Словакии, Венгрии, Хорватии, Румынии, Сербии, Болгарии, Македонии, Литве [1]. На территории Беларуси эта моль-пестрянка впервые была зарегистрирована в 2011 г. [3]. К настоящему времени вид отмечен на территории всех областей республики, кроме Витебской, что обусловлено невысокой плотностью произрастания здесь робинии обыкновенной. К настоящему времени вид отмечался в Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях [4].

Материалом для исследований послужили обследования зеленых насаждений г. Витебска в 2017 г. Для этих целей обследовалась робиния обыкновенная (*Robinia pseudoacacia* L., 1753) на наличие видоспецифичных повреждений, вызываемых фитофагами. Для идентификации видовой принадлежности фитофагов использовали иллюстрированный определитель [5].

В условиях зеленых насаждений г. Витебска (07.08.2017, парк имени Советской Армии, leg. Волосач) впервые отмечается *P. robinella* – инвазивный видмоль-пестрянок, занесенный в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси [3]. Данный инвазивный минер проник в г. Витебск, скорее всего, с посадочным материалом, так как естественная экспансия невозможна из-за низкой плотности насаждений робинии. На данный момент обнаружено единичное повреждение верхнесторонней белоакациевой минирующей моли-пестрянки. Выживаемость минера в Витебской области не изучалась, и пока неизвестно, произойдет ли акклиматизация *P. robinella*. Однако, учитывая климатические условия

естественного ареала обитания, возможно и увеличение плотности вредителя.

Таким образом, к настоящему времени *P. robiniella* отмечена во всех административных областях Беларуси. Несмотря на это, экспансия данного вредителя по территории страны еще не завершилась.

1. Lepidoptera. Chapter 11 / Lopez-Vaamonde C. [et al.]. // BioRisk. – 2010. – Vol. 4. – P.603–668.

2. Vidano, C. Fogliolinedi *Robiniapseudoacacia* conminediun Microlepidoppteronuovoperl'Italia / C. Vidano // L'apicoltura moderna. – 1970. – Vol. 61, No 10. – P. 1–2.

3. Сауткин, Ф.В. Моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредители декоративных деревьев и кустарников зеленых насаждений Беларуси. Часть 2: подсемейства Glacillariinae, Orniginae, Phyllocnistinae / Ф.В. Сауткин, С.И. Евдошенко // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 5. – 2013. – № 1. – С. 151–159.

4. Сауткин Ф.В., Синчук О.В. *Parectoparobiniella* Clemens, 1863 // Черная книга инвазивных видов животных Беларуси. Минск, 2016. – С. 88–90.

5. Willem, N.E. Plant Parasites of Europe leafminers, galls and fungi [Electronic resource] / N.E. Willem. – 2001–2017. – Mode of access: <http://bladmineerders.nl>. – Date of access: 10.08.2017.

# FIRST RECORD OF LOCUST DIGITATE LEAFMINER (*PARECTOPA ROBINIELLA* CLEMENS, 1863) IN VITEBSK

A.V. Sinchuk, M.V. Volosach

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*aleh.sinchuk@gmail.com*

*Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) is an invasive leaf miner in Belarus. The species was recorded at first in Vitebsk (Belarus) under the conditions of green stands (August 7, 2017, the Soviet Army Park, leg. Volosach). Most likely *P. robiniella* was imported to Vitebsk with infected plant material.

---



**СПЕКТР КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-  
ПЕСТРЯНКИ *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)  
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ И ДРУГИХ РЕГИОНАХ МИРА**

**О.В. Синчук, А.Б. Трещева**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
aleh.sinchuk@gmail.com; byka-1995@mail.ru*

Тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)) – фоновый вид на территории Беларуси. Личинки данного вида минируют листовые пластинки различных представителей рода *Populus* [1]. Спектр кормовых растений тополевой моли-пестрянки до настоящего времени детально не изучался.

Материалом для исследований послужили сборы фактического материала на территории всех районов интродукции древесных растений в 2015–2017 гг. Собранные видоспецифичные повреждения с тополей гербаризировали среди листов газетной бумаги в гербарном прессе. Для идентификации использовали иллюстрированный определитель [2].

Трофические предпочтения минера в условиях различных регионов отличаются. В г. Москва топовая моль плотно заселяет тополя душистый (*Populus suaveolens* Fisch.) и бальзамический (*P. balsamifera* L.), в меньшей степени повреждаются – лавролистный (*P. laurifoliella* Ledeb.), в то время как листья тополя белого (*P. alba* L.), черного (*P. nigra* L.) и пирамидального (*P. nigra* var. *pyramidalis* Spach.) не повреждаются. На Украине топовая моль предпочитает *P. laurifoliella*, *P. nigra* var. *pyramidalis*, китайский (*P. simonii* Carr.), каролинский душистый (*P. carolinensis* Munch.). В Средней Азии – *P. nigra* var. *pyramidalis*, *P. nigra*, канадский (*P. x canadensis* (Dode) Guinier), *P. alba*. В Армении *Ph. populifoliella* повреждаются пирамидальные формы [1]. В Европе отмечается на тополях дрожащем (*P. tremula* L.), *P. alba*, *P. nigra*, *P. x canadensis*, дельтовидном (*P. deltoides* W. Bartram ex Marshall), *P. balsamifera*, берлинском (*Populus x berolinensis* K. Koch), *P. laurifoliella* [3]. При массовых размножениях топовая моль успешно заселяет различные виды рода *Salix* sp. [4].

В условиях Беларуси отмечается высокая плотность *Ph. populifoliella* на *P. x canadensis*, *P. balsamifera*. В меньшей степени отмечается на *P.*

*nigravar. pyramidalis* и *P. alba*. Также зарегистрированы мины тополевой моли-пестрянки на тополях длиннолистном (*P. longifolia* Fisch.) и *P. simonii*[5]. На других видах тополей развитие личинок *Ph. populifoliella* не отмечено.

1. Белова, Н.К. Тополевая моль / Н.К. Белова, А.И. Воронцов // Защита растений. – 1987. – № 7. – С. 32–35.

2. Willem, N.E. Plant Parasites of Europe leafminers, galls and fungi [Electronic resource] / N.E. Willem. – 2001–2017. – Mode of access: <http://bladmineerders.nl>. – Date of access: 10.08.2017.

3. Rennwald, E. *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) [Electronic resource] / E. Rennwald // Bestimmungshilfe für die in Europa nachgewiesenen Schmetterlingsarten. – Mode of access: [http://www.lepiforum.de/lepiwiki.pl?Phyllonorycter\\_Populifoliella](http://www.lepiforum.de/lepiwiki.pl?Phyllonorycter_Populifoliella). – Date of access: 10.08.2017.

4. Румянцев, П.Д. Биология тополевой моли в условиях Москвы / П.Д. Румянцев // Зоологический журнал. – 1934. – Т. 13, вып. 2. – С. 257–279.

5. Чумаков, Л.С. Экологическая оценка поражения насаждений тополя тополевой минирующей молью (*Lithocolletis populifoliella* Tr.) в городе Минске / С.Л. Чумаков, О.В. Лозинская // Экологический вестник. – 2015. – № 1. – С. 94–101.

# SPECTRUM OF FODDER PLANTS *PHYLLONORYCTER* *POPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833) IN CONDITIONS OF BELARUS AND OTHER REGIONS OF THE WORLD

A.V. Sinchuk, A.B. Trescheva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*aleh.sinchuk@gmail.com; byka-1995@mail.ru*

*Phyllonorycter populifoliella* larvae feed on various species of the genus *Populus*. In the world, *Ph. populifoliella* feed on 11 species of poplars and representatives of the genus *Salix* sp., in Belarus – 6 species of poplars.

---

## ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЭНДОСИМБИОНТОВ ОБЛАДАЮЩИХ ЗАЩИТНОЙ ФУНКЦИЕЙ У ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ НА ПРИМЕРЕ *MACROSIPHUM GEI* КОШ, 1855

Д.П. Сироткина

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь  
*sirotkinadana@gmail.com*

Тли, являющиеся вредителями большого числа сельскохозяйственных культур, характеризуются комплексом эндосимбиотических микроорганизмов, некоторые из них определяют резистентность к патогенам и паразитоидам. В частности, бактерии *Hamiltonella defensa*, *Regiella insecticola* и *Serratia symbiotica* ассоциированы с повышенной устойчивостью к паразитоидам и патогенным грибам у насекомых-хозяев [1]. Широкое распространение таких микроорганизмов может свидетельствовать о том, что эти насекомые могут обладать повышенной жизнеспособностью, поэтому скрининг бактерий данных видов представляет собой важную исследовательскую задачу.

В качестве модельного объекта были выбраны тли *Macrosiphum gei*, коллектированные в 2008–2016 гг. на территории памятника природы «Дубрава» Минск, Беларусь. Выборка содержала 91 особь тлей. ДНК выделили из единичных особей с использованием коммерческого набора «DNA Purification Kit» (Thermo Scientific). ПЦР провели с использованием родоспецифичных диагностических праймеров, предложенных Т. Tsuchida [2]. Электрофоретическое разделение продуктов провели в 1,5 % агарозном геле с использованием маркера молекулярного веса «GeneRuler DNA LadderMix»

В ходе исследования было показано, что тли данного вида содержали все симбиотические микроорганизмы, по которым проводился скрининг. Так, *R. insecticola* была детектирована в 79 из 91 особи, *H. defensa* обнаруживалась в 16 образцах, а 7 особей из 91 исследованных несли бактерий *S. symbiotica*. Стоит отметить, что 14 особей были заражены двумя симбионтами одновременно, а в 4 особях регистрировались все 3 вида микроорганизмов, по которым проводился скрининг, то есть наблюдалась суперинфекция.

