ISSN 1857-064X
Categoria B

BULETINUL
ACADEMIEI DE ŞTIINŢE A MOLDOVEI
ŞTIINŢELE VIEŢII

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ
НАУКИ О ЖИЗНИ

JOURNAL
OF ACADEMY OF SCIENCES OF MOLDOVA
LIFE SCIENCES

1 (325)

2015

Chişinău

COLEGIUL DE REDACŢIE

Redactor-şef Teodor FURDUI, academician
Redactor-şef adjunct Ion TODERAŞ, academician
Secretar responsabil Alexandru CHIRILOV, doctor

Gheorghe DUCA, Maria DUCA, Victor LACUSTA, Valeriu RUDIC,
Gheorghe ŞIŞCANU, Simion TOMA, Andrei URSU – academicieni

Marian-Traian GOMOIU, membru corespondent al Academiei Române
Victor ROMANENCO, academician al ANŞ a Ucrainei
Mihail ROSCEVSKII, academician al AŞ a FR

Vasile BOTNARI, doctor habilitat, conferenţiar cercetător
Petru CUZA, doctor habilitat, conferenţiar universitar
Murat KIZIL, profesor, Turcia
Laurenţia UNGUREANU - doctor habilitat, profesor cercetător
Larisa ANDRONIC, Liliana CEPOI, Valentina CIOCHINĂ, doctori

Ediţie susţinută de Consiliul Suprem pentru
Ştiinţă şi Dezvoltare Tehnologică al AŞM

Adresa redacţiei:

MD - 2028, or. Chişinău, str. Academiei, l, etaj 3, birou 306.
Secţia de Ştiinţe Naturale şi Exacte a AŞM
tel. (+373 22) 72 50 71
E-mail: sbiochim@asm.md; biologia.asm@gmail.com

Tehnoredactare computerizată:
Victor CIOCÂRLAN

Format 70x108 1/16. Tiraj 200
Tipografia AŞM, str. Petru Movilă, 8. MD-2004;
Chişinău, Republica Moldova

COLECTIVELE DE REDACŢIE

FIZIOLOGIA ŞI SANOCREATOLOGIA

redactor – şef **Teodor FURDUI, academician**
redactor – şef adjunct **Valentina CIOCHINĂ, doctor, conferenţiar cercetător**
Victor LACUSTA, academician
Mihail ROSCEVSKII, academician al AŞ a FR (Rusia)
Eugen ŞTIRBU, doctor, conferenţiar cercetător

FIZIOLOGIA ŞI BIOCHIMIA PLANTELOR

redactor – şef **Simion Toma, academician**
secretar responsabil **Anastasia ŞTEFÂRŢĂ, doctor habilitat, profesor cercetător**
Gheorghe ŞIŞCANU, academician
Alexandru DASCALIUC, doctor habilitat, profesor universitar
Gheorghe TUDORACHE, doctor, conferenţiar cercetător

GENETICA, BIOLOGIA MOLECULARĂ ŞI AMELIORAREA

redactor – şef **Maria DUCA, academician**
redactor – şef adjunct **Nicolae BARBACAR, doctor habilitat, profesor cercetător**
secretar responsabil **Larisa ANDRONIC, doctor, conferenţiar cercetător**
Vasile BOTNARI, doctor habilitat, conferenţiar cercetător
Eugenia COTENCO, doctor, conferenţiar cercetător
Maria GONCEARIUC, doctor habilitat, profesor cercetător
Galina LUPAŞCU, doctor habilitat, profesor cercetător

ZOOLOGIA

redactor – şef **Ion TODERAŞ, academician**
redactor – şef adjunct **Laurenţia UNGUREANU, doctor habilitat, profesor cercetător**
secretar responsabil **Livia CALESTRU, doctor, conferenţiar cercetător**
Dumitru MURARIU, m. cor. al Academiei Române (România)
Valerii DERJANSCHI, doctor habilitat, profesor cercetător
Andrei MUNTEANU, doctor, profesor universitar
Serghei A. OSTROUMOV, doctor habilitat, profesor (Rusia)

MICROBIOLOGIA ŞI BIOTEHNOLOGIA

redactor – şef **Valeriu RUDIC, academician**
redactor – şef adjunct **Liliana CEPOI, doctor, conferenţiar cercetător**
secretar responsabil **Vera MISCU, doctor, conferenţiar cercetător**
Victor CROIRORU, doctor (Suedia)
Steliana CLAPCO, doctor, conferenţiar cercetător
Ludmila RUDI, doctor, conferenţiar cercetător
Leonid VOLOŞCIUC, doctor habilitat, profesor cercetător

ECOLOGIA ŞI GEOGRAFIA

redactor – şef **Petru CUZA, doctor habilitat**
redactor – şef adjunct **Maria SANDU, doctor, conferenţiar cercetător**
secretar responsabil **Vasile STEGĂRESCU, doctor, conferenţiar cercetător**
Nicolae BOBOC, doctor, conferenţiar universitar
Ion DEDIU, membru corespondent
Vladimir TODIRAŞ, doctor habilitat, profesor cercetător
Andrei URSU, academician

ARTICOLE DE FOND

ТРИ ВАЖНЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ, ДЕТЕРМИНИРУЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ОБЩЕСТВА. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.

(Пленарный доклад на IV-ом Съезде физиологов СНГ)

Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф.

Институт физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы

Rezumat

În raport sunt abordate trei probleme de importanţă principială pentru societate: problema sănătăţii, problema reproducerii sanogene a descendenţilor şi problema alimentaţiei sanocreatologice. Problema sănătăţii rămâne nerezolvată, despre ce mărturiseşte creşterea incidenţei maladiilor cronice, degradarea prematura biologică generală, care afectează şi sistemul reproductiv în pofida sporirii permanente a investiţiilor în dezvoltarea medicinei si farmaceuticei, precum şi prognoza alarmantă a morbidităţii societăţii în viitorul apropiat, fapt, ce demonstrează că medicina contemporană, deşi este o ştiinţă nozologică în esenţă, nu e în stare să stopeze creşterea în continuare a morbidităţii societăţii.

Aceasta mărturiseşte despre necesitatea unei noi abordări în soluţionarea problemei sănătăţii, care constă în elaborarea teoriei şi practicii formării şi menţinerii dirijate a sănătăţii, o dovadă incontestabilă.

A doua problemă, care rezultă din prima - este elaborarea bazelor ştiinţifice de reglementare a reproducerii descendenţilor, care ar asigura dezvoltarea sanogenă a societăţii. În acest scop este necesar de a formula măsuri ştiinţific argumentate de prevenire a posibilelor dereglări ale primordiului materialului genetic în gameţi, de selecţie sanogenă a acestuia în procesul concepţiei unui organism nou, de fortificare a organogenezei şi dezvoltării prenatale. Numai reproducerea sanogenă a descendenţilor cu potenţial vital sporit face posibilă punerea în aplicare a strategiei de dezvoltare sanogenă a societăţii.

A treia, nu mai puţin importantă, este problema alimentaţiei sanocreatologice, care se bazează pe rolul ei creativ în realizarea programei genetice de creştere şi dezvoltare a organismului, în formarea şi menţinerea sănătăţii.

Cuvinte cheie: problema sănătăţii, problema reproducerii sanogene, problema alimentaţiei sanocreatologice.

Depus la redacţie 09 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Ciochină Valentina, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: valentina.ciochina@gmail.com;
tel. (+373 22) 73-71-42

Глубокоуважаемый президент Съезда, глубокоуважаемый программный комитет, от себя лично и моих коллег, выражаю искреннюю благодарность за честь выступить с докладом перед столь высоким научным форумом.

Мы отдаем себе отчет в том, что этой чести мы обязаны не только значимости рассматриваемых проблем, но и благожелательному отношению Оргкомитета

Съезда к научному направлению исследований Института физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы.

Я глубоко признателен и благодарен судьбе, позволившей мне быть в дружеских отношениях и приобщиться к русской физиологической школе, в особенности, с такими ее авторитетами, как академики В.Н. Черниговский, А.М. Уголев, П.К. Анохин, О.Г. Газенко, А.Д. Ноздрачев, К.В. Судаков и др.

С этой высокой трибуны хотелось бы подчеркнуть, что нам, физиологам Молдовы, повезло в том, что сразу после второй мировой войны к нам приехал и посвятил всю свою оставшуюся жизнь развитию медицины и физиологии в Молдове известный русский физиолог, профессор Анатолий Анатольевич Зубков, которому мы безгранично обязаны и признательны.

Основанием выступить перед Вами с докладом «Три важнейшие проблемы физиологии и санокреатологии, детерминирующие состояние здоровья общества. Пути их решения» послужило осознание судьбоносной значимости для современного общества решения проблемы здоровья, пагубных, губительных последствий на здоровье не только современного, но и будущего общества, все увеличивающегося количества стресс-факторов, симпатотонического и потребительского образа жизни в условиях конкуренции, предполагающих сильное напряжение жизненного потенциала организма. Кроме того, нам показалось логичным, чтобы съезд физиологов не только заслушал и обсудил научные результаты исследований за прошедший с предыдущего съезда период времени, но и определил наиболее острые проблемы, требующие своего решения.

В эволюции каждой научной проблемы можно усмотреть свою историю. История рассматриваемых в докладе научных проблем – проблем общего здоровья, саногенного воспроизводства потомства и саногенного питания, в той или иной формулировке, но близких по смыслу, прослеживается на всем протяжении развития человечества. Естественно, что с развитием сознания у человека, его стало волновать здоровье собственного организма, здоровье его потомства и возможность обеспечить себя и свое потомство питанием. Разумеется, что с развитием медицины, включительно физиологии, стали уделять этим проблемам особое внимание. Исследования, проводимые медиками, физиологами и другими специалистами по проблеме здоровья, принесли свои плоды в плане регуляции механизмов гомеостаза различных функций и биохимических процессов, расшифровки таких фундаментальных вопросов, как механизмы пищеварения, роль различных внутренних и внешних факторов в регуляции функции пищеварительной и нервной систем, в обмене веществ и в других биологических процессах организма, в его адаптации к различным экстремальным факторам. Особый вклад в раскрытие указанных физиологических процессов внесли русские ученые.

Проблема здоровья исследовалась, главным образом, через болезнь, поскольку полагалось, что вылечивая болезнь, организм сам собой оздоравливается. Медицина, став нозологической наукой, основные свои усилия направила на исследование механизмов развития, профилактики, диагностики и лечения болезней, с многими их которых достаточно успешно справляется, при этом

имелось ввиду, что решается и проблема здоровья. На самом деле, проблема здоровья при таком подходе к ее изучению не могла быть решена, подтверждением чего служит отсутствие даже общепринятого определения самого понятия «здоровье» [31]. Однако, отношение к изучению здоровья в значительной степени изменилось после создания, по инициативе академика О.Г.Газенко и академика АН Грузии Р.И.Сепиашвили, Международной Ассоциации физиологических обществ стран СНГ, на всех съездах которых специально обсуждались различные ее аспекты, тем самым было обращено внимание общественности на актуальность проблемы здоровья в целом.

С развитием акушерства и педиатрии в поле зрения ученых и практиков встала и проблема здоровья воспроизводства потомства.

Более подробное изложение литературы исследования этих проблем, составляющих содержание нашего доклада, не входит в его задачу, ибо это придало бы ему излишне обзорный характер. Рискуя заслужить упрек в недостаточной широте изложения, я вынужден принести ее в жертву более глубокому анализу современного состояния и решения указанных проблем.

Важно отметить, что в обществе, на базе данных о динамике повышения продолжительности жизни на протяжении истории человечества: в каменном веке она составляла 19 лет, в бронзовом веке – 21,5, в XVII веке – 29, в 1900 году – 40,6, в 1930 - 56, в 1942 году – 60, в настоящее время – 76 лет, сложилось ошибочное представление о благополучном решении проблемы здоровья. Количественные изменения в динамике не всегда адекватно отражают показатели, характеризующие его здоровье и жизненный потенциал, что будет видно при анализе заболеваемости населения [10].

Продолжительность жизни 76 лет в 2012 году, по сравнению с 40,6 лет в 1900 году, это действительно много, но это «много» составляет лишь ½ юридически установленной возможной продолжительности жизни – 150 лет. Кроме того, современное общество, как нами ранее было показано [10; 24, 28], на самом деле, является относительно больным обществом и подвержено преждевременной общебиологической деградации. Более того, наблюдается неуклонная тенденция к дальнейшему ухудшению состояния его здоровья.

Чтобы убедить Вас в этом обратимся к мировой статистике заболеваемости: на 1000 человек приходится около 770 больных неинвазивными болезнями; в возрасте 40 лет практически каждый житель планеты болеет 3-4 болезнями; более 40% населения земного шара страдает аллергическими болезнями; 26,4% – артериальной гипертензией; каждый третий житель планеты – острыми респираторными заболеваниями. Ежегодно заболевают малярией около 500 млн. человек.

По данным ВОЗ неинфекционные болезни, такие как рак, инсульт и диабет являются наиболее частой причиной смерти [8]. В США процент людей с признаками диабета максимален и составляет 15-20% населения страны.