В ходе исследований были обнаружены все рассматриваемые виды микроорганизмов, *R. insecticola* имела высокую встречаемость, тогда как

бактерии видов *H. defensa* и *S. symbiotica* детектировались значительно реже. Было показано, что некоторые особи тлей были заражены одновременно двумя или тремя видами симбионтов, обладающих функциями резистентности к патогенам и паразитоидам. Было установлено, что 89 % особей тлей в исследованной выборке содержали протективных эндосимбионтов.

*Исследование выполнено при поддержке, выделенного Министерством образования Республики Беларусь гранта студентов, аспирантов, докторантов в 2017 г.*

1. Facultative symbionts in aphids and the horizontal transfer of ecologically important traits / K.M. Oliver [et al.] // Annual Review of Entomology. – 2010. – Vol. 55, No 1. – P. 247–266.

2. Facultative bacterial endosymbionts of three aphid species, *Aphis craccivora*, *Megoura crassicauda* and *Acyrtosiphon pisum*, sympatrically found on the same host plants / T. Tsuchida [et al.] // Appl. Entomol. Zool. – 2006. – Vol. 41, No 1. – P. 129–137.

## PROTECTIVE ENDOSYMBIOTIC BACTERIA OCCURRENCE IN APHIDS *MACROSIPHUM GEI* KOCH, 1855 OF FAUNA OF BELARUS

D. Sirotkina

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*sirotkinadana@gmail.com*

Protective endosymbionts were detected in 89 % of examined aphids. Some individuals harbored two or three different species of symbionts. The results can have important applications for the management of pests.

Aphids *Macrosiphum gei* show high occurrence frequencies of endosymbiotic bacteria associated with protective role in hosts, which should be considered in pest control.

---

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОМАТОВ И ПЕРЦЕВ В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПУТЕМ ТОРФОВАНИЯ**

**О.В. Слабко**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь  
ecodept@tut.by*

В центре внимания органико-биологического земледелия находится почва, поэтому все мероприятия, нацеленные на обработку культур, должны быть направлены в первую очередь на сохранение и повышение плодородия почвы, предотвращение её истощения и загрязнения [1]. Почвы легкого гранулометрического состава – рыхлосупесчаные и песчаные, обладают благоприятным воздушным и тепловым режимом, но бедны гумусом, азотом, зольными элементами питания и в процессе использования быстро истощаются. Одним из перспективных направлений коренного улучшения низкоплодородных почв является их оптимизация на основе торфования. Теоретические основы реконструкции почв путем оптимизации (улучшения) их гранулометрического состава заложил профессор А.Г. Медведев [2]. Целью работы было установить влияние разной степени оптимизации дерново-подзолистой песчаной почвы путем торфования на примере томата и перца.

Лабораторный опыт проводился на базе биологического факультета БГУ в 2015-2016 гг. Схема опыта включала четыре варианта. Исследуемые варианты закладывались в трёхкратной повторности, с одинаковым объемом почвы. Томаты и перцы выращивали в горшках объемом 3 литра. В качестве исходного компонента использовалась связнопесчаная почва, в которую добавлялся низинный торф в разных дозах: 1. – контроль (песчаная почва); 2. – 1,5 л почвы + 1,5 л торфа (соотношение 1:1); 3. – 2 л почвы + 1 л торфа (соотношение 2:1); 4 – 2,5 л почвы + 0,5 л торфа.

В ходе фенологических наблюдений и морфометрических измерений отмечается лучшее развитие томата сорта Бонсай в соотношении 3:1 и 2:1, по отношению к контролю. А в эксперименте при использовании перца сорта Париж лучшее развитие наблюдается в соотношении почвы и торфа 1:1 и 3:1.

В ходе эксперимента следует отметить, что вес плодов томатов сорта Бонсай коррелирует с дозой, внесенного торфа. Во всех опытных вариантах масса плодов выше, чем в контроле. При этом крупнее плоды в исследуемых горшках, где торф к почве находится в соотношении 1:1 ( $6 \pm 1,2$  г) по отношению к контролю ( $3,2 \pm 1,4$  г). Такая же зависимость наблюдается и при выращивании перца сорта Париж. В опытных вариантах в соотношении 1:1 и 3:1 плоды перцев имеют больший вес по отношению к контролю. Более крупные плоды отмечаются в соотношении торфа и почвы 1:1 ( $34,3 \pm 1,5$  г).

По опыту исследования в 2015 году, стоит отметить, что масса сухого вещества в плодах томата в соотношении 3:1 намного больше ( $6,8 \pm 1,4$  г), чем в остальных вариантах опыта. Хотя сами плоды в варианте с соотношением 1:1 имеют больший вес по отношению к варианту 3:1. Это значит, что плоды в вариантах опыта 3:1 меньше, но качественнее. Масса сухого вещества в плодах перца в исследуемом опыте в 2016 году в соотношении 1:1 почвы и торфа значительно больше ( $2,3 \pm 1,2$  г), чем в остальных вариантах опыта. На основе данных можно сделать вывод о том, что наилучшее соотношение почвы и торфа для плодов перца составляет соотношение почвы и торфа 1:1.

Таким образом, проведенные исследования по оптимизации песчаной почвы показали, что применение торфования является эффективным в улучшении качества плодов исследуемых овощных культур, таких как томата сорта Бонсай и перца сорта Париж.

1. Экологическое земледелие: монография / С.С. Позняк, Ч.А. Романовский; под общ. ред. С.С. Позняка. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. – 327 с.

2. Медведев А.Г., Иванов Н.П., Чертко Н.К., Липская Г.А., Куликов Я.К. Способ мелиорации дерново-подзолистых полугидроморфных легких почв: А.с. 1454273 (СССР) // О.И. 1989. № 4. С. 64.

# MORPHOMETRIC AND QUALITATIVE INDICATORS OF TOMATOES AND PEPPERS IN THE CONDITIONS OF DIFFERENT DEGREE OF OPTIMIZATION OF THE SODDY PODZOLIC SANDY SOIL BY TRAFFICKING

O.V. Slabko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*ecodept@tut.by*

The result of the realized investigation which was made three times with equal amount of soil was the foundation of the most suitable proportions of soil and peat. The best results in comparison with the control of tomatoes cultivar Bonsai were in the proportions of soil and peat 3:1, 2:1. The best development of peppers cultivar Paris is in the proportions of soil and peat 3:1, 2:1 but it should be mentioned that the quality of fruit is better in the proportions of soil and peat 1:1. According to the received information is clear that the quantitative characteristics of the harvest are higher in proportions of soil and peat 3:1, 2:1 for tomatoes cultivar Bonsai and 1:1 peppers cultivar Paris.

Optimization of characteristics of soddy podzolic soil through adding peat makes the quantitative characteristics of vegetable crops better (exemplified by tomatoes cultivar Bonsai and peppers cultivar Paris). And also amelioration helps to raise a quality of vegetable crops.

---

## ВИДОВОЙ СОСТАВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ Г. ГРОДНО (БЕЛАРУСЬ)

Н.А. Тарасюк

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,*

*Гродно, Беларусь*

*Kazak\_NA@grsu.by*

Наземные моллюски широко распространены и играют существенную роль в экосистемах: служат важным источником пищи для других животных, играют большую роль в почвообразовании, изменения параметров раковины моллюсков являются очень хорошими индикаторами состояния среды обитания. Несмотря на наличие литературных данных, наземные моллюски остаются недостаточно изученной группой животных на территории Беларуси, а территория г. Гродно в этом отношении мало изучена.

Изучение фауны наземных моллюсков на территории г. Гродно и окрестностей осуществляли в 2012–2013, 2013–2014, 2015–2016 гг. Сбор материала проводили в различных биотопах: по берегам рек Неман и Лососянка, ручья Юрисдика, в лесопарках Румлево и Пышки, в Коложском парке, в малоэтажной жилой застройке г. Гродно, а также в агроценозах окрестностей города. Моллюсков собирали методом ручного сбора на маршруте и кошением энтомологическим сачком [1].

Всего обработано 2676 экземпляров наземных моллюсков. В полевые сезоны 2012–2013 гг. собрано и определено 1504 экземпляров наземных моллюсков, относящихся к 10 видам класса брюхоногие моллюски (Gastropoda) из 4 семейств отряда Stylommatophora (стебельчатоглазые); в 2013–2014 гг. собрано и определено 980 экземпляров наземных моллюсков, относящихся к 10 видам из 6 семейств отряда Stylommatophora; в 2015–2016 гг. собрано и определено 195 экземпляров наземных брюхоногих моллюсков, относящихся к 10 видам из 7 семейств отряда Stylommatophora.

Наиболее часто встречались виды *Helix pomatia* L. (улитка виноградная), *Bradybaena fruticum* Mull. (улитка кустарниковая), *Euomphalia strigella* D. (улитка лысеющая), *Succinea putris* L. (янтарка обыкновенная), *Cepaea hortensis* Mull. (улитка садовая), *Cepaea nemoralis* L. (улитка лесная). *Trichia hispida* L. и *Helicella candicans* P. отмечены в полевые сезоны 2012–2013 и 2013–2014, *Monacha cartusiana* Mull. – в полевые сезоны 2012–2013 и 2015–2016. *Arianta arbustorum* L. встречалась только в полевые сезоны 2012–2013, *Arion subfuscus* D. и *Limax maximus* L. – только в полевые сезоны 2013–2014, а *Cochlodina laminate* M., *Enamontana* D., *Zonitoides nitidus* Mull. – только в полевые сезоны 2015–2016.

Таким образом, на территории г. Гродно выявлено 15 видов наземных брюхоногих моллюсков.

1. Рыжая, А.В. Методические указания к летней учебно-полевой практике по зоологии беспозвоночных / А.В. Рыжая, Т.С. Копысова – Гродно: ГрГУ, 1998. – 48 с.



## TERRESTRIAL MOLLUSKS SPECIES COMPOSITION IN GRODNO (BELARUS)

N.A. Tarasyuk

*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

*Kazak\_NA@grsu.by*

The study of terrestrial mollusks fauna on the Grodno territory was conducted in 2012–2013, 2013–2014, 2015–2016. The mollusks were collected manually on the route and with the help of an entomological net in Grodno various biotopes. The most frequent species are *Helixpomatia* L., *Bradybaena fruticum* Mull, *Euomphaliastrigella* D., *Succineaputris* L., *Cepaeahortensis* Mull., *Cepaeaanemoralis* L. During the research period on the territory of Grodno 15 species of terrestrial molluscs identified.

---

## ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *POPULUS X EURAMERICANA* DODE (GUINIER) ЛИЧИНКАМИ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PHYLLONORYCTERPOPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833))

А.Б. Трещева

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*byka-1995@mail.ru*

Тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycterpopulifoliella*) является минирующим филлофагом различных видов и форм тополей (*Populus*spp.) [1]. Тополя широко используются в озеленении городов и других населенных пунктов Беларуси, особенно вдоль придорожных полос. Наиболее широко в насаждениях представлены гибридные формы тополей группы *Populusnigra*L. (sect. *Aigeiros*) и, в частности, *Populusx euramericana*Dode (Guinier) [2], которые в середине XX века активно использовались для озеленения.

Личинки *Ph. Populifoliella* формируют две генерации в условиях Беларуси. В 2016 г. зарегистрирована вспышка массового размножения тополевой минирующей моли-пестрянки. На территории г. Минска проведены исследования в arboretume Центрального ботанического сада НАН Беларуси 05.07.2016 (далее – В) и в районе стадиона «Трактор» 13.07.2016 (далее – Т) на тополе евроамериканском. Поврежденные листовые пластинки сушились в гербарных сетках, а потом сканировались с нижней стороны на планшетном сканере EpsonPerfection 4180 Photo с

разрешением 300 dpi. Для установления площади мин использовалось свободное программное обеспечение ImageJ [3]. Структурирование данных производили в LibreOfficeCalc, обработку данных осуществляли средствами RStudio. Для сравнения достоверности различий между выборками использовали непараметрический критерий Уилкоксона-Манна-Уитни. Заселенность листовых пластинок (отношение поврежденных листовых пластинок к общему числу рандомизированно отобранных листовых пластинок в %) *Populusx euramericanas* составляла от 60 до 100 % для первой генерации. На второй генерации на древесных растениях отмечалась заселенность – 70–100 % Площади отдельных мин *Ph. Populifoliella* составляют  $0,97 \pm 0,02$  (В),  $1,05 \pm 0,02$  (Т) см<sup>2</sup> ( $p > 0,05$ ). Сумма площадей отдельных мин на всю листовую пластинку варьирует от  $12,97 \pm 1,24$  см<sup>2</sup> (В) до  $22,93 \pm 1,65$  см<sup>2</sup> (Т) ( $p < 0,05$ ). Поврежденность листовых пластинок (отношение суммы площадей мин на отдельных листовых пластинках к общей площади листа) тополевой молью-пестрянкой составляет –  $37,00 \pm 2,36$  % (В),  $51,85 \pm 2,76$  % (Т) ( $p < 0,05$ ). По окончании второй генерации поврежденность может составлять 80–85 %, но чаще всего сильно поврежденные на первой генерации листовые пластинки опадают и тогда поврежденность снижается и не превышает 30%. По причине сильной дефолиации листовые пластинки тополей облетают полностью до начала октября. Различная поврежденность листьев тополей обусловлена влиянием определенного(-ых) фактора(-ов), на что указывает статистически достоверная зависимость. Для выявления этих факторов необходимо проведение дополнительных исследований.

1. Чумаков, Л.С. Экологическая оценка поражения насаждений тополя тополевой минирующей молью (*Lithocolletispopulifoliella* Tr.) в городе Минске / Л.С. Чумаков, О.В.□ Лозинская // Экологический вестник. – 2015. – № 1. – С. 94–101.

2. Редько, Г.И. Биология и культура тополей – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 175 с.

3. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. Материалы / О.В.□Синчук. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

DAMAGE ASSESSMENT LAMINA *POPULUS* X *EURAMERICANA* DODE  
(GUINIER) LARVAE *PHYLLONORYCTERPOPULIFOLIELLA*  
(TREITSCHKE, 1833))

A.B. Trescheva

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*byka-1995@mail.ru*

*Phyllonorycterpopulifoliella* is a pest of *Populus* x *euramericana* Dode (Guinier). The occupancy index is from 60 to 100%. Damage can reach 80–85% at the end of the second generation of *Ph. populifoliella*. Due to high occupancy index and damage, early defoliation is noted.

---

**НАСЕКОМЫЕ – ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ ПУЗЫРЕПЛОДНИКА  
КАЛИНОЛИСТНОГО *PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS* (L.) MAXIM.  
В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА**

А.А. Шейко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

*anya\_sheiko@mail.ru*

Изучение сообществ насекомых–опылителей орнаментальных видов растений является одним из актуальных вопросов современной экологии, поскольку насекомые–антофилы обеспечивают наиболее существенный вклад в интродукционную устойчивость растений, использующихся в озеленении городов.

В качестве модельного объекта для исследования был выбран пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.). На сегодняшний день целенаправленных исследований эколого-таксономического структуры сообществ антофильных насекомых, посещающих соцветия пузыреплодника, в нашем регионе не проводилось.

Сбор энтомологического материала проводился в июле 2017 г. на территории Центрального Ботанического сада НАН РБ г. Минска. Отлов производился по стандартным методикам. Таксономическая принадлежность отловленных насекомых осуществлялась по определительным таблицам и ключам.

В результате исследований в качестве посетителей пузыреплодника калинолистного были зарегистрированы 13 видов насекомых, принадлежащих к трём отрядам. Из отряда двукрылые (*Diptera*) отмечены

следующие виды: *Hemipenthesmaura* L.; *Volucella pellucens* L. и *Syrittapiens* L. Перепончатокрылые (*Hymenoptera*) представлены такими видами, как *Andrena haemorrhoa* Fabr.; *Andrena rosae* Panz.; *Bombus terrestris* L.; *Psithyrus vestalis* Geoffroy; *Hylaeus communis* Nyl.; *Lasioglossum majus* Nyl.; *Megachile melanopyga* Costa; *Oxybelus argentatus* Curtis; *Lasius niger* L. Отряд жесткокрылые (*Coleoptera*) представлен одним видом *Molorchus minor* L.

Морфологическая структура соцветий позволяет различным насекомым фуражировать на данном растении [1]. В выборке преобладают представители надсемейства Apoidea.

Таким образом, нами было впервые зарегистрировано в качестве посетителей соцветий растения вида *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. 13 видов насекомых, принадлежащих к 12 родам, 9 семействам, 6 надсемействам. В дальнейшем планируется расширить исследования таксономических и экологических особенностей сообществ насекомых-опылителей пузыреплодника с привлечением данных анализа пыльцевого груза.

*Исследование проводилось в рамках НИР № 914/58 «Структура сообществ опылителей декоративных растений семейства Rosaceae».*

1. Определитель высших растений Беларуси / М.А. Джус [и др.]; под ред. В.И. Парфенова. – Минск: ДизайнПРО, 1999. – 472 с.

## INSECTS AS VISITORS OF *PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS* (L.) MAXIM. IN MINSK

A.A. Sheiko

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*anya\_sheiko@mail.ru*

As a result of research, 13 species of insects have been registered as visitors of *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. They belong to three orders. *Hemipenthes maura* L., *Volucella pellucens* L. and *Syritta pipiens* L. have been noted from the order Diptera. Hymenoptera is represented by such species as *Andrena haemorrhoa* Fabr.; *Andrena rosae* Panz.; *Bombus terrestris* L.; *Psithyrus vestalis* Geoffroy; *Hylaeus communis* Nyl; *Lasioglossum majus* Nyl.; *Megachile melanopyga* Costa; *Oxybelus argentatus* Curtis; *Lasius niger* L. Coleoptera is represented by *Molorchus minor* L.