Не утешителен и прогноз заболеваемости населения на будущее: по данным ВОЗ, если в 2008 году от сердечно-сосудистых заболеваний умерло 17,3 млн. человек, то к 2030 году – умрет около 25 млн.; если в настоящее время на планете болеют онкологическими болезнями 14 млн. человек, то в 2025 году

– около 19 млн. ежегодно, а к 2035 – уже 24 млн; если в 2000 году страдали диабетом 150 млн. человек, в 2010 – 300 млн., а через 15 лет их количество увеличится в 2 раза [9].

Относительно психических заболеваний отметим что они охватили собой значительную часть населения планеты. В США они считаются «национальной» проблемой общественного здравоохранения №1. По сообщению Национальной ассоциации по борьбе с психическими заболеваниями в США в настоящее время, по меньшей мере, 1 из 10 человек «страдает какой-либо формой психического или нервного заболевания, требующего обращения к психиатру». Комитет по охране психического здоровья ВОЗ установил, что в странах Западной Европы и США число страдающих тяжелыми психическими расстройствами достигает 10% населения, в то время как другая группа – 10% - непсихотическими психическими расстройствами. По утверждению специалистов ВОЗ в современном мире общий уровень распространения всех психических болезней составляет более 200 случаев на каждую 1000 человек. Считается, что около 450 млн. жителей Земли страдают какой-нибудь психической болезнью [5; 14]. Только в США ежегодные расходы на лечение психических больных составляют около 148 млрд. долларов, в Англии - 32 млрд. фунтов стерлингов.

По данным С.Б.Семичова, в России психические расстройства были диагностированы у 20-25%, умеренные симптомы – у 40-62% и отсутствие каких-либо нарушений было у 13-35% обследованных людей [16].

Исследованиями Института физиологии и санокреатологии АН Молдовы было показано, что большая часть общества находится в состоянии хронического стресса, который вызывает психическую деградацию [19; 22; 23; 25; 32].

По данным ВОЗ, если в настоящее время каждый 4-5 житель страдает от психических расстройств, то к 2020 году – депрессия выйдет на первое место в структуре заболеваемости и станет заболеванием №1 среди неинфекционных болезней.

При этом имеет место «омоложение» хронических заболеваний: у более 80% детей школьного возраста выявлены функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы [1], у 63% - высокий уровень дисфункций нервной системы и лишь 15% детей первого года учебы являются практически здоровыми [10]. Если при поступлении в школу абсолютно здоровыми признаются 20% ребят, то к выпускному классу таковых остается лишь 3% [7].

Установлена тенденция роста числа молодых людей призывного возраста, непригодных к несению военной службы; прироста злокачественных новообразований, хронической сердечной недостаточности у детей и подростков [19; 20; 22; 24].

Приведенные данные свидетельствуют, что по своей значимости и приоритетности для дальнейшего существования и развития современной цивилизации проблема общего здоровья, тесно связанная с такими другими проблемами, как саногенное воспроизводство потомства и саногенное питание – должна стать в один ряд с такими глобальными проблемами, угрожающими человечеству, как энергетическая, экологическая, атомная и др. В отличие от только что названных глобальных проблем, она волнует общество с древнейших

времен, но, к сожалению, остается нерешенной и судьбоносной на сегодняшний день, о чем, свидетельствует все увеличивающееся количество заболеваний населения планеты, общебиологическая преждевременная деградация и неутешительный прогноз заболеваемости общества на ближайшее будущее.

Одним словом, по существу, современное общество является больным и физиологически деградирует, а медицина, будучи нозологической наукой, фактически, не может предотвратить высокий уровень заболеваемости общества и преждевременную общебиологическую деградацию. Дополнительным доказательством сказанного является то, что сегодня, как и тысячи лет назад, никто не умирает от старости, а умирают от болезней.

Естественен вопрос, какова причина этого? Их несколько. Мы укажем на одну из самых главных – стратегия современного здравоохранения и современной медицинской науки, будучи нозологической, главным образом, направлена на изучение, лечение и профилактику заболеваний, на обеспечение доступности медицинской помощи и повышение эффективности медицинских услуг в борьбе с болезнями населения, подразумевая, что это само собой повлечет разрешение проблемы здоровья. Нет сомнений, что пока стратегия здравоохранения предусматривает решение проблемы здоровья через проблему болезни, а формирование и поддержание здоровья, по существу, происходит стихийно, как и сотни лет назад, без учета условий, в которых окажется будущий организм, желаемого успеха в профилактике заболеваний не будет. На сегодняшний день имеется достаточно оснований относительно специфичности становления, поддержания и диминуации «феномена здоровье» и что ему необходимо уделить самостоятельное внимание, как и «феномену болезнь».

Само собой, напрашивается вопрос о том, каковы возможные пути решения проблемы здоровья и предупреждения преждевременной общебиологической деградации в обществе?

Их два. Первый – соотнести окружающую человека среду обитания, физические и психологические нагрузки, стиль его жизни с его филогенетически сформировавшимися морфо-физиологическими способностями, что технически не представляется реальным.

Второй путь, который представляется единственно реальным, состоит в том, чтобы состояние здоровья, особенно на ранних этапах онтогенеза, не формировалось стихийно, как в настоящее время, а целенаправленно создавать и поддерживать морфологический, физиологический и психический статусы с тем, чтобы жизненный потенциал сдерживал пресс сегодняшних и завтрашних условий деятельности человека, т.е. отказаться от стихийного формирования и поддержания здоровья человека, характерного для современного общества.

Сказанное, с учетом высокого уровня заболеваемости населения, неутешительный прогноз заболеваемости, как и то, что современная медицина не обладает теорией и методами целенаправленного формирования здоровья человека, предопределили наши усилия создать специально ориентированное научное направление – санокреатологию, объектом исследования которой стала разработка теории и практики целенаправленного формирования и поддержания здоровья, с учетом постоянно меняющихся факторов окружающей среды.

Дело в том, что здоровье, как таковое, будучи полисистемным биологическим феноменом жизнеобеспечения, формируется и поддерживается в процессе онтогенеза при взаимодействии генетической программы роста и развития организма с внутренними (биохимическими, физиологическими, морфологическими, информационными) и внешними (алиментарными, социальными, культурными, медицинскими, образом жизни, условиями труда и быта и др.) факторами и который, для решения проблемы здоровья в плане саногенного обеспечения дальнейшего выживания современного общества, предполагает изменение стратегии его исследования в плане комплексного подхода с привлечением научного и методического арсенала многих наук. Это, в свою очередь, предусматривает разработку междисциплинарной методологии, специальных методов и приемов целенаправленного формирования и поддержания здоровья в соответствии с условиями жизнедеятельности, представляющие собой самостоятельную область знаний [31]. Этим призвана заниматься, как было сказано раньше, санокреатология. Ее развитие обусловлено требованиями жизни, в плане разработки теории и практики направленного формирования здоровья, с целью предупреждения общебиологической деградации современного общества.

Эти задачи не ставились и специально не решались другими научными дисциплинами.

Подтверждением возможности целенаправленного формирования и поддержания здоровья человека служат факты модификации морфофизиологического онтогенетического развития организма за счет воздействия экологических, социальных условий жизни, питания, физической активности и др. Генотип индивида детерминирует лишь «наметку» определенного количества потенций и способностей, основные контуры индивидуального формирования, которые будут качественно реализованы или не реализованы, полностью или частично развиты, в зависимости от конкретно-исторических социальных особенностей среды проживания индивида. Считается, что становление морфофизиологического статуса и общественного здоровья более 85% зависит от ряда социально-экономических, экологических факторов, от питания и образа жизни.

Если при этом учесть возможность человека произвольно влиять на деятельность собственных физиологических систем – респираторную, мышечную, зрительную, иммунную и др., на их взаимосвязь с другими системами, а также вероятное влияние на сознание, мышление, пищеварение, то основная задача санокреатологии о целенаправленном формировании и поддержании здоровья становится реальной и выполнимой.

Исследования Института физиологии и санокреатологии АН Молдовы в этом плане позволили разработать концепцию о соматическом и психическом здоровье, как отправных точках санокреатологии, исследовать методологию, методы и принципы санокреатологии, установить факторы и причины преждевременной общебиологической деградации, этапы формирования и реализации генотипа человека при внутриутробном развитии эмбриона и плода, основные онтогенетические периоды развития человека, в т.ч. и критические,

осуществлены исследования по экстериоризации функциональной активности структурных нейро-психических компонентов, формирующих состояние психического здоровья, разработана предварительная система классификации уровней психического здоровья человека и др. [2; 3; 4; 18; 21; 24; 26-30; 34;35]. Полученные данные вселяют уверенность в возможном успешном решении общей проблемы здоровья.

Вторая проблема, тесно связанная с первой – это разработка научных основ регулирования воспроизводства потомства, обеспечивающего его саногенное развитие. Значимость этой проблемы предопределена, с одной стороны, тем, что материнская утроба, являющаяся протектирующим местом развития эмбриона и плода от агрессивных факторов внешней среды, далеко не гарантирует их саногенное развитие, с другой стороны, тем, что преждевременная деградация организма человека проявляется не только на морфо-функциональном и психическомуровняхструктурнойорганизацииорганизма,ноинарепродуктивном, затрагивающем генотипы будущих поколений. Исследованиями Института физиологии и санокреатологии АН Молдовы, как и исследованиями других институтов, установлена отчетливая тенденция к ухудшению репродуктивной функции: у мужчин выявлено снижение количества и качества спермы; у женщин – преждевременное наступление менопаузы (к 40-45 годам), которое отмечается с конца XX века во всем мире. Только за последние 40 лет показатели человеческой спермограммы резко ухудшились: средний объем эйякулята снизился с 3,79 до 3,2 мл, концентрация сперматозоидов – с 125,4 млн/мл до 76 млн/мл, а процент сперматозоидов с двумя головами увеличился с 0,52 до 1,62. По данным испанских медиков (Росио Нуньес) на конгрессе по андрологии, который проходил в городе Ла-Корунья (апрель, 2005) было заявлено, что в Испании способность мужчин к воспроизводству потомства за последние 10 лет снизилась на 20%. В этом же плане, укажем, что с каждым годом рождается все больше и больше стерильных детей, которые даже с помощью новых технологий современной медицины, не смогут воспроизвести потомство, увеличивается число детей с врожденной неполноценностью различных органов, не всегда поддающихся излечению. Кроме того известно, что саногенная внутриутробная реализация генетической программы роста и развития организма, по существу, детерминирует постнатальное состояние его здоровья [24].

Рассмотренные данные свидетельствуют о необходимости разработки научно обоснованной концепции и методов по предотвращению возможных нарушений закладки генетического материала в гаметах, по саногенному их отбору при оплодотворении, по обеспечению саногенного зачатия нового организма и органогенеза, по относительному регулированию воспроизводства и внутриутробному развитию потомства и др., что гарантировало бы надежность рождения саногенных детей.

Нарушение репродукции здорового потомства обусловлено многими факторами, главные из которых: биологически нерегулируемое зачатие; нефункционирование в человеческом обществе движущей силы прогрессивной эволюции – естественного отбора; высокий уровень заболеваемости общества; стрессогенность условий жизнедеятельности; право на воспроизводство

потомства каждому человеку вне зависимости от состояния его здоровья и др. Подавляющее большинство населения, как и сотни лет назад, воспроизводит потомство спонтанно, без научно обоснованного прогноза реализации генетического, морфологического и физиологического потенциала будущего организма ребенка, без учета генеалогического древа болезненности родителей и их родственников и др.

Разработка теории и методов саногенного воспроизводства потомства представляет собой сложную задачу, ибо это предполагает знания о закономерностях закладки матрицы здоровья при образовании гамет и зиготы, о механизмах ее реализации в процессе морфо- и функциогенеза, о индукторах, стимуляторах и ингибиторах роста и развития, о критических и благоприятствующих этапах роста и развития эмбриона и плода, о биологии развития и др.

Проблема саногенного воспроизводства потомства, кроме генетико-морфофизиологической саногенной составляющей, имеет и компонент, касающийся урегулирования численности рождаемости населения. Дело в том, что в настоящее время в подавляющем большинстве стран, как и сотни лет назад, численность населения фактически, воспроизводится стихийно, без гарантии обеспечения со стороны семьи и государства саногенных условий его жизнеобеспечения, без учета реального биологического потенциала организма матери обеспечить саногенное зачатие и внутриутробное развитие конкретного количества детей и др.

Стала очевидной необходимость пересмотра существующей концепции стихийного самовоспроизводства численности населения, которой придерживается подавляющее большинство стран, как и самопроизвольного отношения семьи к воспроизводству потомства и, так называемого, «абсолютного права» на воспроизводство потомства каждой семьи, независимо от обеспечения страны продовольственными и природными ресурсами, от возможности обеспечения населению саногенного уровня жизни, что привело к неуправляемости демографической ситуацией.

Эпоха, когда можно было воспроизводить сколь угодное количество детей, по нашему мнению, должна быть сменена эпохой, парадигма которой должна предусмотреть регулирование воспроизводства численности населения в соответствии с возможностями гарантировать необходимые саногенные условия для жизнедеятельности потомства. Кстати, Китай, число жителей которого достигло 1,4 млрд. человек, осознав, к чему приводят спонтанные самовоспроизводящиеся системы роста численности населения, принял меры к урегулированию рождаемости.