On one side, the obtained data will allow to evaluate the value of this plant as a food source for anthophilous insects and, on the other, the contribution of

insects to the seed reproduction of the plant. So, this work can be useful in entomology and in ecology.

Thus, 13 species of anthophilous insects were registered as pollinators of *Physocarpus opulifolius* for the first time. In the future we are planning to expand the research of taxonomic and ecological features of communities of insect which pollinate *Physocarpus opulifolius*, including pollen cargo analysis.

---

## ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИПОВОЙ МОЛЬЮ-ПЕСТРЯНКОЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ВТОРОЙ ГЕНЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

**Ю.О. Шибанова<sup>1</sup>, А.А. Хацкевич<sup>2</sup>, М.А. Боброва<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Белорусский государственный педагогический университет имени  
М.Танка, Минск, Беларусь

<sup>2</sup> ГУО «Средняя школа №110», Минск, Беларусь

<sup>3</sup> Филиал БГЭУ «Минский торговый колледж», Минск, Беларусь  
*aleh.sinchuk@gmail.com; al.hatzkevich@yandex.ru; bobrova.082000@mail.ru*

Биологические инвазии являются глобальной экологической проблемой перед которой стоит человечество [1]. В рецентной фауне Беларуси также присутствует целый ряд инвазивных видов [2], некоторые из них внесены в Черную книгу животного мира Беларуси [3]. Среди них липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) – вид дальневосточного происхождения [4]. Исследование особенностей экологии и биологии инвазивных организмов в условиях Беларуси позволит рассчитать их экономическую, экологическую и социальную значимость.

Материалом для исследования послужили обследования зеленых насаждений г. Минска во второй половине полевого сезона (по окончанию второй генерации липовой моли-пестрянки) в 2016 г. С целью оценки заселенности листовых пластинок рандомизированно отбирались 100 листовых пластинок, из которых отмечались поврежденные и неповрежденные (%) [5].

В результате обследований зеленых насаждений в г. Минске были отмечены следующие показатели заселенности липовой моли-пестрянки по окончанию второй генерации: ул. Брестская – 2–6 %, ул. Казинца – 12 %, парк Челюскинцев – 46 %, ул. Коржаневского – 4 %, ул. Захарова –

22 %, пер. Броневой – 6 %, ул. Змитрока Бедули – 28 %, 2-ой пер. Зубачева – 6 %, ул. Сухаревская – 2 %. Подобный характер заселенности обусловлен плотностью насаждений. Так, отмечено, чем более плотные насаждения, тем заселенность выше. Подобное заключение, однако, требует дальнейших исследований.

Таким образом, заселенность липы мелколистной липовой молью-пестрянкой по окончанию второй генерации варьирует от 2 до 46 %, что может быть обусловлено плотностью насаждений.

1. Семенченко, В.П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В.П. Семенченко, А.В. Пугачевский // Наука и инновации. – 2006. – Т. 44, № 10. – С. 15–20.

2. Фоновые инвазивные виды членистоногих – вредителей древесных растений зеленых насаждений Беларуси / Д.Г. Жоров [и др.] // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2016. – № 1. – С. 25–34.

3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В.П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 105 с.

4. Kumata, T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part. I. / T. Kumata // Insecta Matsumurana. – 1963. – Vol. 25, № 2. – P. 53–90.

5. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений : учеб. материалы / О.В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

# OCCUPANCY INDEX OF LIME LEAF MINER ON *TILIA CORDATA* ON THE SECOND GENERATION IN THE CONDITIONS OF MINSK

Yu.O. Shibanova<sup>1</sup>, A.A. Khackevich<sup>2</sup>, M.A. Bobrova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Belarusian state pedagogical university named after Maxim Tank, Minsk, Belarus*

<sup>2</sup> *State Educational Establishment "High school №110", Minsk, Belarus*

<sup>3</sup> *Branch of the Belarusian state economic university "Minsk Trade College", Minsk, Belarus*

*aleh.sinchuk@gmail.com; al.hatzkevich@yandex.ru; bobrova.082000@mail.ru*

Occupancy index of lime leaf miner (*Phyllonorycter issikii*) on *Tilia cordata* at the end of the second generation varies from 2 % to 46 % which may be due to the density of plantations.

---

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРА ДЛИНЫ К-МЕРЫ ПРИ СБОРКЕ ПРОЧТЕНИЙ ГЕНОМА *APHIS FABAE MORDVILKOI* BÖRNER & JANISCH, 1922 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ABYSS2.0

Р.С. Шулинский, П.Ю. Кветко, Ю.В. Бондаренко

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*  
*shulinsky@mail.ru*

Сборка геномов *denovo* является сложной задачей, особенно при работе с крупными геномами, типичными для эукариот. Проблема сборки геномов *denovo* связана с реконструкцией хромосомной последовательности из коротких перекрывающихся прочтений, которые на несколько порядков короче, чем геном изучаемого организма [1]. На практике современное программное обеспечение для сборки геномов *denovo* не полностью восстанавливает хромосомную последовательность, а скорее создает более протяженные смежные консенсусные последовательности – контиги.

Одним из важнейших этапов при сборке геномов *denovo* является оптимизация длины k-меры (искусственно заданной длины, представляющей собой фрагмент анализируемого прочтения), что влияет на ключевые показатели качества сборки контиг. Следовательно, оптимизация параметров для сборки контиг, а, в частности, длины k-меры, является обязательным этапом в сборке генома *denovo* [2].

Сборка контиг производилась из данных полногеномного секвенирования *Aphisfabaemordvilkois* помощью программы ABySS2.0. При выполнении данной работы были использованы такие значения длины k-меры, как 76, 80 и 86.

Нами были получены следующие результаты сборки контиг при различном значении k-меры: при значении длины k-меры 76 было получено 3 174 569 контиг со значением N50 равным 760 и суммарной длиной контиг  $126,6 \times 10^6$ ; при длине k-меры равной 80 было получено 2 756 558 контиг со значением N50 равным 762 и суммарной длиной контиг  $129,4 \times 10^6$ ; и при значении длины k-меры 86 было получено 2 237 855 контиг со значением N50 равным 753 и суммарной длиной контиг  $127,6 \times 10^6$ .

Пиковый объем оперативной памяти при сборке контиг со значениями длины k-меры 76, 80 и 86 был равен 116 Гб, 128 Гб и 138 Гб соответственно. Как можно видеть из выше представленных данных, оптимальной длиной k-меры для прочтений генома *A. fabaemordvilkoia* является 80, т.к. значение N50 и показатель суммарной длины контиг максимальны.

Таким образом, было оптимизировано значение k-меры и установлен минимальный объем оперативной памяти, необходимой для сборки контиг для данных полногеномного секвенирования *A. fabaemordvilkoia*.

1. ABySS: A parallel assembler for short read sequence data / J.T. Simpson [et al.] // Genome Research. – 2009. – Vol. 19, No 6. – P. 1117–1123.

2. ABySS 2.0: resource-efficient assembly of large genomes using a Bloom filter / S.D. Jackman [et al.] // Genome Research. – 2017. – Vol. 27, No 5. – P. 768.– 777.

#### OPTIMIZATION OF K-MER LENGTH PARAMETER FOR ASSEMBLY READING OF THE *APHIS FABAE* MORDVILKOI BÖRNER & JANISCH, 1922 USING ABYSS2.0 ALGORITHM

R.S. Shulinsky, P.Y. Kviatko, Y.V. Bandarenka

*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

*shulinsky@mail.ru*

Aptitude of ABySS2.0 *de novo* assembly algorithm to genome reads of *Aphis fabae mordvilkoia* was evaluated. Single-end genome reads were produced with IonTorrent technology. We evaluated genome assembly statistics produced with different values of k-mer length as well as memory usage statistics.



We conclude the optimal length of k-mer for *A. fabae* ssp reads data being 80 with memory usage of 128 Gb. Results can be applied in insect genomics and molecular genetics.

---

## АВТОРСКИЙ ИНДЕКС

### А

1. Акулова О.Д. 4
2. Андала Т.С. 167
3. Андрушевич Е.Н. 85
4. Арабей А.А. 169
5. Арико Ю.Н. 238
6. Артемук Е.Г. 126
7. Арчибасова Я.В. 171
8. Астапенко А.И. 275

### Б

9. Бакутенко И.Ю. 6
10. Баневская К.Г. 106
11. Барейко А.А. 62
12. Боброва М.А. 291
13. Бондаренко Ю.В. 293
14. Брель Ю.И. 86
15. Брянцева А.А. 88
16. Бузун Е.В. 240
17. Букляревич А.А. 9
18. Буко А.И. 11
19. Булда К.Ю. 91
20. Бурдь В.Н. 24, 53
21. Бусленко А.В. 60
22. Буткевич Т.В. 257
23. Бучилко Е.А. 242

### В

24. Вайханская Т.Г. 18
25. Валентович Л.Н. 4, 32
26. Варатынская А.М. 13, 15
27. Вейко А.Г. 93
28. Веремеенко Е.Г. 80
29. Волосач М.В. 244, 277
30. Воробьева М.М. 246, 252, 261

**Г**

- 31. Гаврильчик И.Д. 95
- 32. Гетко Е.Ю. 62
- 33. Глущук М.А. 13
- 34. Гноза А.Р. 174
- 35. Головнева Н.А. 11
- 36. Голонская Н.М. 248
- 37. Гончаров Д.А. 250
- 38. Гончарова И.А. 223
- 39. Горский И.А. 97
- 40. Гриусевич П.В. 38, 99
- 41. Губич О.И. 73, 231

**Д**

- 42. Давидок Н.Н. 101
- 43. Демидова И.А. 198
- 44. Демидчик В.В. 97, 112, 114
- 45. Джораева Б.А. 103
- 46. Джус М.А. 225
- 47. Дзюбан О.В. 174
- 48. Дитченко Т.И. 95, 132

**Е**

- 49. Евдокимова О.В. 4
- 50. Евсеева Е.А. 176
- 51. Ермакович Д.П. 18
- 52. Ерхова Л.В. 106

**Ж**

- 53. Жабуронок А.И. 110
- 54. Жукова А.А. 108, 268

**З**

- 55. Залесская Н.А. 110
- 56. Зверко Я.В. 20
- 57. Звонарев С.Н. 112

**И**

- 58. Ильич Т.В. 93

**К**

- 59. Казей Т.В. 15
- 60. Калачева А.О. 73, 231
- 61. Капанева А.П. 110
- 62. Капустин М.А. 22, 73, 75, 178, 182, 231, 234
- 63. Карман Е.К. 144
- 64. Качан А.В. 6
- 65. Качанович П.В. 180
- 66. Квачева З.Б. 146
- 67. Кветко П.Ю. 293
- 68. Кирисюк Ю.В. 114
- 69. Ковалевский К.В. 182
- 70. Козел Н.В. 91
- 71. Козлов Е.А. 184
- 72. Козячая Т.И. 24
- 73. Колбас А.П. 171, 180
- 74. Колбас Н.Ю. 151
- 75. Комаровская Я.В. 24
- 76. Кондратюк Д.М. 116
- 77. Конойко А.А. 200
- 78. Корбут А.В. 252
- 79. Коротеева Д.О. 254
- 80. Косач Е.В. 186
- 81. Костюк В.А. 101
- 82. Костюк В.И. 188
- 83. Костюк К.Ю. 256
- 84. Кравченко У.А. 26
- 85. Кратик Е.В. 119
- 86. Кругленя В.А. 121
- 87. Крюк Д.В. 268
- 88. Кудин К.В. 28
- 89. Кудина И.В. 28
- 90. Кузнецова Н.А. 122
- 91. Курченко В.П. 75, 234

**Л**

- 92. Лавриеня Д.И. 257, 259
- 93. Левый С.В. 271
- 94. Левыкина С.С. 261

- 95. Лукашевич В.А. 124
- 96. Люзина К.М. 88, 163
- 97. Лягович Е.А. 242

**М**

- 98. Мазуркевич О.Ю. 30
- 99. Маковицкая М.А. 119
- 100. Мариневич А.А. 126
- 101. Маслова Г.Т. 138
- 102. Масловская А.В. 30
- 103. Масюк Е.Н. 190
- 104. Матлаш С.Ю. 192
- 105. Мацкевич В.С. 112, 122, 128, 136, 148, 153
- 106. Машкало М.Ю. 263
- 107. Мельник С.Н. 130
- 108. Михальченко А.А. 159
- 109. Михнюк О.В. 194
- 110. Мойсейчик Е.В. 196
- 111. Молчан О.В. 225
- 112. Муратова А.А. 32
- 113. Мямин В.Е. 4, 223

**Н**

- 114. Наборовская А.М. 34
- 115. Надейко В.С. 264
- 116. Найдун С.Н. 198, 200, 220
- 117. Наркевич Д.А. 266
- 118. Нахаева Н.В. 36
- 119. Никулина Г.Ю. 202
- 120. Новосельский И.Ю. 38
- 121. Ноздрин-Плотницкая В.А. 204

**О**

- 122. Овчарова А.И. 40
- 123. Олендор Е.А. 206
- 124. Осипович Ю.И. 248
- 125. Остапчик В.С. 132

**П**

- 126. Павлова О.В. 53
- 127. Павлюк А.Н. 207
- 128. Панько А.Ю. 268

- 129. Пинчук Т.С. □ 209
- 130. Плотников И.С. 271
- 131. Полешко А.Г. 146
- 132. Потороченко О.С. 42
- 133. Прокулевич В.А. 28, 57, 60

**Р**

- 134. Радевич Т.В. 44
- 135. Ракоть М.Г. 46
- 136. Ратникова М.С. 48
- 137. Рогинский А.С. 273
- 138. Рожкова Е.Н. 134
- 139. Романович Р.В. 51
- 140. Романовская Т.В. 40
- 141. Рудая А.С. 53
- 142. Руденко Е.В. 211
- 143. Рыжая А.В. 256

**С**

- 144. Самохина В.В. 124, 136, 153
- 145. Сапегина Т.С. 200
- 146. Сауткин Ф.В. 238
- 147. Сахвон В.В. 242
- 148. Свадковская В.С. 213, 215
- 149. Семенович Д.С. 55
- 150. Сивицкая Л.Н. 18
- 151. Сидоренко А.В. 62
- 152. Сидоров А.В. 155, 157
- 153. Синчук О.В. 240, 275, 277, 279
- 154. Синюкович В.А. 138
- 155. Сироткина Д.П. 281
- 156. Скуратович Т.А. 225
- 157. Слабко О.В. 283
- 158. Смольская О.С. 217
- 159. Совгир Н.В. 57, 60, 62
- 160. Созинов О.В. 196
- 161. Стжалковская Д.А. 220
- 162. Страшинская В.В. 140
- 163. Стрельцова Д.Е. 99
- 164. Сукач Е.С. 142

165. Супрунюк Е.В. 259

# Т

166. Таланкина А.С. 144

167. Тарасюк Н.А. 285

168. Тарашкевич Ю.С. 64

169. Тимофеев Ю.С. 240

170. Титок М.А. 9

171. Тихомиров В.Н. 174

172. Тишук О.И. 146

173. Третьякова О.М. 188, 192, 204

174. Трещева А.Б. 221, 279, 287

175. Тригубович А.М. 223

# У

176. Узлова Е.В. 67

177. Уснич С.Л. 148

# Ф

178. Фащенко Я.И. 149

179. Филатова Е.А. 146

180. Филиппова С.Н. 34, 42

181. Филиппова Г.Г. 46, 78

182. Фомина О.В. 140

# Х

183. Ханько А.В. 225

184. Харченко А.С. □ 227

185. Хацкевич А.А. 291

186. Ховренкова А.В. 151

187. Ходосовская А.М. 69, 71

# Ц

188. Царь А.И. 68

189. Цесловская Е.П. 229

# Ч

190. Червякова Т.С. 71

191. Черныш М.А. 97

192. Чернявская М.И. 9, 36, 48

193. Чичко А.А. 153

194. Чубарова А.С. 22, 73, 75, 178, 182, 231, 234

**Ш**

- 195. Шаденко В.Н. 155
- 196. Шахрани М.□ Х.□ Д. 157
- 197. Шашкова А.И. 78
- 198. Шевелева О.А. 132
- 199. Шейко А.А. 289
- 200. Шелепова А.Ю. 159
- 201. Шибанова Ю.О. 291
- 202. Шилова Ю.А. 80
- 203. Шилович Л.Л. 161
- 204. Шинкевич М.В. 163
- 205. Штаненко Н.И. 121
- 206. Шулинский Р.С. 293

**Э**

- 207. Эсауленко М.А. 81

**Ю**

- 208. Юхневич Г.Г. 24

**Я**

- 209. Яковец О.Г. 167, 213, 215

**А**

- 210. Aliboyeva M.SH. 173
- 211. Angelis K.J. 112

**В**

- 212. Bobokhujaev SH.U. 173

**S**

- 213. Sanamyayn M.F. 173



## ОГЛАВЛЕНИЕ

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БАКТЕРИЙ, ИЗОЛИРОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ АНТАРКТИДЫ, КАК ПРОДУЦЕНТОВ ХОЛОДОАКТИВНЫХ ФЕРМЕНТОВ

О.Д. Акулова, О.В. Евдокимова, В.Е. Мямин, Л.Н. Валентович 4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САЙТ-НАПРАВЛЕННОГО МУТАГЕНЕЗА ДЛЯ ОТКЛЮЧЕНИЯ КАТАБОЛИТНОЙ РЕПРЕССИИ ГЕТЕРОЛОГИЧНОГО ГЕНА  $\alpha$ -АМИЛАЗЫ В КЛЕТКАХ *BACILLUS SUBTILIS*

И.Ю. Бакутенко, А.В. Качан 6

ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВ ТЕПЛОВОГО ШОКА (GROESL) НА СПОСОБНОСТЬ БАКТЕРИЙ *RHODOCOCCUS ERYTHROPOLIS* A2-H2 ДЕГРАДИРОВАТЬ НЕФТЬ

А.А. Букляревич, М.И. Чернявская, М.А. Титок 9

НАКОПЛЕНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ БАКТЕРИЯМИ *ENTEROCOCCUS FAECALIS*, *LACTOBACILLUS CASEI*, *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* НА СРЕДАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ УГЛЕВОДОВ

А.И. Буко, Н.А. Головнева 11

## ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

А.М. Варатынская, М.А. Глушук 13

## КОМПЛЕКС БАКТЕРИЙ КРУГОВОРОТА АЗОТА ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

А.М. Варатынская, Т.В. Казей 15

## НОСИТЕЛЬСТВО МУТАЦИИ c.745C&gt;G В ГЕНЕ ЛАМИНА А/С (LMNA) ПРИ ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИИ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Д.П. Ермакович, Л.Н. Сивицкая, Т.Г. Вайханская 18

## ЭМБРИОНАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА СТАДИИ БЛАСТОЦИСТЫ

Я.В. Зверко 20

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КУРКУМИНА, ДЕМЕТОКСИКУРКУМИНА И БИСДЕМЕТОКСИКУРКУМИНА, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОРНЕВИЩА *CURCUMA LONGA* L.