На базе приведенных данных и суждений напрашивается вывод о том, что только при разработке научных основ саногенного воспроизводства потомства с высоким жизненным потенциалом и урегулировании численности рождаемости населения станет возможным реализовать стратегию саногенного развития общества.

Третьей, не менее важной для предупреждения преждевременной общебиологической деградации и обеспечения здоровья, является проблема санокреатологического питания, ибо алиментация выполняет

множество важнейших ролей, среди которых креативную роль в реализации генетической программы роста и развития организма, в формировании и поддержании здоровья.

Если учесть, что за исключением O_2, все необходимые вещества для обеспечения жизнедеятельности и повседневной деятельности, организм получает посредством питания, за счет которого, по меньшей мере, 4 раза в день осуществляется направленное воздействие на состояние организма, то становится очевидным, что среди онтогенетических факторов внешней среды, влияющих на формирование и поддержание здоровья, наибольшее воздействие оказывают факторы алиментации. Одним словом, в решении задач целенаправленного формирования и поддержания здоровья, научной стратегии санокреатологического питания принадлежит особая роль.

Вместе с тем, анализ существующих систем питания (а их более 20) показывает, что ни одна из них, из-за недостаточной научной обоснованности, не получила общего признания и все они далеки от решения проблемы здоровья. Об этом говорят хотя бы печальные устремления предложить все новые и новые системы питания, далеко не подтверждающие обещания гуру поклонникам долголетия гарантии здоровой жизни, к тому же они сами умерли раньше среднестатистической продолжительности жизни: Мишель Монтиньяк – в 66 лет, Роберт Аткинс – в 72 года, «отец гербалайфа» Марк Хьюз – в 44 года, Рой Уолдорф, пропагандировавший голодную диету из 1500 ккал – в 79 лет, хотя обещал прожить 120 лет, (начал пользоваться своей диетой в 1980 году и умер в 2004 году). Многочисленность систем и направлений в организации питания, как и то, что значительная часть взрослого населения – 20-25% страдает ожирением, а 40-45% - избыточной массой тела, являются еще одним доказательством кризиса теорий питания. Согласно мнению известного русского физиолога-трофолога академика А.М.Уголева, патологии, обусловленные неправильным питанием, распространены гораздо шире, чем сердечно-сосудистые и злокачественные заболевания. Общеизвестна роль питания в развитии сердечно-сосудистых расстройств, заболеваний пищеварительной системы, рака, сахарного диабета, ожирения и др. [17].

Индустриализация, урбанизация, глобализация рынков, изменения в мировой продовольственной экономике способствовали более высокому уровню жизни, большему доступу к услугам и одновременно к сдвигу в структуре питания: отход от рационов, в основе которых лежали местные основные продукты питания, такие как зерновые, крахмалосодержащие корнеплоды и выращиваемые на местах бобовые, фрукты, овощи, в сторону рационов, которые включают больше переработанных пищевых продуктов, больше продуктов животного происхождения, большего добавления сахара, соли и жира. Как следствие, заболевания, связанные с питанием, приобретают все большие масштабы и оказывают все большее воздействие на здоровье. Если не будут приняты необходимые конкретные научные и государственные усилия по усовершенствованию сложившейся структуры питания при дефиците конкретных пищевых веществ и др., проблема общественного питания сохранит, скорее всего, свою актуальность для будущих поколений. Значимость проблемы

санокреатологического питания обусловлена тем, что с позиции санокреатологии питание должно выполнять одновременно несколько функций: 1) креативную в реализации генетической программы формирования и поддержания здоровья и предупреждения диминуации и его деградации; 2) энергетическую – для обеспечения внутренних потребностей организма в энергии, необходимой для осуществления обмена веществ, функций по жизнеобеспечению и для оперативной повседневной деятельности; 3) биокаталитическую, регулирования и поддержания метаболизма – для ускорения, поддержания и регулирования метаболических и других жизненно важных процессов; 4) протекторную – для обеспечения реализации механизмов защиты организма от внутренних и внешних агрессивных факторов; 5) стимуляторную и ингибиторную – для стимуляции или ингибиции отдельных функций органов и систем; 6) детоксификационную – для нейтрализации действия токсических продуктов или трансформирования в продукт с уменьшенной токсичностью. При этом следует подчеркнуть, что роль питания в разные возрастные периоды роста и развития организма неоднозначна: а) на раннем этапе внутриутробного онтогенеза продукты питания, как таковые, непосредственно, или через различные биохимические процессы, выполняют, главным образом, индукторную и креативную функции в реализации генетической саногенной программы развития в плане инициации и осуществления различных специфических метаболических процессов и структурных основ клеток, органов и систем, их функций; б) на раннем этапе постнатального онтогенеза – креативную, энергетическую и протекторную; в) на этапе относительно устойчивой морфо-физиологической деятельности организма – энергетическую, протекторную и стабилизатора структур и функций органов и организма в целом; г) в период диминуации и деградации структур и функций жизненно важных органов – протекторную, энергетическую, стимуляторную и детоксификационную [13; 15].

Следовательно, для направленного влияния на формирование и поддержание здоровья человека становится очевидным необходимость разработки, на базе вышеприведенных представлений о поливалентной функции пищи, о неодинаковой, неоднозначной ее роли в жизнедеятельности организма в различные возрастные периоды, научно обоснованной санокреатологической системы питания. Трудно не согласиться с тем, что при решении указанной фундаментальной задачи, исследователи столкнутся не только с теоретическими и методическими трудностями биохимико-морфо-физиологического характера, но и с технологическими, в плане подбора направленного воздействия нутриентов и обеспечения ими населения, из-за дефицита их производства. В связи с санкциями на ввоз в Россию сельхозпродуктов из нескольких стран, создается впечатление, что наступает эра перепроизводства отдельных продуктов питания, однако, согласно признанию Продовольственной и Сельскохозяйственной организации ООН – ФАО, «каждый восьмой человек на планете голодает», что составляло почти 870 млн. голодающих в 2010-2013 годах, или 12,5% населения земного шара. Директор ФАО Хосе Грасиано да Сильва в свое время констатировал, что более 100 миллионов детей страдают от истощения и поэтому не могут полностью реализовать свой потенциал.

Естественно, возникает вопрос, если при присущей системе самовоспроизводства населения, согласно прогнозам, к 2050 году численность населения Земли достигнет 9 млрд., хватит ли еды для удовлетворения хотя бы минимальных потребностей населения, учитывая, что около 1 млрд. человек уже голодает. Чтобы прокормить такое количество людей, в ближайшие 40 лет необходимо почти удвоить объем производства продовольственных товаров, что весьма проблематично из-за отсутствия доступных для пахотного земледелия новых земель, деградации почв, регионального дефицита воды, увеличения зависимости производства продуктов питания от энергетических ресурсов, истощения мировых водных биологических ресурсов в местах традиционного промысла, исчерпания невозобновляемых ресурсов, отсутствия новых ресурсов, неблагоприятных антропогенных и природных процессов и др. [6; 11]

Вопрос стоит в том, что нужно сделать: оставить так на волю судьбы – иметь больное общество, голодать, умирать от голода и болезней или вести войны из-за природных ресурсов, мигрировать в другие страны, дать право каждому человеку воспроизводить себе подобных, сколько ему захочется, или разработать теорию и практику целенаправленного формирования и поддержания здоровья, планировать рост численности и организовать саногенное воспроизводство населения в соответствии с природными и технологическими возможностями каждой страны, что могло бы на первых порах снизить угрозу непредсказуемых последствий для дальнейшего развития современной цивилизации? Бесспорно, последнее. Самовоспроизводство, неконтролируемый рост населения при его высокой заболеваемости, вероятно, для будущей цивилизации не лучше, чем низкие, регулируемые темпы прироста населения при высоком уровне здоровья и работоспособности.

В заключении хотелось бы отметить, что мы ясно отдаем себе отчет в научных и технических трудностях в решении указанных проблем, однако, значимость их для направленного формирования и поддержания здоровья человека оправдывает соответствующие усилия специалистов. При этом, мы искренне убеждены, что если на указанные мною в докладе проблемы – направленное формирование и поддержание здоровья, саногенное воспроизводство потомства и разработка санокреатологической системы питания, обратят внимание соответствующие специалисты и эти проблемы станут предметом их исследования, то, несомненно, они будут решены. Подтверждением сказанного служат общеизвестные факты о модификации морфофизиологического онтогенетического развития организма за счет воздействия экологических, социальных условий жизни, питания, физической активности и др. Больше того, относительная эколого-социальная обусловленность онтогенеза человека и попытки, предпринятые цивилизацией на протяжении истории, порой достаточно успешные, по целенаправленному формированию в процессе онтогенеза человека стопы, длины шеи, формы головы, нижней части грудной клетки, живота и др., для придания стройности фигуры, как и способность произвольно модифицировать функции дыхательной, мышечной, иммунной, зрительной систем, так и психики и психического здоровья – является неопровержимым доказательством возможности целенаправленного формирования и поддержания здоровья.

Значимость указанных проблем для дальнейшего существования человеческого общества, в условиях все увеличивающихся агрессивных стрессогенных факторов, стоит того, чтобы они стали объектом исследования более широкого круга специалистов. Институт физиологии и санокреатологии Академии наук Молдовы все свои усилия направил на их разработку.

Я заканчиваю свой доклад, будучи уверенным в несовершенстве и неполноте представленных материалов и суждений о целенаправленном формировании и поддержании здоровья человека, являющихся исключительно сложной задачей науки, и при этом убежден, что целенаправленное формирование и поддержание здоровья, являющееся задачей санокреатологии, не имеет альтернативы в решении проблем заболеваемости и обеспечения саногенного воспроизводства и саногенного жизнеобеспечения, не только современного, но и будущего общества.

Спасибо за внимание!

Литература

1. *Ciochină V.* Variabilitatea frecvenţei contracţiilor cardiace, tensiunii arteriale, atenţiei şi productivităţii muncii intelectuale la adolescenţii de 15-16 ani cu psihicul normal dezvoltat şi cu retard mintal în condiţii relativ confortogene şi stresogene de menajare. Teza de dr.biol., 1996.

2. *Furdui T.I., Ciochina V.K., Furdui V.F., Frunze R.I., Moldovan A.M.* Psychic and ecological stress, precocious general biological degradation of the human organism and sanocreatological medicine. //„Endoecological Medicine” and I-st International School of “Endoecological Medicine”. III International Congress, Cyprus Republic, October, 21-28, 2007, p. 25-26.

3. *Furdui T., Vudu Gr.* Perioadele critice în dezvoltarea postnatală a copilului. Buletinul AŞ RM. Ştiinţe biologice şi chimice. 1998, №2, p. 39-41.

4. *Furdui T., Vudu Gr.* Perioadele vârstei omului după maturizare. //Zilele Univ. de Medicină şi Farmacie „N.Testemiţanu”: Materialele conf. şt. an. a colab. şi studenţilor, 21-22 oct. 1998. Chişinău; 1998. P.71.

5. World Population Prospects: The 2012 Revision, 128 p.

6. *Акаев А.А., Садовничий В.А.* Динамика роста численности населения планеты. Глобальные демографические модели как основа для стратегического прогноза /Проекты и риски будущего. Концепции, модели, инструменты, прогнозы /Ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. М.: Красанд/URSS, 2011. с.17-45.

7. *Бережков Л.Ф.* Состояние здоровья учащихся младших классов современной школы /гигиенические проблемы обучения в современной школе. Москва, 1989, с. 126-133.

8. ВОЗ. Доклад о ситуации в области неинфекционных заболеваний в мире 2014 г.

9. ВОЗ. Информационный бюллетень. – N 317. – Сентябрь 2012 г.

10. Доклад о состоянии здравоохранения в Европе 2012 г.: выработка курса на благополучие. Доклад «Мировая статистика здравоохранения». 2012.

11. *Капица С.П.* Сколько людей жило, живет и будет жить на земле.

Очерк теории роста человечества. Москва. 1999. 117 с.

12. *Крылов Д.Н., Кулакова Т.П.* Донозологические нарушения нервнопсихического здоровья у детей. VIII Всесоюзный съезд нервопатологов, психиатров и наркологов: Тезисы докладов. Т.2, Москва, 1988, с. 225-227.

13. Питание и здоровье в Европе: новая основа для действий. /Под ред. Aileen Robertson, Cristina Tirado, Tim Lobstein, Marco Jermini, Cecile Knai, Jørgen H. Jensen,

Anna Ferro-Luzzi и W.P.T. James. /Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, №96, 2005, 506 с.

14. Психическое здоровье: укрепление психического здоровья //ВОЗ, Информационный бюллетень №220, 2007 г.

15. Среднесрочный план на 2010-2013 годы (пересмотренный) и Программа работы и бюджет на 2012-2013 годы. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим, 2011 год. 322 с.

16. *Семичов С.Б.* Предболезненные психические расстройства. Л.: «Медицина». 1987. 183 с.

17. *Уголев А.М.* Теория адекватного питания и трофология. Л.: Наука. 1991. 272 с.

18. *Фурдуй Ф.И., Вуду Г.А.* Периодизация антинатального развития ребенка. Известия АН РМ. Биологические и химические науки. 1994, №4, с. 3-8.

19. *Фурдуй Ф.И., Вуду Г.А., Вуду Л.Ф. и др.* Причины и факторы биологической деградации человека и пути его выживания. //Стресс, адаптация, функциональные нарушения и санокреатология. Кишинэу. 1999. с. 22-35.

20. *Фурдуй Ф.И., Вуду Л.Ф., Вуду Г.А. и др*. Симптомы физиологической, психической и биологической деградации человека, как биологического вида. //Стресс, адаптация, функциональные нарушения и санокреатология. Кишинэу. 1999. с. 9-21.

21. *Фурдуй Ф.И., Вуду Г.А., Георгиу З.Б. и др.* Периодизация постнатального развития ребенка. // Buletinul AŞ RM. Ştiinţe biologice şi chimice. 1995, №4, с. 38-44.

22. *Фурдуй Ф.И., Еренков В.А., Китикарь Ф.М. и др*. Достижения и проблемы современной педиатрии и санокреатологическая педиатрия. //Стресс, адаптация, функциональные нарушения и санокреатология. Кишинэу. 1999. с. 52-57.

23. *Фурдуй Ф.И.* Стресс и здоровье. Кишинев. «Штиинца». 1990. 240 с.

24. *Фурдуй Ф.И.* Проблемы стресса и преждевременной биологической деградации человека. Санокреатология. Их настоящее и будущее. //Современные проблемы физиологии и санокреатологии, Кишинев, 2005, с. 16-36.

25. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Вуду Л.Ф. и др.* Стресс, эволюция человека, здоровье и санокреатология. (Пленарный доклад на II съезде физиологов СНГ). //Известия АН Молдовы. Науки о жизни. 2010. №1 (310). с. 4-13.

26. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Лакуста В.Н. и др.* Хронический стресс – патогенетическая основа морфофункциональной и психической деградации. //Второй Российский конгресс по патофизиологии, окт. 2000. Тез.докл. Москва, 2000, с. 227-228.

27. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К.* Психосанокреатологическая концепция. Генетически и онтогенетически обусловленные системы, участвующие в формировании и поддержании психического здоровья. //Известия АН Молдовы. Науки о жизни, 2012, №3 (318), с. 4-22.

28. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К.; Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А*. Причины преждевременной общебиологической деградации человека, пути ее предупреждения и решение проблемы здоровья с позиции санокреатологии. Фізіологічний журнал. 2011, том 57, 5, с. 88-90.

29. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Вуду Л.Ф*. Психическое здоровье с позиции санокреатологии и системогенеза. (Лекция на VIII-ом Международном междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии»). //Известия АН Молдовы. Науки о жизни, 2012, №2 (317), с. 4-11.

30. *Фурдуй Ф.И, Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Вуду Л.Ф., Штирбу Е.И., Огородникова Е.А., Вуду Г.А., Бешетя Т.С., Георгиу З.Б., Бодруг А.И.* Хронический стресс, общебиологическая деградация и санокреатология. //Механизмы функционирования висцеральных систем. VIII Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 220-летию со дня рождения К.М.Бэра, 25-28 сентября 2012. Санкт-Петербург, Россия, 2012, с. 247-248.

31. *Фурдуй Ф.И, Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Лакуста В.Н., Вуду Л.Ф., Вуду Г.А., Тодераш И.К., Бешетя Т.С., Георгиу З.Б.* Здоровье человека – важнейшая комплексная задача многих биологических и медицинских наук. //Научные труды I Съезда физиологов СНГ. Сочи, Дагомыс, 19-23 сентября 2005, с. 4.

32. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Вуду Г.А., Лакуста В.Н., Тодераш И.К., Павалюк П.П.* Стресс, гомеостаз и санокреатология. //Научные труды I Съезда физиологов СНГ. Сочи, Дагомыс, 19-23 сентября 2005, с. 43.

33. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Морару А.Т., Лакуста В.Н., Павалюк П. П., Кошкодан, Невоя А.В., Бригидин В.М.* Частое чередование кратковременного чрезмерного стресса и относительного комфорта как фактор нарушения функций и преждевременной морфофизиологической деградации жизненно важных органов. Дизрегуляционная патология органов и систем. //Материалы III Российского конгресса по патофизиологии. Москва, 9-12 ноября 2004, с. 254.

34. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. и др.* Санокреатологическая теория психического здоровья. I. Основные современные представления о психическом здоровье. //Известия АН Молдовы. Науки о жизни, 2012, №1 (316), с. 4-14.

35. *Фурдуй Ф.И., Штемберг М.И., Чокинэ В.К. и др.* Основные этапы внутриутробного формирования плода и профилактика врождённых пороков развития. Кишинев. 2006. 67 с.

FUNDAMENTAL ROLE OF BIOLOGICAL FACTORS IN AQUATIC ECOSYSTEM FUNCTION: IMPROVING WATER QUALITY

Ostroumov[1] S. A., Miron[2] A.A., Kotelevtsev[1] S.V., Ermakov[3] V.V., Shestakova[1] T.V., Tropin[1] I.V., Krupina[1] M.V., Nagdaliev[1] F.F., Toderas[2] I.K.

[1]M.V.Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow 119991, Russian Federation;
[2]Academy of Sciences of Moldova, Moldova;
[3] V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry, Moscow, Russian Federation;

Rezumat

Acest articol reia fundamentele teoriei rolului multifuncţional pe care comunitatea biologică (biota) îl are în autopurificarea apei şi remedierea sistemelor ecologice acvatice, folosind rezultatele analizelor anterioare. Următoarele probleme legate de rolul biotei în autopurificarea apei sunt: 1. principalele procese de autopurificare a ecosistemelor acvatice. 2 principalele blocuri funcţionale ale sistemului de autopurificare a ecosistemelor acvatice. 3. sursele de energie ale mecanismelor biologice ale autopurificării ecosistemului acvatic. 4. rolul principalelor mari grupuri de organisme din apă în autopurificarea ecosistemului acvatic. 5. fiabilitatea sistemelor de autopurificare a apei. 6. regulamentul de autopurificare a apei. 7. răspunsul întregului sistem de autopurificare la factorii externi antropogeni care afectează un ecosistem. 8. Ecosistemul acvatic - analog al unui bioreactor cu funcţie de purificare a apei. 9. implicarea în protejarea mediului înconjurător.10. conexiunile dintre principalele puncte şi concluzii ale acestui articol şi alte publicaţii relevante.

Cuvinte cheie: calitatea apei, ecotoxicologie, de mediu, toxicologie, biotic, auto-purificare, acvatice, ecosisteme, teorie, apă dulce, marină, ecologie.

Abrevieri: SD, detergent sinthetic; LD, detergent lichid; SDS, dodecylsulfat de sodiu; TDTMA, tetradecyltrimethyl ammonium bromide.

Depus la redacţie 19 martie 2015.

Adresa pentru corespondenţă: Toderaş Ion, Institutul de Zoologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: iontoderas@yahoo.com; tel. (+373 22) 73-12-55

Introduction

Developing the fundamentals of aquatic ecosystem function is one of priorities and important goals in modern ecology [1, 2].

This article revises the fundamentals of the theory of the multifunctional role that the aquatic biological community (biota) plays in the water self-purification [1–3, 7, 13, 15, 16] and ecological remediation [11] of aquatic ecosystems using the results of previous analyses [3–12] and the theory of the functioning of aquatic ecosystems [2].

1. The Main Processes of Water Self-Purification in Aquatic Ecosystems

A significant number of physical, chemical, and biotic processes are important for the formation of water quality and water purification in aquatic ecosystems [1–3, 7, 13, 15].

Earlier, a list of these processes was published [16]; a revised list of the most important of them is shown in Table 1. (An important note to this table: many factors are interrelated and overlapped, so it is often impossible to distinguish individual factors. In the conceptual analysis, factors are regarded as individual for convenience).

Almost all of these physical and chemical processes of water self-purification are either controlled or affected to a certain degree by biological factors. For example, the rate of the sorption of pollutants by settling particles of the suspended matter depends on the concentration of phytoplankton cells. Another example: the photochemical decomposition of substances is only possible in transparent water, and the transparency is ensured by the filtration activity of aquatic organisms (hydrobionts).

Thus, biotic (biological) processes are of vital importance to the entire system of processes of water self - purification.

2. The Main Functional Blocks of the Self-purification System of Aquatic Ecosystems

It was proposed to distinguish the following main functional blocks covering the major parts of the hydrobiological mechanism of the water self-purification in aquatic ecosystems [16]:

(1) filtration activity or “filters”;

(2) mechanisms of transferring or pumping chemical substances between ecological compartments (from one part of the ecosystem to another one) - “pumps” ; and

(3) activities for degradation of pollutant molecules - “mills” [16].

2.1. Filters (see also [7, 14]).

Filters comprise the following functional systems [16]:

(a) all invertebrate animals who are filter feeders (suspension feeders);

(b) macrophytes, which take up a part of pollutant substances (and nutrients such as chemical substances with nitrogen N, and phosphorus P) entering the ecosystem from adjacent areas;

(c) benthos, which takes up a part of pollutant substances (and biogenic, i.e. nutrient substances with nitrogen and phosphorus) migrating at the water–bottom sediment interface; and

(d) microorganisms adsorbed on suspended particles moving relative to the mass of water due to the sedimentation of the particles caused by gravity; as a result, the mass of water and the microorganisms move relative to each other, which is equivalent to the situation where the water is being filtered through the particles with attached microorganisms, the latter extracting dissolved organic compounds (DOCs) and biogenic compounds (i.e. nutrient substances) from the water [7, 16].

2.2. Mechanisms of transferring of pumped chemical substances from one ecological compartment to another (pumps). This block comprises the following functional systems [16]:

(a) the functional pump facilitating the transfer of a part of pollutants from the water onto the sediments (sedimentation and sorption);

(b) the functional pump transferring a part of pollutants from the water to the atmosphere (evaporation);

(c) the functional pump determining the transfer of a part of biogenic (nutrient) substances from the water to the surrounding terrestrial ecosystems (all migrations related to the emergence of imago of the insects whose larval development occurs in water); and

(d) a similar functional pump transferring a part of biogenic (nutrient) substances from water to the surrounding terrestrial ecosystems because of the birds' feeding on aquatic organisms (hydrobionts): fish-eating birds remove biomass from the aquatic ecosystem; they inhabit the area adjacent to the water body or stream [16].

2.3. Decomposition of pollutants ("mills").

These functional systems which decompose pollutants are [16]:

(a) the "mill" of intracellular enzymatic processes;

(b) the "mill" of extracellular enzymes that are present in water;

(c) the "mill" of photochemical processes sensitized by substances of biological origin; and

(d) the "mill" of free-radical processes involving ligands of biological origin (Yu.I. Skurlatov, cited from [7]).

3. Energy Sources of the Biological Mechanisms of Aquatic Ecosystem Self-purification

Ecosystems obtain the energy for biotic self-purification from photosynthesis, oxidation of autochthonous organic compounds, and other redox reactions. Thus, almost all available sources of energy are involved. Some energy is obtained from the oxidation of the components (dissolved and suspended organic matter) that have to be removed from the ecosystem. In other words, the energetics of self-purification resembles energy - saving technologies invented by man [16].

4. The Roles of the Main Large Groups of Organisms in Water Self-purification in Aquatic Ecosystem

Almost all main groups of organisms including microorganisms, phytoplankton, higher plants, invertebrates, and fish are involved in the water self-purification in aquatic ecosystems and formation of water quality [4, 6, 7, 9].

Note that each of these groups is involved in more than one or two processes (see Table 1 in [4] for details). These groups are equally necessary to normal water self-purification [16].

Table 1. Some important factors and processes of water self-purification (from [6, 7, 16], with substantial additions).

Factors and processes of environment purification	References, comment on the role of biota
1. Physical and hysico-chemical	
Dissolving and dilution	[7]
Washing ashore	[7]
Drifting into adjacent water bodies and waterways	The export of the carbon contained in dissolved compounds and suspended particles carried by outflowing water depends on the DOC and SOC concentrations
Sorption by suspended particles followed by sedimentation	Depends on the formation of seston and detritus by hydrobionts
Sorption by bottom sediments	Depends on the amount of organic compounds in the sediments
Evaporation	May depend on the film of organic substances on the surface of the water body
2. Chemical	
Hydrolysis	[7]
Photochemical transformations	[15]; photolysis is sensitized by organic compounds of biotic origin
Redox catalytic transformations	[7]
Free-radical transformations	Depend on biotic ligands
Decrease in CP toxicity due to their binding with DOCs	[7]
Chemical oxidation of CPs involving oxygen	Oxygen concentration depends on hydrobiont photosynthesis
3. Biotic	
The sorption and accumulation of CPs and biogenic substances by aquatic organisms	[7]
Biotransformation: redox reactions, decomposition, and conjugation	In some lakes (in this case, Mirror Lake, United States), the following amounts of carbon are oxidized annually (in grams of C per 1 m^2 of water surface): due to phytoplankton respira- tion, 19.1; due to zooplankton respiration, 12.0; and bacterial oxidation in bottom sediments, 17.3 [15]
Extracellular enzymatic CP transformation	[3]
Removal of suspended particles and CPs from the water column as a result of water filtration by aquatic invertebrates	Cladocerans filter as much as 40 ml (in some cases, up to 130 ml) of water per animal per day; copepods, 2–4 ml (in some cases, up to 27 ml) per animal per day [1, 13, 15]
Removal of CPs from the water column as a result of their sorption by pellets of aquatic animals excrements	[7]

Prevention or deceleration of the release of biogenic substances and CPs from bottom sediments into water; accumulation and binding of biogenic substances and CPs by benthic organisms	[7]
Removal of C, N, and P from the ecosystem as a result of the emergence of imago insects after the completion of larval development in water	The emergence of imago of insects may take away from the lake, e.g., 0.5 g C/m^2 water surface per year [15]
Removal of C, N, and P from the ecosystem by fish-eating and other birds feeding on aquatic organisms	It depends on the state of the biota in the adjacent area
Removal of C, N, and P from the ecosystem when the amphibians that have completed their metamorphosis in water go to land	On the removal, see the previous comment
CP biotransformation and sorption in soils of farmlands supplied with polluted water	[7]
Regulation of the numbers and activity of organisms involved in water purification as a result of interactions between organisms	[14, 15]; ecological chemoregulators, and ecological chemomediators [3] are involved in the regulation

Designations: CP, chemical pollutant; DOC, dissolved organic compound; SOC, suspended organic compound.