М.А. Капустин, А.С. Чубарова 22

## ПЕРВИЧНАЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН

Я.В. Комаровская, Т.И. Козячая, Г.Г. Юхневич, В.Н. Бурдь 24

РОЛЬ ГЕНА *phoP* В ВИРУЛЕНТНОСТИ ФИТОПАТОГЕНА *PESTOBACTERIUM CAROTOVORUM*

У.А. Кравченко 26

МОДИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ рЕТ-СВМ9-ТР ДЛЯ ЭКСПРЕССИИ ХИМЕРНОГО БЕЛКА КАПСИДА ЦВС-2 <u>К.В. Кудин</u> , И.В. Кудина, В.А. Прокулевич	28
НОВОЕ ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕСТРИКЦИОННЫХ КАРТ <u>О.Ю. Мазуркевич</u> , А.В. Масловская	30
ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БАКТЕРИЙ <i>PSEUDOMONAS</i> $\square$ <i>BRASSICACEARUM</i> БИМ В-446 <u>А.А. Муратова</u> , Л.Н. Валентович	32
ВОЗДЕЙСТВИЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ В КАЛЬЦИЙ-АЛЬГИНАТ-ХИТОЗАНОВЫХ ГРАНУЛАХ НА РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ <i>VINCA MINOR</i> L. <u>А.М. Наборовская</u> , С.Н. Филиппова	34
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА БАКТЕРИЯМИ <u>Н.В. Нахаева</u> , М.И. Чернявская	36
МОДИФИКАЦИЯ АФК-СЕНСОРА КАЛИЕВОГО КАНАЛА GORK ПОДАВЛЯЕТ ЕГО АКТИВАЦИЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА <u>И.Ю. Новосельский</u> , П.В. Гриусевич	38
ЭВОЛЮЦИОННАЯ ИСТОРИЯ СЕМЕЙСТВА ГЕНОВ MTG У ПОЗВОНОЧНЫХ <u>А.И. Овчарова</u> , Т.В. Романовская	40
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ <i>CATHARANTHUS ROSEUS</i> (L.) G. DON <u>О.С. Потороченко</u> , С.Н. Филиппова	42
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ГЕТЕРОПОЛИСАХАРИДА МОРСКИХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <u>Т.В. Радевич</u>	44
ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПЕПТИДА АТТЕРНА УРОВЕНЬ АФК И АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ПРОРОСТКАХ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА <u>М.Г. Ракоть</u> , Г.Г. Филипцова	46
ВНУТРИВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ СУРФАКТАНТОБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ <i>RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS</i> <u>М.С. Ратникова</u> , М.И. Чернявская	48
АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА КОРОВЬЕГО МОЛОЗИВА И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ <u>Р.В. Романович</u>	51

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ДЕПРОТЕИНИЗАЦИИ И ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТИНА ИЗ МИЦЕЛИАЛЬНОЙ БИОМАССЫ *ASPERGILLUS NIGER*

А.С. Рудая, О.В. Павлова, В.Н. Бурдь 53

РЕДОКС-БАЛАНС БЕЛКОВЫХ ТИОЛОВ И СМЕШАННЫХ ДИСУЛЬФИДОВ В БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ЖЕЛЕЗО(II)-ИНДУЦИРОВАННОМ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ *IN VIVO*

Д.С. Семенович 55

ЭКСПРЕССИЯ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА ЭСКУЛЕНТИНА ЛЯГУШКИ В СОСТАВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФЬОЖН-БЕЛКОВ В КЛЕТКАХ БАКТЕРИЙ *ESCHERICHIA COLI*

Н.В. Совгир, В.А. Прокулевич 57

ГИБРИДНЫЙ ГЕН, СОДЕРЖАЩИЙ НУКЛЕОТИДНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА ЭСКУЛЕНТИНА ЛЯГУШКИ

Н.В. Совгир, А.В. Бусленко, В.А. Прокулевич 60

ХАРАКТЕРИСТИКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ *JANTHINOBACTERIUM LIVIDUM*, СИНТЕЗИРУЮЩИХ ФИОЛЕТОВЫЙ ПИГМЕНТ

Н.В. Совгир, Е.Ю. Гетко, А.А. Барейко, А.В. Сидоренко 62

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ ЛЕЙКОНОСТОКОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАКВАСКАХ

Ю.С. Тарашкевич 64

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ МУТАЦИЙ ГЕНА CDH1 МЕТОДОМ SNP-АНАЛИЗА

Е.В. Узлова 67

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕСТРИКЦИИ АМПЛИФИЦИРОВАННЫХ ФРАГМЕНТОВ ГЕНОВ *CRN1* И *CRN2* В РАЗЛИЧНЫХ ИЗОЛЯТАХ *RHYTORHTHORA INFESTANS*

А.И. Царь, А.М. Ходосовская 68

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ITS-ОБЛАСТЕЙ рДНК ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ИЗОЛЯТОВ *RHYTORHTHORA INFESTANS*

Т.С. Червякова, А.М. Ходосовская 71

ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА *RHODODENDRON ADAMSII* НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ КРЫС НА ФОНЕ ИНДУЦИРОВАННОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА

А.С. Чубарова, О.И. Губич, А.О. Калачева, М.А. Капустин 73

ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛАНИНА И ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ МИЦЕЛИЯ *ASPERGILLUS NIGER*

А.С. Чубарова, М.А. Капустин, В.П. Курченко 75

АНАЛИЗ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕПТИДНЫХ ЭЛИСИТОРОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА <u>А.И. Шашкова</u> , Г.Г. Филиппова	78
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МУТАНТОВ <i>PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS</i> SSP <i>AURANTIACA</i> С НОКАУТИРОВАННЫМ <i>PSRA</i> -ГЕНОМ <u>Ю.А. Шилова</u> , Е.Г. Веремеенко	80
ВЫДЕЛЕНИЕ СИРИНГИНА ИЗ КОРЫ СИРЕНИ ( <i>SYRINGA</i> SP.) И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ <u>М.А. Эсауленко</u>	81
ВЫЯВЛЕНИЕ СИНАПТОФИЗИНА В НЕЙРОНАХ ТЕМЕННОЙ КОРЫ МОЗГА КРЫС ПРИ ХОЛЕСТАЗЕ <u>Е.Н. Андрушевич</u>	85
ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СПОРТСМЕНОВ-ЛЕГКОАТЛЕТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ <u>Ю.И. Брель</u>	86
РЕАКЦИЯ АЛЬФА-РИТМА В ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ ЧЕЛОВЕКА НА РАЗДРАЖЕНИЕ ГЛЮКОРЕЦЕПТОРОВ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ <u>А.А. Брянцева</u> , К.М. Люзина	88
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ФСА <i>SPIRULINA PLATENSIS</i> <u>К.Ю. Булда</u> , Н.В. Козел	91
АНТИОКСИДАНТНЫЕ И ЦИТОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ФЛАВОНОИДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭРИТРОЦИТОВ <i>IN VITRO</i> <u>А.Г. Вейко</u> , Т.В. Ильич	93
ЭФФЕКТЫ МЕТИЛЖАСМОНАТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ <i>ALTHAEA OFFICINALIS</i> <u>И.Д. Гаврильчик</u> , Т.И. Дитченко	95
ЭФФЕКТ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА РОСТ РАСТЕНИЙ <i>PHALAENOPSIS ×HYBRIDUM</i> BLUME В КУЛЬТУРЕ <i>IN VITRO</i> <u>И.А. Горский</u> , М.А. Черныш, В.В. Демидчик	97
ВОВЛЕЧЕНИЕ КАТИОННЫХ КАНАЛОВ В СИГНАЛИЗАЦИЮ БРАССИНОСТЕРОИДОВ <u>П.В. Гриусевич</u> , Д.Е. Стрельцова	99

ВЛИЯНИЕ ЛПС И ХАЛКОНА НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКИДАНТНЫХ  
ФЕРМЕНТОВ

Н.Н. Давидок, В.А. Костюк 101

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММА СТУДЕНТОВ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ И  
ПОНИМАНИИ РЕЧИ НА РАЗНЫХ ЯЗЫКАХ

Б.А. Джораева 103

СКРИНИНГ НА АГАРИЗОВАННЫХ СРЕДАХ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ,  
ПРОДУЦИРУЮЩИХ АЛЬФА-АМИЛАЗУ, ПРОТЕАЗУ И ПЕКТИНАЗУ

Л.В. □ Ерхова, К.Г. □ Баневская 106

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СПЕКТРАЛЬНОГО  
АНАЛИЗА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЗГОВОЙ  
АКТИВНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

А.А. Жукова 108

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ АДАПТОГЕНОВ РАСТИТЕЛЬНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА  
КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Н.А. Залесская, А.И. Жабуронок, А.П. Капанева 110

ГЕНЕРАЦИЯ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И ФОРМИРОВАНИЕ ОДНО- И  
ДВУЦЕПОЧЕЧНЫХ РАЗРЫВОВ ДНК В *PHYSCOMITRELLA PATENS* ПОД  
ДЕЙСТВИЕМ ЗАСОЛЕНИЯ

С.Н. Звонарев, В.С. Мацкевич, К.Ј. Angelis, В.В. Демидчик 112

РАЗВИТИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ СИМПТОМОВ  
ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ В КЛЕТКАХ КОРНЯ  
ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

Ю.В. Кирисюк, В.В. Демидчик 114

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ *TRAMETES VERSICOLOR*  
(L.) LLOYD

Д.М. Кондратюк 116

ЭФФЕТ L-АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВАЦИЮ КАЛЬЦИЕВЫХ  
СИГНАЛОВ В КЛЕТКАХ КОРНЯ *ARABIDOPSIS THALIANA* L.