5. Reliability of Water Self-purification Systems

In technology, the reliability of a system is often ensured by doubling many components of the system [16]. Analysis of the functions of ecosystems shows that they employ the same principle.

For example, the filtration activity of aquatic organisms (hydrobionts) is doubled: it is performed by two large groups of organisms: the plankton and the benthos. Both groups filter water rapidly [1, 13]. Benthos also additionally doubles the activity of planktonic organisms residing in the pelagic zone, because the larvae of many species of benthic filter feeders (suspension feeders) are components of plankton.

In the plankton, two groups of invertebrate multicellular filter feeders, crustaceans [13] and rotifers [7, 15] double each other's filtration functions.

Another large group of organisms with a different type of feeding, protozoa, filter water as crustaceans and rotifers do. Some other organisms also filter water (for the list of these, see Table 3 in [9]).

Enzymatic decomposition of pollutants, another component of water self-purification, is simultaneously performed by bacteria and fungi. Almost all aquatic organisms (hydrobionts) that, to different extents, can take up and oxidize dissolve organic compounds also fulfill this function (although the activity of each group of organisms has certain specificity).

Thus, the reliability of water self-purification in ecosystems is ensured by the multiplicity of the processes involved, which are performed simultaneously and secure each other's function. In turn, water purification and permanent maintaining (repair) of its quality is among the most important aspect of the self-sustaining stability of the entire aquatic ecosystem.

The permanent recovery of water quality is absolutely necessary for the stability of ecosystems, because it constantly withstands the constant inflow of autochthonous and allochthonous organic compounds and biogenic substances carried from the

adjacent land and tributaries (by water currents), as well as by precipitation and settling waterborne particles.

Therefore, water self-purification is as crucial for the stability of ecological systems as DNA repair is for heredity; therefore, water self-purification was proposed to be considered as ecological repairement of aquatic ecosystems [11].

Another important element of the reliability is biological community (the biota) self-regulation [16].

6. Regulation of Water Self-purification

Almost all organisms involved in intense self-purification activity are under the double control of the preceding and the next links of the food chain. Earlier [5, 14], the inhibitory analysis of regulatory interactions in food chains was proposed as an effective method for studying the regulatory functions of different organisms.

Various types of signals, including chemical information carriers (signal chemicals), play considerable roles in the regulatory mechanisms of ecosystems. It has been suggested that these chemical substances be termed ecological chemoregulators, and ecological chemomediators [3].

The influence of regulatory factors on the organisms involved in water quality self-restoration explains why the observed rates of some self-purification processes are considerably lower than the maximal rate that the aquatic organisms (hydrobionts) are capable of. For example, the rate of water filtration in natural water bodies is not high enough to remove all suspended organic compounds (SOCs) particles from the water. In many filter feeders, the filtration rate has been demonstrated to decrease with an increase in the concentration of sestonic particles [13 etc.].

7. The Response of the Entire Self-purification System to Anthropogenic External Factors Affecting an Ecosystem

The system of processes of water self-purification and water quality formation is labile [4, 6, 7] and is readily rearranged as the environmental conditions change, which makes it difficult to determine its general functional patterns.

The experimental studies [4, 6, 7, 14] have demonstrated the lability of one of key processes of water self-purification, namely, water filtration by aquatic invertebrates (mollusks and rotifers).

This is exemplified by the results of experiments on the treatment of the aquatic mollusks *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis* and the rotifer *Brachionus calyciflorus* with some ecotoxicants exemplified by the cationic synthetic surfactant tetradecyl trimethyl ammonium bromide (TDTMA) and synthetic detergents (SDs). These water filtration processes were inhibited by sublethal concentrations of the pollutants (ecotoxicants), namely, synthetic surfactants and surfactant-containing mixed preparations.

There are published data on similar effect of other pollutants on mollusks and zooplanktonic filter feeders (suspension feeders) [7].

These data (Table 2; see [7] for the experimental methods) demonstrate that a decrease in the effectiveness of the self-purification (ecological remediation) system of the water is hazardous under the conditions of anthropogenic impact on aquatic ecosystems and the biosphere [7, 11, 14, 16].

Table 2. The substances and their concentrations that inhibit the removal of suspended matter from water by filter feeders (suspension feeders) [16]. Abbreviation: see the Note at the end of the table.

No.	Substance	Concen-tration, mg/l	(+) Presence or (–) absence of inhibition	Filter feeder	Reference and comment
1	**Heptane**	2–4 60 0.05–5	– + +	*Mytilus galloprovincialis* *M. galloprovincialis*	[16] [16] [16]
2	**TDTMA**	0.5 1–2 0.5 more than 1 1.7 0.5	+ + + + + + +	*M. edulis* × *M. galloprovincialis* (natural hybrid population) *Crassostrea gigas*	[7] [4] [7] [4] [4] [7] [7] [4] [7]; 30–60 min incubation [7]; 90 min of incubation [7]; 30–90 min of incubation [10]; [7] [7] [7]
3	**SDS**	5 1–5 0.5 0.5	+ + – +	*Unio pictorum Brachionus angularis,* *B. plicatilis*	[9, 10] [9, 10] [7] [7] [7] [8] The author's own data
4	**Triton X-100**	1–4 50 50 7 10 20 30	+ + + + + + +	*M. edulis* *M. galloprovincialis* *C. gigas* *Unio tumidus* *U. tumidus M. edulis M. edulis M. edulis U. tumidus*	Donkin *et al.*, 1997 cited in [14] Donkin *et al.*, 1997 cited in [14] Mitin, 1984; cited in [14]
5	**SD1 (OMO)**	2	+	M. galloprovincialis	The author's own data
6	**SD2 (Tide)**	2	+	M. galloprovincialis	The author's own data
7	**SD3 (Losk)**	2	+	M. galloprovincialis	The author's own data
8	**SD4 (IXI)**	4–8	+	M. galloprovincialis	The author's own data
9	**SD5 (Deni)**	0–1.5 0–1	+ +	M. galloprovincialis	The author's own data
10	**LD1 (E)**	0.01–10	+	M. galloprovincialis	The author's own data
11	**LD (Fairy) Petroleum hydrocarbon (gas oil)**	0.5 2 20	+ + +	*C. gigas* *M. galloprovincialis*	The author's own data
12	**Lindan (pesticide)**	2	+	*C. gigas* *C. gigas*	The author's own data
13	**Dichlorvos (pesticide)**	2	+	M. galloprovincialis	The author's own data

14	**Trimethyl tin chloride (TMTC)**	2	+	*M. galloprovincialis* *M. edulis* *M. edulis*	The author's own data
15	**Cadmium sulfate** **Copper sulfate** **Lead nitrate**	2	+	*Dreissena polymorpha* *M. galloprovincialis*	The author's own data

Note on the abbreviations: SD, synthetic detergent; LD, liquid detergent; SDS, sodium dodecylsulfate; TDTMA, tetradecyltrimethyl ammonium bromide.

8. An Aquatic Ecosystem as an Analogous of a Bioreactor with a Water Purification Function

The specific features of the water self-purification system invite analogies with a bioreactor. Also this analogy is attractive and seems substantiated, it pertains to only one essential aspect of aquatic ecosystems. It is justified and useful in certain respects [4]; however, it by no means reflects comprehensively the essence of aquatic ecosystems, with all their diversity and variability.

The regulation of many important processes involved in the transfer of chemical elements in aquatic ecosystems is 'bioinert', i.e., combines the effects of biotic and abiotic factors (the term '*bioinert*', or *биокосный*, was introduced by V.I. Vernadsky). The comment on the bioinert nature of the regulation emphasizes the significance of both biotic and abiotic factors to the regulation. Aquatic ecosystems are characterized by considerable variability of almost all main parameters and an almost complete absence of constant quantitative characteristics.

Therefore, we would like to underline that the analogy with a technological device is not complete. We would like to conclude - with some reservations - that the system of processes involved in the self-purification of an aquatic ecosystem is similar to a high-technology mechanical device and may be regarded as a bioreactor fulfilling functions that are important to the ecosystem. However, this analogy illustrates only one essential aspect of an aquatic ecosystem [16].

9. Implications for Protection of the Environment

Taking into account the analysis that was described above, as well as the results of the earlier experimental studies [4–11, 14] and data published by other researchers [1, 13, 15], we believe that the following notions and recommendations will be useful for solving the problems related with the protection of biodiversity and the environment [16].

(1) The conservation of the water self-purification capacity of aquatic ecosystems (water bodies and water streams) should be an essential part of environmental protection programs [10].

(2) Almost all species of aquatic organisms (hydrobionts) are involved in the formation of water quality and self-purification of aquatic ecosystems or the regulation of these processes. This is one more reason for the necessity of the conservation of the entire biodiversity in aquatic ecosystems [9].

(3) Organisms living in terrestrial ecosystems adjacent to water bodies and waterways are largely involved in water purification; therefore, the conservation of biodiversity in these coastal terrestrial ecosystems is also necessary for sustaining the quality of water [10].

(4) The environmental protection measures and regulations in the protected terrestrial and aquatic areas should include not only the conservation of populations and gene pools, but also the maintenance of the functional activity of these populations (specifically, the functional activity that contributes to the maintenance of water quality and, hence, the stability of the entire ecosystem) [10].

(5) New environmental hazards related to the chemical pollution of aquatic ecosystems have been identified [11].

(6) In order to solve the problem of eutrophication of aquatic ecosystems, the suggestions on the synecological approach should be taken into account [8].

(7) The assessment of the anthropogenic damage to the environment should be taken into account, among other factors, the damage due to the decrease in the self-purification capacity of aquatic ecosystems (water bodies and streams). This brings an important addition and renovation into the interpretation of environmental legislation, including both international laws and regulations and the national environmental legislation.

(8) The analysis presented above offers a new approach to a more comprehensive economic assessment of the anthropogenic damage to aquatic ecosystems and organisms involved in the self-purification of aquatic ecosystems [12].

(9) According to the analysis presented above, we may expect discovery of new examples of hazard of chemical pollutants that have an ability to decrease the capacity of aquatic ecosystems for water self-purification [16].

10. Connection of the main points and conclusions of this article with some other relevant and related publications

This paper is a continuation of the line of scientific research presented in [16]. Many new facts are in agreement with the theory formulated in this article, e.g. [17- 28]. The theory of the multifunctional role of organisms in improving water quality contribute to the development of the interdisciplinary area of the biospheric science at the frontiers of biology, ecology, chemistry, and environmental sciences [29 - 38].

The results of the analysis performed above support the conclusion that the aquatic biological community to be regarded as a device for ecosystem self-purification constituting an essential part of what V.I. Vernadsky called the “biosphere apparatus” [16]. The results of this study have further developed and detailed some of V.I. Vernadsky’s concepts, including the concepts on the biogenic migration of chemical elements (in Russian, *биогенная миграция атомов* [*biogenic migration of atoms*]), bioinert objects (in Russian, *биокосные тела биосферы* [*biokosnye tela biosfery*]), the biosphere apparatus, and the fundamental biospheric role of the biota and living matter [30-35].

References

1. *Alimov, A.F.*, Funktsional’naya ekologiya presnovodnykh dvustvorchatykh mollyuskov (Functional Ecology of Freshwater Bivalves),//Tr. Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, 1981, vol. 96. Leningrad. Izdatelstvo Nauka, 248 p.

2. *Alimov, A.F.*, Elementy teorii funktsionirovaniya vodnykh ekosistem (Elements of the Theory of Functioning Aquatic Ecosystems), St. Petersburg: Izdatelstvo Nauka, 2000. 147 p.

3. *Ostroumov, S.A.*, Vvedenie v biokhimicheskuyu ekologiyu (Introduction to Biochemical Ecology), Moscow: Izdatelstvo Moscow University Press, 1986. 176 p. https://www.researchgate.net/publication/259800839;

4. *Ostroumov S.A.* Vodnaya ekosistema: krupnorazmernyy diversifitsirovannyy bioreaktor s funktsiyey samoochishcheniya vody (Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды). // Doklady akademii nauk (DAN). 2000. V. 374, №3. pp. 427-429. www.researchgate.net/publication/265382167;

5. *Ostroumov S.A.* Ingibitornyy analiz regulyatornykh vzaimodeystviy v troficheskikh tsepyakh (Ингибиторный анализ регуляторных взаимодействий в трофических цепях). // Doklady akademii nauk (DAN). 2000. V. 375, № 6. pp.847-849. https://www.researchgate.net/publication/216167167;

6. *Ostroumov S.A.* Kontseptsiya vodnoy bioty kak labil'nogo i uyazvimogo zvena sistemy samoochishcheniya vody (Концепция водной биоты как лабильного и уязвимого звена системы самоочищения воды). // Doklady akademii nauk (DAN). 2000. V. 372. № 2. pp. 279-282. https://www.researchgate.net/publication/12375514;

7. *Ostroumov, S.A.*, Biologicheskie effekty pri vozdeistvii poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na organizmy (Biological Effects Induced by Surfactants on Living Organisms; Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы), Moscow: MAKS Press, 2001.

8. *Ostroumov C.A.* Sinekologicheskiye osnovy resheniya problemy evtrofirovaniya (Синэкологические основы решения проблемы эвтрофирования). // Doklady akademii nauk (DAN). 2001. V. 381, № 5. pp. 709–712.

www.researchgate.net/publication/266265057;

9. *Ostroumov, S.A.*, Sokhraneniye bioraznoobraziya i kachestvo vody: rol' obratnykh svyazey v ekosistemakh (Сохранение биоразнообразия и качество воды: роль обратных связей в экосистемах). // Doklady akademii nauk (DAN). 2002. V. 382, № 1. pp. 138-141; http://econf.rae.ru/pdf/2011/11/684.pdf;

10. *Ostroumov S.A.* Sistema printsipov dlya sokhraneniya biogeotsenoticheskoy funktsii i bioraznoobraziya fil'tratorov (Система принципов для сохранения биогеоценотической функции и биоразнообразия фильтраторов) // Doklady akademii nauk (DAN). 2002. V. 383, № 5. pp.710-713. http://scipeople.ru/publication/66892/;

11. *Ostroumov S.A.* Identifikatsiya novogo vida opasnosti khimicheskikh veshchestv: ingibirovaniye protsessov ekologicheskoy remediatsii (Идентификация нового вида опасности химических веществ: ингибирование процессов экологической ремедиации). // Doklady akademii nauk (DAN). 2002. V. 385, № 4. pp.571-573. http://scipeople.com/publication/66994;

12. *Ostroumov S.A.* O funktsiyakh zhivogo veshchestva v biosphere (О функциях живого вещества в биосфере) // Vestnik RAN. 2003. V.73, № 3. pp.232-238. https://sites.google.com/site/ostroumovsa/-2003-73-3-232-238;

13. *Sushchenya, L.M.*, Kolichestvennye zakonomernosti pitaniya rakoobraznykh (Quantitative Patterns of Crustacean Feeding), Minsk: Izdatelstvo Nauka i Tekhnika, 1975. 208 p.

14. *Ostroumov, S.A.*, Inhibitory analysis of top-down control: new keys to studying eutrophication, algal blooms, and water self-purification. // Hydrobiologia, 2002, vol. 469, pp. 117–129.

15. *Wetzel, R.G.*, Limnology: Lake and River Ecosystems, San Diego: Academic Press, 2001. 1006 p.

16. *Ostroumov S. A.* On the Biotic Self-purification of Aquatic Ecosystems: Elements of the Theory // Doklady Biological Sciences, Vol. 396, 2004, pp. 206–211; [translated from: Остроумов С.А. О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории. // Доклады академии наук (ДАН). 2004. т.396. № 1. С. 136-141]

17. *Остроумов С.А., Тодераш И.К., Унгуряну Л.Н., Мирон А.А., Бряхнэ А.И.* Формирование и улучшение качества воды: ключевая роль биологических и эколого-

биохимических факторов . // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova. Ştiinţele vieţii, 2009. № 3, p. 22-44.

18. *Остроумов С.А., Тодераш И.К., Зубкова Е.И., Котелевцев С.В., Ермаков В.В., Крупина М.В., Ене А., Микус А.А., Билецки Л.И., Бряхнэ А., Мирон А.* Биогенная миграция меди в водных экосистемах // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. Buletinul Academiei de stiinte a Moldovei. Life Sciences], 2009, № 3, p.4-21.

19. *Остроумов С.А., Ворожун И.М., Горшкова О.М., Ермаков В.В., Зубкова Е.И., Камнев А.Н., Капица А.П., Колесов Г.М., Краснушкин А.В., Крупина М.В., Лазарева Е.В., Поклонов В.А., Соломонова Е.А., Смуров А.В., Тодераш И.К., Шелейковский В.Л., Шестакова Т.В.* Вопросы экологической безопасности источников водоснабжения: изучение наночастиц, мембранотропных и генотоксичных веществ и их взаимодействий с гидробионтами. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический, том 114, выпуск 3, 2009 г., приложение 1 часть 2. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды, 2009, том 114, № 3, с. 171-173.

20. *Остроумов С.А., Колесов Г.М., Тодераш И.К., Ени А.* Выявление элементов (La, Au, U, Cs, Ba, Na, Ce, Se, Sb, Hf, Th, Sc, Sm и других) в биогенном детрите водных микрокосмов с Viviparus viviparus, Unio pictorum, Ceratophyllum demersum // Известия АН Молдовы. Науки о жизни, 2009. № 2 (308), с. 85-95.

21. *Остроумов С.А., Зубкова Е.И., Крупина М.В., Микус А.А., Мунжиу О.В., Тодераш И.К.* О биогенной миграции меди в водных экосистемах. // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии, 2008. Том 1, № 5, с. 54-61.

22. *Остроумов С.А., Котелевцев С.В., Глазер В.М., Горшкова О.М., Гущина Е.А., Джонсон М.Е., Ермаков В.В., Жбанов А.Е., Зубкова Е.И., Йованович Л., Лопатина О.А., Маторин Д.Н., Панин М.С., Подчерняева Р.Я., Поклонов В.А., Садчиков А.П., Солдатов А.А., Соломонова Е.А., Суетина И.А., Тайсон Дж Ф., Тодераш И.К., Шелейковский В.Л., Шестакова Т.В., Шин Б.* Химико-биотические взаимодействия в системах с тяжелыми металлами и другими поллютантами: к инновационной экотехнологии. // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде, Семипалатинский государственный педагогический институт , Семипалатинск, Казахстан, 2012. том 1, с. 471-476.

23. *Ворожун И.М., Горшкова О.М., Демина Л.Л., Зубкова Е.И., Камнев А.Н., Клюшников В.Ю., Колесов Г.М., Котелевцев С.В., Крупина М.В., Лазарева Е.В., Нагдалиев Ф.Ф., Остроумов С.А., Сапожников Д.Ю., Сизов А.Д., Смуров А.В., Соломонова Е.А., Тодераш И.К., Тропин И.В., Юзбеков А.К.* Использование организмов для целей контроля, охраны и реабилитации (ремедиации) водной среды. // Ecological Studies, Hazards, Solutions, MAX Press, Moscow, 2008, V. 13, p. 47-48.

24. *Остроумов С.А., Орлов С.Н., Тодераш И.К., Данилова В.Н., Ермаков В.В., Зубкова Е.И., Камнев А.Н., Колесов Г.М., Котелевцев С.В., Крупина М.В., Сапожников Д.Ю., Сизов А.Д., Смуров А.В., Соломонова Е.А.* Изучение накопления мембраноактивных и генотоксичных металлов в водных беспозвоночных и растениях: перспективы для мониторинга и новых технологий ремедиации. // Ecological Studies, Hazards, Solutions, MAX Press, Moscow, 2008, том 13, с. 129-130.

25. *Тодераш И.К., Остроумов С.А., Зубкова Е.И.(ред)* Проблемы экологии и гидробиологии. МАКС Пресс, Moscow, ISBN 978-5-317-02224-2, 2008. 80 с.

26. *Ostroumov S.A., Kotelevtsev S.V., Ermakov V.V., Glaser V.M., Gorshkova O.M., Jovanovic L., Kamnev A.N., Kolesov G.M., Lazareva E.V., Matorin D.N., Novikov K.N., McCutcheon S., Panin M.S., Poklonov V.A., Sadchikov A.P., Sheleikovsky V.L., Shestakova T.V., Shpigun O.A., Sizov A.D., Smurov A.V., Soldatov A.A., Solomonova E.A., Toderas I.K., Tropin I.V., Zhbanov A.E., Zoubkov E.I.* Studying chemico-biotic interactions in the biosphere:

pollutants including membranotropic and genotoxic xenobiotics as well as nanomaterials. // Ecological Studies, Hazards, Solutions, 2013, V. 18, p. 78-80.

27. *Ostroumov S.A., Toderas I.K., Ungureanu L.N., Miron A.A., Breahna A.I.* Water quality formation and improvement: the key role of biological, ecological and biochemical factors. // Buletinul Academiei de Stiinte a Moldoveiю Stiintele Vietii, 2010 V. 3, p. 22-44.

28. *Ostroumov S.A., Kotelevtsev S.V., Ermakov V.V., Glazer V.M., Gorshkova O.M., Kamnev A.N., Kolesov G.M., Kozlov Y.P., Lazareva E.V., Matorin D.N., McCutcheon S., Poklonov V.A., Sadchikov A.P., Sheleikovsky V.L., Shestakova T.V., Shpigun O.A., Sizov A.D., Smurov A.V., Soldatov A.A., Solomonova E.A., Toderas I.K., Zhbanov A.E., Zoubkov E.I.* On interdisciplinary aspects in studying chemico-biotic interactions, environment and ecology. // Sustainable development in the function of environment protection. Editor L. Jovanovic, Publishers Akademska Izdanja Zemun, Belgrade, 2011. p. 132.

29. *Dediu I.* Genesis and evolution of the research on the chemical factors of the environment. // Akademos: Journal of Science, Innovation, Culture and Art, No. 4 (31), 2013, p.77-81.

30. *Vernadsky, V. I.* La géochemie. (1924). Alcan, Paris. 404 p.

31. *Vernadsky, V. I.* The Biosphere. 1998. Springer, New York. 208 p., ISBN: 978-1-4612-7264-9 (Print), 978-1-4612-1750-3 (Online). English translation.

32. *Вернадский В.И. (Vernadsky, V. I.)* Биосфера (The Biosphere), 1926. Ленинград, Научно-техническое издательство; 146 с.

33. *Vernadsky, V. I.* The Biosphere, tr. David B. Langmuir, ed. Mark A. S. McMenamin, New York, Copernicus Books, 1998, ISBN 0-387-98268-X, 192 pp. English translation;

34. *Vernadsky, V. I.* Essays on Geochemistry & the Biosphere, tr. Olga Barash, Santa Fe, New Mexico, Synergetic Press, ISBN 0-907791-36-0, 2006, 336 p. English translation;

35. *Iablokov A.V., Ostroumov S.A.* Omul si natura. De la probleme la solutii. In the book: Ocrotirea Naturii. Traditii, actualitate, perspective (Editor: Bogdan Stugren). 1988, Dacia Press (Editura Dacia), Cluj-Napoca, Romania, p. 65-80. [in Romanian language].

36. *Добровольский Г.В.* К 80-летию выхода в свет книги В.И. Вернадского “Биосфера”. Развитие некоторых важных разделов учения о биосфере. // Экологическая химия. 2007. Т. 16(3). С. 135–143.

37. *Stugren B.* ‘Introduction to Biochemical Ecology’ by S.A. Ostroumov (review). //Studia Univ. Babes-Bolyai. Biologia. 1987. No. 2. P. 96 – 97. (in English).

38. *Ostroumov S.A.* Biological Effects of Surfactants. CRC Press. Taylor & Francis. Boca Raton, London, New York. 2006. 279 p.

39. https://www.researchgate.net/publication/200637626;

Acknowledgment. We are grateful to A.F. Alimov, M.E. Vinogradov, V.V. Malakhov, T.I. Moiseenko, for the discussion of and comment on the study. We thank J. Widdows, N. Walz, and G.E. Shul’man for the assistance in experiments with filter feeders. Some parts of this study were supported by the McArthur Foundation and the Russian Foundation for Fundamental Research.

RĂSPUNSUL SPECIFIC ŞI NESPECIFIC AL PLANTELOR LA ACŢIUNEA STRESULUI HIDRIC ŞI TERMIC: RELAŢIILE INTERACTIVE DINTRE STATUS-UL APEI ŞI PROTECŢIA ANTIOXIDANTĂ

Ştefîrţă Anastasia, Leahu Ig., Toma S.

Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

În lucrare se analizează informaţia ştiinţifică despre impactul stresului, cauzat de condiţiile hidro-termice nefavorabile repetate în timp, asupra proceselor funcţionale ale plantelor prin prisma formării cros-toleranţei şi stres – memoriei. Tot mai multe date demonstrează, că expunerea plantelor la condiţii de stres moderat la primele etape de dezvoltare de multe ori induce rezistenţa şi la alte tipuri de stres – cros-toleranţa. Totodată, plantele, ce au suportat un stres moderat la etapele iniţiale ale ontogenezei, suportă mai uşor stresul repetat în timp datorită apariţiei ”stres - memoriei” – capacităţii de a reacţiona ulterior adecvat la factorul nefavorabil. Se demonstrează, că în formarea cros – toleranţei şi stres-memoriei sunt implicate astfel de reacţii nespecifice cum ar fi capacitatea de homeostatare a apei în organism şi intensificarea eliminării speciilor reactive de oxigen. Interrelaţiile apei, SRO şi fitohormonilor formează o reţea integrată de semnalare, care în condiţii de stres asigură inducerea mecanismelor nespecifice de protecţie şi rezistenţă la cei mai diferiţi factori.

Cuvinte-cheie: cros-toleranţă, stres – memorie, reacţii specifice şi nespecifice, capacitatea de homeostatare a apei, protecţie antioxidantă.

Depus la redacţie 06 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: anastasia.stefirta@gmail.com

Plantele, atât cele din flora spontană, dar mai cu seamă, cele de cultură, frecvent sunt expuse condiţiilor nefavorabile de creştere. Factorii climatici, cum ar fi temperaturile extreme, secetele, concentraţii mărite ale soluţiei solului, reprezintă impedimente majore, care limitează creşterea şi dezvoltarea, şi, prin consecinţă, recolta agronomică. Deosebit de acută devine problema rezistenţei şi stabilizării productivităţii plantelor în legătură cu încălzirea climei pe Terra [33; 34; 38;52], cu creşterea frecvenţei secetelor, şi variaţiilor extremale ale factorilor meteorologici.

Impactul negativ produs de secetele repetate în timp, însoţite de arşiţe, grindine şi căderi de temperatură, dar şi fluctuaţiile extreme de precipitaţii, - şi ca urmare, dezechilibrul nutritiv, deseori este catastrofal pentru productivitatea plantelor şi economia rurală în deosebi în regiunile cu risc climatic pentru agricultură, la care este atribuită şi RM.

Evaluarea teritoriului Moldovei după indicele de ariditate, demonstrează, că partea de nord a republicii şi platoul Codrilor fac parte din terenurile umede sub humide, iar cele centrale şi de sud – din terenurile uscate subhumide şi semiaride [22;74]. Zona de sud a republicii în temei este o zonă cu regim pluviometric deficitar datorită climatului temperat-continental excesiv, caracterizat prin temperaturi ridicate şi precipitaţii reduse, inclusiv prin perioade de secetă îndelungată. Dar şi zonele centrală şi de nord se caracterizează prin fluctuaţii semnificative a microclimei, când perioadele uscate

alternează cu perioade cu precipitaţii excesive, timp înnourat şi rece. Aici deosebit de nefavorabile pentru plante sunt *schimbările repetate, deseori în limite extreme,* ale regimului hidro-termic.

Deci, apariţia perioadelor cu depuneri atmosferice extremale (lipsă – exces de precipitaţii) este specifică în temei în timpul verii. Dar intemperiile cu predominarea acelui sau altui factor nefavorabil au loc în diferite faze ale ontogenezei plantelor. *La etapele iniţiale de dezvoltare* de cele mai dese ori influenţă negativă o are temperatura joasă, efectul căreia este mai pronunţat pe fondalul secetei de primăvară, cauzată de rezerva insuficientă de umiditate în sol. Deosebit de afectate pot fi soiurile sau formele de plante slab rezistente la seceta de primăvară, când are loc uscarea orizontului superficial al solului sub influenţa vânturilor uscate, iar sistemul radicular al plantei nu este îndeajuns de dezvoltat pentru a absorbi apa din straturile din adâncime. La etapele timpurii de dezvoltare plantele pot fi afectate în rezultatul unei transpiraţii excesive, provocată de arşiţe sau vânturi fierbinţi şi uscate, cu umiditatea relativă a aerului sub 30%. Deşi în sol este apă suficientă, absorbţia rămâne în urma transpiraţiei, creându-se un deficit de saturaţie în ţesuturile plantei. Decalaje între transpiraţie şi absorbţie apar şi la plante pe soluri reci. *La etapele ulterioare ale ontogenezei* probabilitatea răcirii stresogene scade şi se măreşte probabilitatea afectării plantelor de supraîncălzire şi deshidratare. Dar, şi în această perioadă pot avea loc variaţii extremale de temperatură, când timpul canicular, secetos şi cu arşiţă mare (35-39°C), este urmat de ploi torenţiale însoţite de grindină şi răcire bruscă. Seceta „pură” este un fenomen rar întâlnit şi se observă în lipsa precipitaţiilor toamna sau primăvara. De obicei seceta este însoţită de arşiţe, cu temperaturi supra maximale, când gradientul de temperatură „frunze - aer” capătă valori pozitive, ceea ce are consecinţe subletale sau chiar letale. Arşiţa, independent de deshidratare, provoacă perturbări mari în procesele metabolice. Supraîncălzirea frunzelor micşorează pragul de rezistenţă al plantei la insuficienţa apei în sol [40; 70; 78;113]. Dacă condiţiile de temperatură variază în limitele diapazonului de toleranţă pentru procesele vitale ale plantei atunci acestea nu provoacă dereglări în starea homeostatică a organismului. Diapazonul de temperaturi cuprins între 10 şi 30°C este favorabil aproape pentru toate plantele, temperatura 35°C şi 5 - 4°C reprezentând pragul critic de trecere de la condiţii favorabile la condiţii nefavorabile [107]. La ridicarea temperaturii aerului până la 45°C, fapt, înregistrat şi în RM în lunile de vară, reprezintă limita activităţii vitale a celulei vegetale, când are loc vătămarea membranelor fotosintetice cuplată chiar cu pieirea plantei.

Prin urmare, principalii factori naturali, ce limitează obţinerea recoltelor stabile în agricultura modernă şi care au influenţă asupra creşterii, dezvoltării şi productivităţii plantelor sunt factorul climatic (temperaturile joase şi ridicate, insuficienţa de umezeală), şi factorii, ce reprezintă consecinţe ale acestora - concentraţia mărită a soluţiei solului (stresul osmotic), perturbări ale compoziţiei chimice ale solului (stresul salin), pH-ul soluţiei solului, etc.

În natură, de cele mai multe ori, factorii nefavorabili acţionează în complex: răcire pe fond de insuficienţă de umezeală (seceta de primăvară sau seceta de tip „nordic”, [102]); arşiţă pe fond de deshidratare (seceta de vară, sau seceta de tip „sudic”), ceea ce condiţionează mari perturbări în procesele vitale ale plantelor. În dependenţă de etapa ontogenezei la care sau creat condiţii stresogene (deshidratare, răcire, arşiţă, etc.)

gradul de reducere a productivităţii plantelor poate fi diferit. Acţiunea stresogenă a deshidratării, răcirii, arşiţei, care de multe ori acţionează în complex, provoacă mari perturbări în metabolismul plantelor. Se cunoaşte, deja, că efectul sumar al acestora nici pe departe nu este aditiv [77;78]. De exemplu, stresul termic (răcire) poate conduce la o reducere drastică a recoltei plantelor crescute pe soluri acide, pe când la acţiunea separată aceşti doi factori influenţează mult mai slab. Impactul negativ al factorilor climatici limitativi se complică şi mai mult în legătură cu activitatea antropică negativă, poluarea atmosferei şi intensificarea radiaţiei ß – ultraviolete [51;72; 92; 104]. Fluctuaţiile condiţiilor mediului cu caracter advers, dar nu numaidecât letal, în linii generale sunt apreciate ca factori stresogeni [38]. Astfel de evenimente repetate în timp pot cauza degradarea structurilor celulare, discordanţa proceselor fiziologice cheie, precum şi modificări morfologice cu urmări grave asupra productivităţii [36; 41; 45; 85].

De aceea, importanţa cunoaşterii rezistenţei cultivarelor la impactul ecologic este incontestabilă. Necesitatea evaluării mecanismelor, ce asigură rezistenţa generală şi specifică a plantelor la acţiunea diferenţiată şi complexă a principalilor factori ecologici limitativi rezultă şi din faptul că unele cultivare pot fi tolerante la supraîncălzire şi nu rezistă la deshidratare, altele suportă deshidratarea dar nu rezistă la regim termic sub- sau / şi supra optimal, iar altele manifestă rezistenţă concomitentă la câţiva factori ecologici (rezistenţă convergentă [102], sau rezistenţă ecologică [105]). Pentru agricultura ţărilor cu fluctuaţie mare a condiţiilor hidro-termice din timpul vegetaţiei o importanţă deosebită prezintă plantele cu rezistenţă ecologică largă. Soiurile cu plasticitate ecologică mare asigură obţinerea recoltelor stabile în diverse condiţii [106]. În literatura recentă de specialitate aproape lipsesc date despre impactul acţiunii complexe a factorilor abiotici nefavorabili, precum şi despre efectul stresului ecologic repetat în timp asupra proceselor funcţionale ale celor mai valoroase plante de cultură**.** Recent se fac încercări de a demonstra existenţa la plante a cros-toleranţei, sau toleranţei încrucişate: expunerea plantelor la condiţii de stres moderat de multe ori induce rezistenta şi la alte tipuri de stres [14; 43; 53;60; 64; 72; 93; 98]. Mai mult ca atât, cros-toleranţa poate fi indusă şi de acţiunea sincronică a diferitor factori stresogeni, sau la interacţiunea acestora [53; 64; 72; 73;98; 92]. Totodată, plantele care au suportat un stres moderat, devin mai rezistente la stresul repetat în timp. Se presupune, că la plantele, ce au suportat un stres moderat la începutul vegetaţiei, se poate forma aşa zisa ”*memorie de stres*” – capacitate de a reacţiona adecvat la stresul repetat în timp. Cros-toleranţa are o importanţă deosebită pentru ecologie şi agricultură, dar puţin se cunoaşte despre mecanismele fiziologice ce stau la baza acestui fenomen. Există doar câteva studii documentate referitor la problema în cauză. În puţinele lucrări existente la moment se menţionează, că mecanismele posibile care stau la baza memoriei de stres şi cros-toleranţei sunt acumularea diferitor proteine, aminoacizi, factori de transcripţie sau metaboliţi de protecţie, precum şi modificări epigenetice sau modificări morfologice [10;35]. Probabil, aclimatizarea şi formarea unei memorii de stres la un tip anumit de stres previne deteriorarea şi de alţi factori de stres, oferind memorie încrucişată la stres şi toleranţă complexă [93].

Se consideră, că mecanismele de aclimatizare la diferiţi factori sunt parţial identice [11]. Unul dintre răspunsurile primare comune la diferiţi factori de stres, este schimbarea

status-ului apei [10; 15; 36; 82 - 88] şi generarea accelerată a speciilor reactive de oxigen (SRO) [7; 30; 71; 116], care servesc ca molecule de semnalizare şi de activizare a sistemelor de protecţie. Majorarea moderată a SRO condiţionează expresarea genelor de protecţie şi iniţierea proceselor adaptive [12] prin sinteza şi acumularea diferitor substanţe cu rol de protecţie: proteinelor specifice, aminoacizilor, glucidelor, etc. [17]. O altă posibilitate de a păstra o memorie de stres ecologic sunt modificările morfologice ale plantei, care rămân stabile un timp mai îndelungat de cât cele metabolice [10;35].

Se ştie, că secetele moderate de scurtă durată (3-5 zile), ce se repetă periodic, negativ se răsfrâng asupra productivităţii, dar contribuie la majorarea rezistenţei plantelor. Ofilirea plantelor, care au suportat câteva secete de scurtă durată, are loc la o umiditate a solului mai mică comparativ cu plantele crescute permanent în condiţii optime. Acest fenomen de călire a plantelor la secetă a fost observat încă în 1926 de I. Tumanov (119;120), care a arătat, că anumite plante de mezofite în condiţii de deficit de umiditate formează o rezistenţă, care facilitează trecerea lor prin condiţii de secetă repetată. Cercetări ulterioare [1; 4;16] cu plantele de grâu, orz, porumb, soia, fasolea, etc. au demonstrat, că în procesul călirii se obţin modificări la toate nivelele ierarhice de organizare. Plantele călite la secetă au un sistem radicular bine dezvoltat, o activitate de absorbţie mare a perişorilor absorbanţi, celulele absorbante au un potenţial osmotic redus, realizat prin creşterea conţinutului de substanţe osmotic active, etc. Un regim hidric tensionat la faza juvenilă de dezvoltare condiţionează adaptarea la insuficienţa de umiditate prin formarea unui tip mai xerofit de plante. Rolul determinativ în formarea mecanismelor de rezistenţă la secetă a plantelor la faza juvenilă de dezvoltare revine celulelor meristematice proliferative ale rădăcinii şi lăstarului în timpul dividerii cărora sunt activate de factorii mediului alte subprograme genetice. Fenomenul este legat de comutarea activităţii genelor, modificarea activităţii enzimelor, apariţia izo-enzimelor, sinteza unor noi proteine şi instalarea unor sisteme noi de reglare, care duc la majorarea toleranţei citoplasmei la deshidratare [1; 79].