Е.В. Кратик, М.А. Маковицкая 119

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

В.А. Кругленя, Н.И. Штаненко 121

ВЫЯВЛЕНИЕ СИМПТОМОВ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ  
В КЛЕТКАХ КОРНЯ АРАБИДОПСИСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЗАСОЛЕНИЯ

Н.А. Кузнецова, В.С. Мацкевич 122

## ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ И МЕДИ НА РОСТ КОРНЕЙ АРАБИДОПСИСА

В.А. Лукашевич, В.В. Самохина 124

## РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА РАСТЕНИЯ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

А.А. Мариневич, Е.Г. Артемук 126

## ВЛИЯНИЕ ГИСТИДИНА НА СИГНАЛЬНЫЕ И АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ, ИНДУЦИРУЕМЫЕ ТОКСИЧЕСКИМИ УРОВНЯМИ НИКЕЛЯ, В КОРНЕ АРАБИДОПСИСА

В.С. Мацкевич 128

## СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЛИЦЕИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНОМУ ПРОЦЕССУ

С.Н. Мельник 130

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛИСИТОРОВ ГРИБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ АЛТЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

В.С. Остапчик, О.А. Шевелева, Т.И. Дитченко 132

## ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В СОСТАВЕ ТЕЛА У ВЕЛОСИПЕДИСТОВ НА ОСНОВЕ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА

Е.Н. Рожкова 134

## АФК-СЕНСОР ЦИС-151 К+-КАНАЛА GORK ОТВЕТСТВЕНЕН ЗА ПОТЕРЮ К+ КОРНЯМИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ СТРЕССЕ

В.В. Самохина, В.С. Мацкевич 136

## ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ РЕСПИРАТОРНЫХ РАССТРОЙСТВ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ КОРРЕКЦИЯ

В.А. Синюкович, Г.Т. Маслова 138

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ИЗОЛЯТОВ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВЫ

В.В. Страшинская, О.В. Фомина 140

## ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Е.С. Сукач 142

## СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ПОСЛЕ КУРЕНИЯ ОБЫЧНЫХ И МЕНТОЛОВЫХ СИГАРЕТ

А.С. Таланкина, Е.К. Карман 144

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ  
СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЖИРОВОЙ ТКАНИ В ХОНДРОГЕННОМ НАПРАВЛЕНИИ  
О.И. Тишук, Е.А. Филатова, А.Г. Полешко, З.Б. Квачева 146

ГЕНЕРАЦИЯ СУПЕРОКСИДНОГО АНИОННОГО РАДИКАЛА В КОРНЯХ  
*FORSYTHIA INTERMEDIA* ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ  
С.Л. Уснич, В.С. Мацкевич 148

АНАЛИЗ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
БОРЦОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПРИ  
ОРТОСТАТИЧЕСКОМ ТЕСТИРОВАНИИ  
Я.И. Фашенко 149

ВЛИЯНИЕ РУСТИКОЗИДА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРГО  
ЗЕРНОВОГО В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ОПЫТА  
А.В. Ховренкова, Н.Ю. Колбас 151

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИАМИНОВ НА РАЗВИТИЕ  
ПРОЦЕССОВ ЗАПРОГРАММИРОВАННОЙ КЛЕТОЧНОЙ ГИБЕЛИ В КЛЕТКАХ  
КОРНЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ  
А.А. Чичко, В.С. Мацкевич, В.В. Самохина 153

СОХРАННОСТЬ МЫШЕЧНОЙ ЛОКОМОЦИИ МОЛЛЮСКА *LYMNAEA STAGNALIS*  
ПРИ ВОЗРАСТАНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ГЕМОЛИМФЕ  
В.Н. Шаденко, А.В. Сидоров 155

ВРЕМЕННЫЕ И АМПЛИТУДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПОНТАННЫХ  
ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ ИДЕНТИФИЦИРОВАННОГО  
ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОГО НЕЙРОНА (R.Pe.D.1) ЦНС МОЛЛЮСКА *LYMNAEA*  
*STAGNALIS* ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ДОЗ НИТРИТА НАТРИЯ  
М.Х.Д. Шахрани, А.В. Сидоров 157

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ФЕНОТИПИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ  
РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ HSV-АНАЛИЗА  
А.Ю. Шелепова, А.А. Михальченко 159

ЗАВИСИМОСТЬ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТ ТИПА РЕГУЛЯЦИИ  
СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Л.Л. Шилович 161

ВАРИАЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АРТЕРИАЛЬНОГО  
ДАВЛЕНИЯ У ДЕВУШЕК В РАЗНЫЕ ФАЗЫ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА  
М.В. Шинкевич, К.М. Люзина 163

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОК *NITELLA FLEXILIS* ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДА АТРИБУТА  
Т.С. Андала, О.Г. Яковец 167

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЕРИФИТОНА НА ХАРОВЫХ  
ВОДОРΟΣЛЯХ В ОЗЕРЕ НАРОЧЬ

А.А. Арабей 169

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РОСТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ *HELIANTHUS ANNUUS*  
L. ПРИ ДЕЙСТВИИ БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Я.В. Арчибасова, А.П. Колбас 171

THE USE OF CHROMOSOME-SUBSTITUTED FORMS AS GENETIC RESOURCES IN  
COTTON

SH.U. Bobokhujaev, M.F. Sanamyan, M.SH. Aliboyeva 173

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ РОДА *PHLEUM* L.,  
ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.Р. Гнюза, О.В. Дзюбан, В.Н. Тихомиров 174

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО ПОД ДЕЙСТВИЕМ  
БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Е.А. Евсеева 176

ПОЛУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КУРКУМИНОИДОВ ИЗ ПРЕПАРАТА  
КУРКУМИНА М.А. Капустин, А.С. Чубарова 178

ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТОВЫХ РЕАКЦИЙ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР  
ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА ПРИМЕРЕ *CITRUS LIMON* L. НА ВОЗДЕЙСТВИЕ  
БРАССИНОСТЕРОИДОВ

П.В. Качанович, А.П. Колбас 180

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭКСТРАКЦИИ СИРИНГИНА ИЗ КОРЫ СИРЕНИ  
*SYRINGA RETICULATA*

К.В. Ковалевский, М.А. Капустин, А.С. Чубарова 182

ГРАДАЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ТОРФОНАКОПЛЕНИЯ ДЛЯ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ

Е.А. Козлов 184

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ МАЛОГО ИСКУССТВЕННОГО ВОДОЕМА В ЗОНЕ  
ВЛИЯНИЯ ОАО «ГРОДНО АЗОТ», Г. ГРОДНО

Е.В. Косач 186

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И  
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШОКОЛАДА

В.И. Костюк, О.М. Третьякова 188

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЕРИФИТОНА НА РАКОВИНАХ  
ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *DREISSENA POLYMORPHA* (PALLAS) В ОЗЕРЕ  
НАРОЧЬ

Е.Н. Масюк 190



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНЫХ ОБРАЗЦОВ ЗЕЛЕННОГО ЧАЯ ПО  
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И ТАНИНУ

С.Ю. Матлаш, О.М. Третьякова 192

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА СОРГО ЗЕРНОВОГО ПРИ ДЕЙСТВИИ  
БРАССИНОСТЕРОИДОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

О.В. Михнюк 194

ВИДОВОЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ОСТРОВОВ ЗАКАЗНИКА  
«ЗВАНЕЦ»

Е.В. Мойсейчик, О.В. Созинов 196

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА ДРОЖЖЕЙ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

И.А. Демидова, С.Н. Найдун 198

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛИЗАТА ДРОЖЖЕЙ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР

Т.С. Сапегина, С.Н. Найдун, А.А. Конойко 200

ОЦЕНКА ДИПЛОИДНЫХ ФОРМ КАРТОФЕЛЯ ПО КОМПЛЕКСУ  
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ, НАЛИЧИЮ МАРКЕРОВ К ГЕНАМ  
УСТОЙЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ И 2n ГАМЕТ

Г.Ю. Никулина 202

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНА В ОБРАЗЦАХ  
ЧЁРНОГО ЧАЯ

В.А. Ноздрин-Плотницкая, О.М. Третьякова 204

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ФЛАВОНОИДОВ В ОБРАЗЦАХ  
*CALENDULA OFFICINALIS* L.

Е.А. Олендор 206

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ПРОРОСТКОВ ОВСА

А.Н. □ Павлюк 207

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ЛИП ЛИПОВОЙ  
МОЛЬЮ-ПЕСТРЯНКОЙ (*PHYLLOPHRYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963)) В МИНСКЕ

Т.С. Пинчук 209

ЗНАЧЕНИЕ ВЫСОТЫ ПОБЕГОВ ПРИ РАСЧЕТЕ УРОЖАЙНОСТИ

Е.В. Руденко 211

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПРОРОСТКОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.С. Сवादковская, О.Г. Яковец 213

ОЦЕНКА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РОСТОВЫМ ТЕСТАМ

В.С. Свадковская, О.Г. Яковец 215

ПИГМЕНТНЫЕ ИНДЕКСЫ, СОДЕРЖАНИЕ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА-А В РУСЛОВЫХ И ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ Р. СВИСЛОЧЬ В РАЙОНЕ Г.МИНСКА

О.С. Смольская 217

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ ПЛОДОВ *MALUS SP.*

Д.А. Стжалковская, С.Н. Найдун 220

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *POPULUS X CANADENSIS* (GUINIER) ЛИЧИНКАМИ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PHYLLONORYCTERPOPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833))

А.Б. Трещева 221

ПЛЕСНЕВЫЕ ГРИБЫ АНТАРКТИДЫ

А.М. Тригубович, В.Е. Мямин, И.А. Гончарова 223

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ В ЧЕРЕДЕ ОЛИСТВЕННОЙ (*BIDENS FRONDOSUS* L.) И ЧЕРЕДЕ СРОСТНОЙ (*B. CONNATUS* WILLD.)

А.В. Ханько, Т.А. Скуратович, М.А. Джус, О.В. Молчан 225

ОЦЕНКА ЗАСЕЛЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК СВИДИН КОЛОНИЯМИ СВИДИННО-ЗЛАКОВОЙ ТЛИ (*ANOECIA CORNI* (F.)) В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. МИНСКА

А.С. Харченко 227

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОБРАЗЦАХ *CAPSELLA BURSA-PASTORIS*

Е.П. Цесловская 229

ВЛИЯНИЯ ЭКСТРАКТА *RHODODENDRON ADAMSII* НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ КРЫС НА ФОНЕ ИНДУЦИРОВАННОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА

А.С. Чубарова, О.И. Губич, А.О. Калачева, М.А. Капустин 231

ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛАНИНА И ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ МИЦЕЛИЯ *ASPERGILLUS NIGER*

А.С. Чубарова, М.А. Капустин, В.П. Курченко 234

СКРЫТОЖИВУЩИЕ ЧЛЕНИСТОНОГИЕ-ФИЛЛОФАГИ – ВРЕДИТЕЛИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

Ю.Н. Арико, Ф.В. Сауткин 238

ЛАБОРАТОРНОЕ РАЗВЕДЕНИЕ МУРАВЬЕВ *LASIUS NIGER* L. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) – ЭТАП ИНКУБАТОРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОПЛОДОТВОРЕННЫХ САМОК

Е.В. Бузун, О.В. Синчук, Ю.С. Тимофеев 240

АНТРОПОГЕННЫЙ МАТЕРИАЛ В ГНЕЗДАХ ЧЕРНОГО (*TURDUS MERULA*) И ПЕВЧЕГО (*T. PHILOMELOS*) ДРОЗДОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

Е.А. Бучилко, Е.А. Лягович, В.В. Сахвон 242

К ФАУНЕ МУХ-ЖУРЧАЛОК (DIPTERA, SYRPHIDAE) ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Волосач 244

ПОЛИМОРФИЗМ ЗНАЧЕНИЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЫЧОВОЙ ТЛИ (*BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP.) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

М.М. Воробьёва 246

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ АМФИБИЙ ВОДОЕМОВ ЩУЧИНСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.М. Голонская, Ю.И. Осипович 248

ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИПОВОЙ МОЛЮЮ-ПЕСТРЯНКОЙ (*PHYLLONORYCTER ISSIKII*) ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

Д.А. Гончаров 250

АНАЛИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГЕНА EF1 $\alpha$  ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

А.В. Корбут, М.М. Воробьёва 252

НАСЕКОМЫЕ-ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ ШИПОВНИКА МОРЩИНИСТОГО (*ROSA*  $\square$  *RUGOSATHUNB.*) В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА

Д.О. Коротеева 254

ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ ПЧЕЛИНЫХ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (БЕЛАРУСЬ)

К.Ю. Костюк, А.В. Рыжая 256

БЕЛКОВЫЙ СОСТАВ ЯДОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ

Д.И. Лавриеня, Т.В. Буткевич 257

К МЕТОДАМ ПОЛУЧЕНИЯ ЯДА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ACULEATA

Д.И. Лавриеня, Е.В. Супрунюк 259

ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ COI НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

С.С. Левыкина, М.М. Воробьёва 261

ВИДОВОЙ СОСТАВ РУКОКРЫЛЫХ (MAMMALIA, CHIROPTERA)  
ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА  
М.Ю. Машкало 263

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ЖИВОТНЫМ-ГИДРОБИОНТАМ  
ВЕРТЕЛИШКОВСКОГО ОЗЕРА ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА  
В.С. Надейко 264

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УРОВНЕ ЗАРАЖЕННОСТИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ  
ПАРАЗИТОМ *NOSEMA APIS*, В УСЛОВИЯХ СТОЛБЦОВСКОГО РАЙОНА  
БЕЛАРУСИ  
Д.А. Наркевич 266

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ БЕЗЗУБКИ (*ANADONTA* SP.) В ОЗ.  
МЯСТРО  
А.Ю. Панько, Д.В. Крюк, А.А. Жукова 268

ОДОНАТОФАУНА ОКРЕСНОСТЕЙ Г. БОРИСОВА  
И.С. Плотников, С.В. Левый 271

ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК КАШТАНА КОНСКОГО  
ОБЫКНОВЕННОГО УХОДЯЩИМИ НА ОКУКЛИВАНИЕ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД  
ЛИЧИНКАМИ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ Г.□ МИНСКА  
А.С. Рогинский 273

БОЖЬИ КОРОВКИ – ЭНТОМОФАГИ АЛЫЧЕВО-ДРЕМОВОЙ ТЛИ  
(*BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP., 1956)  
О.В. Синчук, А.И. Астапенко 275

ПЕРВАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ВЕРХНЕСТОРОННЕЙ БЕЛОАКАЦИЕВОЙ  
МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ (*PARASTORA ROBINIELLA* CLEMENS, 1863)  
В Г. ВИТЕБСКЕ  
О.В. Синчук, М.В. Волосач 277

СПЕКТР КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ  
*PHYLLONORYCTER*□*POPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833) В УСЛОВИЯХ  
БЕЛАРУСИ И ДРУГИХ РЕГИОНАХ МИРА  
О.В.□ Синчук А.Б.□ Трещева 279

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЭНДОСИМБИОНТОВ ОБЛАДАЮЩИХ ЗАЩИТНОЙ  
ФУНКЦИЕЙ У ТЛЕЙ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ НА ПРИМЕРЕ *MACROSIPHUM GEI*  
KOSCH, 1855  
Д.П. Сироткина 281

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОМАТОВ И ПЕРЦЕВ  
В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ  
ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПУТЕМ ТОРФОВАНИЯ

<u>О.В. Слабко</u>	283
ВИДОВОЙ СОСТАВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ Г. ГРОДНО (БЕЛАРУСЬ)	
<u>Н.А. Тарасюк</u>	285
ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК <i>POPULUS X EURAMERICANA</i> DODE (GUINIER) ЛИЧИНКАМИ ТОПОЛЕВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ ( <i>PHYLLONORYCTERPOPULIFOLIELLA</i> (TREITSCHKE, 1833))	
<u>А.Б. Трещева</u>	287
НАСЕКОМЫЕ – ПОСЕТИТЕЛИ СОЦВЕТИЙ ПУЗЫРЕПЛОДНИКА КАЛИНОЛИСТНОГО <i>PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS</i> (L.) MAXIM. В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА	
<u>А.А. Шейко</u>	289
ЗАСЕЛЕННОСТЬ ЛИПОВОЙ МОЛЮ-ПЕСТРЯНКОЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ВТОРОЙ ГЕНЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ Г. МИНСКА	
<u>Ю.О. Шибанова</u> , А.А. Хацкевич, М.А. Боброва	291
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРА ДЛИНЫ К-МЕРЫ ПРИ СБОРКЕ ПРОЧТЕНИЙ ГЕНОМА <i>APHIS FABAE MORDVILKOI</i> BÖRNER & JANISCH, 1922 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ABYSS2.0	
<u>Р.С. Шулинский</u> , П.Ю. Кветко, Ю.В. Бондаренко	293