Menţinerea echilibrului proceselor funcţionale în organismul vegetal, precum şi parametrii variaţiei lor, depind de gradul de realizare a informaţiei genetice în condiţiile de mediu respective. În aceste circumstanţe proprietăţile biologice ale culturii, formate pe parcursul evoluţiei speciei, se manifestă la nivel de organism ca un sistem adaptiv unic, exprimat prin formarea suprafeţei de evaporare respective, numărului de stomate, cutinizarea, pubescenţa frunzelor, viteza de dezvoltare şi vigurozitatea sistemului radicular, proporţia masei organelor vegetative şi reproductive, etc.

După cum reiese din literatura de specialitate [8; 24; 55], semnale pentru declanşarea subprogramelor anti stres şi realizarea reacţiilor nespecifice adaptive în condiţii nefavorabile pot fi nu numai de natură chimică (pH, SRO), dar şi de natură hidraulică (modificarea presiunii de turgescenţă), hormonală, etc. Tot mai multe dovezi sunt obţinute în favoarea ideii, că principalul trigger al reacţiei generale de adaptare a plantelor atât la diminuarea potenţialului apei în sol cât şi la alţi factori, ce induc apariţia deficitului de saturaţie (salinizarea, temperaturile înalte sau joase, etc.), poate fi scăderea presiunii de turgescenţă. Kuzneţov Vl. (39;111) presupune că declanşatori posibili ai reacţiei nespecifice de adaptare pot fi şi „erupţia” oxidativă, modificarea cito-scheletului, conţinutului de Ca^{++}, inozitol-fosfatului, protein-kinazelor, fosfolipazelor, etc. Aceasta atestă formarea în celule a unei largi reţele de semnalare, care iniţiază expresia genelor

stres-reglatoare. Totuşi, se menţionează [94], că la unele specii *semnalele hidraulice sunt mai semnificative pentru inducerea răspunsului plantei la acţiunea factorului nefavorabil*. Capacitatea de homeostatare a apei în organism este condiţia primară de rezistenţă a acestuia nu numai la insuficienţa umidităţii, dar şi la cei mai diverşi factori externi – arşiţă, frig, îngheţ, salinizare, xenobionţi, etc. Exclusivitatea importanţei apei în realizarea funcţiilor vitale, inclusiv şi în mediu suboptimal, reiese din proprietăţile unice şi deosebite ale ei, dar şi din faptul, că apa în plantă formează un continuu unic în sistemul "sol – plantă – atmosferă ", realizând integritatea acestora. Apa în organismul vegetal interacţionează absolut cu toate componentele celulelor, formând o entitate integră dinamică, care se modifică într-un anumit diapazon. De aceia, cele mai mici schimbări ale potenţialului apei în sol se răsfrâng aproape instantaneu asupra statusului apei în plantă şi, prin consecinţă, asupra tuturor proceselor vitale.

Sinteza informaţiei din literatura de specialitate recentă demonstrează, că procesele care asigură rezistenţa plantelor la cei mai diverşi factori nefavorabili sunt asociate cu autoreglarea funcţiilor şi menţinerea unui echilibru dinamic al acestora cu participarea apei. În procesul adaptării se realizează o unitate indisolubila a plantei cu mediul ambiant. Apa uneşte toate părţile componente ale organismului, începând cu moleculele şi terminând cu ţesuturile şi organele, într-un tot unic; pare a fi unica substanţă în plantă, care adecvat poate îndeplini funcţia triplă de reglare a creşterii, reglare a activităţii metabolice şi integrare a structurii şi funcţiilor la toate nivelurile de organizare [49; 85; 87; 88]. În condiţii de secetă apei î-i revine locul central în coordonarea şi menţinerea integrităţii funcţiilor şi reprezintă premiza principală pentru adaptare şi rezistenţă. Şi din punct de vedere evolutiv proprietatea de homeostatare a apei a fost prima condiţie de supravieţuire a plantelor la ieşirea lor pe uscat. E documentat, că toleranţa celulelor şi ţesuturilor plantelor este determinată de totalitatea proceselor adaptive, orientate spre menţinerea mediului apos intern la un nivel relativ constant, necesar pentru parcurgerea normală a proceselor vitale a organismului. Similitudinea răspunsului plantelor la acţiunea diferitor stres – factori (secetă, frig, arşiţă) se datorează faptului că aclimaţia la aceste condiţii e rezultatul deshidratării [47]. L. Brânză (2003) a demonstrat, că modificările adaptive la fluctuaţia umidităţii şi temperaturii î-şi găsesc exprimare în formarea unui anumit fenotip de plante, toleranţa căruia se realizează la nivel subcelular (majorarea CRA, hidratura biocoloizilor), celular, de organ (intensitatea absorbţiei apei, transpiraţiei), cât şi de organism [16]. Reglarea activităţii de absorbţie şi consum al apei la nivel de organ asigură toleranţa la nivel de organism, condiţionând diminuarea „asprimii" factorului nefavorabil.

Analiza informaţiei de ultimă oră [88] şi datele experimentale recente au demonstrat importanţa primordială a capacităţii de păstrare a homeostazei apei în coordonarea şi integrarea funcţiilor la nivel de organism în condiţii de secetă. Această proprietate se datoreşte coordonării absorbţiei apei de către sistemul radicular, stabilizării conductibilităţii hidraulice în interconexiunea „rădăcină – tulpină - lăstar" [51] şi consumului ei prin transpiraţie, - proprietăţi pozitiv corelate cu potenţialul de rezistenţă a genotipului la secetă. În marea majoritate a informaţiei din literatura de specialitate se relatează, că rădăcina joacă un rol primordial în semnalarea şi reacţia plantei la deficitul de apă în sol [67; 94]. La multe plante de cultură rădăcinile sunt mai rezistente la deficitul de umezeală şi creşterea lor continuă la un potenţial al apei în sol care

stopează creşterea frunzelor. Se consideră, că menţinerea creşterii şi aprofundarea în straturile mai adânci ale solului reprezintă o reacţie morfogenetică de adaptare asociată cu rezistenţa organismului la insuficienţa de apă.

În corespundere *cu punctul de vedere tradiţional*, restricţia aprovizionării cu apă, dar şi stresul termic, are un impact negativ la toate nivelele de organizare cauzând în mod direct perturbarea echilibrului dintre absorbţia apei de către rădăcini, transferul şi consumul ei prin transpiraţie**,** ceea ce inevitabil conduce la apariţia unui deficit de saturaţie în frunze. Organismele pot supravieţui în condiţii de insuficienţă de umiditate numai dacă posedă toate mecanismele necesare pentru realizarea toleranţei [18; 44; 105]. În virtutea acestui fapt s–a sugerat ideea că foarte multe procese sunt implicate în inducerea toleranţei organismului.

La nivel molecular plantele reacţionează prin inducerea expresiei diferitor grupuri de gene, ce determină formarea unui şir de molecule funcţionale, cum ar fi enzimele – cheie ale sintezei şi degradării osmoliţilor, compuşilor cu funcţie de protecţie şi/ sau reparaţie a proteinelor, proteinelor de stres, proteinelor transportatoare a apei (aquaporinelor), hormonilor de stres, etc. Toate aceste macromolecule au funcţie de protecţie a componentelor membranare şi de reglare a status–ului apei organismului prin ajustarea osmotică şi metabolică a absorbţiei apei şi menţinerea sau chiar activizarea componentelor conductibilităţii hidraulice.

Proprietatea plantelor superioare de a-şi regla într-o anumită măsură status-ul apei în ţesuturi poate fi realizată sau prin intensificarea absorbţiei osmotice a apei din sol, prin închiderea stomatelor, sau prin investiţii energetice şi plastice suplimentare pentru creşterea şi aprofundarea în straturile mai adânci de sol a sistemului radicular. [20;24; 27]. Când deficitul de apă atinge valori critice, sau este avansat în timp, are *loc perturbarea echilibrului dintre componentele status-ului apei* şi ofilirea organelor ca urmare a citorizei celulelor şi afectării membranelor. Deshidratarea *conduce la schimbarea structurii conformaţionale a componentelor membranelor* celulare (proteinelor şi lipidelor), însoţite de contraveniente în permeabilitatea acestora, şi în funcţionarea enzimelor, *reprezintă reacţia primară* a plantelor la secetă, răcire, supraîncălzire, xenobionţi, etc. Aceste modificări *reprezintă o reacţie nespecifică* de adaptare a celulelor la orice schimbare a condiţiilor mediului extern. Sinteze a informaţiei despre modificarea permeabilităţii membranelor celulare la tensionarea regimului hidro-termic sunt prezentate în lucrările [44; 45;51;96;122 şi al.]. Din ele rezultă, că rezistenţa organismului vegetal la acţiunea factorilor nefavorabili în mare măsură este asigurată de stabilitatea *structurilor membranare* ale celulelor. Permeabilitatea membranelor citoplasmatice, fiind un caracter genetic determinat, reprezintă unul din mecanismele decisive ce controlează absorbţia, transferul şi consumul apei, condiţionând astfel rezistenţa plantei la secetă.

Degradarea membranelor plantelor rezistente are loc numai la o acţiune subletală a factorului. În urma majorării permeabilităţii şi exo-osmozei ionilor în spaţiile intercelulare se intensifică emisia apei din frunze. O altă reacţie de răspuns a plantelor tolerante la acţiunea factorilor stresogeni este *majorarea conţinutului de compuşi cu funcţie de protecţie a membranelor şi macromoleculelor*. Astfel de compuşi ca prolina, glutamatul, glicin–betaina, carnitina, manitolul, sorbitolul, fructanele, zaharoza şi oligozaharidele au proprietatea de a menţine gradul de hidratare a proteinelor [31].

Glucidele pot substitui apa asociată cu macromoleculele din membrane, menţinând astfel integritatea structurală a acestora.

Deci, la nivel molecular toleranţa la secetă este asigurată prin majorarea capacităţii de reţinere a apei de către macromolecule, dependentă de stabilitatea conformaţiei componentelor membranare, de permeabilitatea membranelor,de conţinutul de compuşi cu funcţie de protecţie a membranelor şi macromoleculelor. Şi modificările cantitative şi calitative ale aminoacizilor, glucidelor, etc. sub influenţa stresului hidric şi de temperatură sunt interpretate, în cea mai mare parte, ca factori implicaţi în stabilizarea capacităţii de reţinere a apei.

Multitudinea de adaptaţii, care asigură în condiţii de secetă menţinerea hidratării ţesuturilor plantei la nivel optimal, sunt legate cu: - absorbţia apei din sol; - transportul şi - eliminarea apei în transpiraţie. Absorbţia, fiind caracterizată prin cantitate şi intensitate, depinde de volumul de sol penetrat de rădăcini, care se măreşte odată cu creşterea acestora, precum şi de activitatea funcţională a sistemului radicular. Numărul de rădăcini este controlat morfogenetic şi metabolic [21; 36; 89] şi depinde de gradul de inhibare a transportului AIA din punctele de creştere a lăstarilor spre rădăcini [54]. Rata de creştere a rădăcinilor la un stres moderat, sau intermitent, se menţine condiţionând accesarea continuă a apei din straturile mai profunde ale solului. Totuşi, scăderea umidităţii mai jos de 60 – 50 % CTA limitează creşterea rădăcinilor. Uşor se adaptează la un deficit relativ de apă plantele cu o plasticitate mai pronunţată a sistemului radicular, conductibilităţii hidraulice a membranelor celulare şi a ţesuturilor specializate, precum şi cu o reactivitate înaltă a stomatelor [13; 58; 69]. Totodată, pentru menţinerea status – ului apei, nutrienţilor şi carbohidraţilor necesari pentru supravieţuire, plantele răspund la stresul cauzat de reducerea potenţialului apei în sol, şi prin *reducerea suprafeţei de evaporare şi închiderea stomatelor*. Multe plante reacţionează la cel mai subtil deficit de apă în sol prin închiderea stomatelor. În multe cazuri diminuarea conductibilităţii stomatelor la insuficienţa apei în sol are loc mai repede decât apar schimbări ale potenţialului apei în lăstar. Reacţia stomatelor este evidentă deja când potenţialul apei în sol scade numai cu câţiva kPa [23; 99]. Se consideră că aceasta se datorează unor procese de semnalare cu implicarea anumitor molecule de semnalizare de natură hormonală. Aceste semnale pot fi sau pozitive, în sensul că concentraţia moleculelor acestora în fluxul vaselor xilemului creşte, sau negative dacă concentraţia acestora scade [19]. Fitohormonii, în particular ABA, CK, AS, etilena, sunt implicaţi în transmiterea semnalelor din rădăcini în lăstar, acţionând izolat sau concomitent. Deshidratarea, indiferent de natura factorului care a provocato, condiţionează micşorarea nivelului fitohormonilor din clasa stimulatorilor creşterii – AIA, GA şi CK [62; 115] şi acumularea „hormonilor de stres” – ET şi ABA [24;36; 37; 48; 75; 90]. Formarea etilenei induce căderea frunzelor, micşorarea suprafeţei de evaporare, fapt ce contribuie la micşorarea impactului negativ asupra plantei [63; 96]. Mai mult ca atât, se susţine părerea [49], că însuşi efectul indus de aplicarea exogenă asupra plantelor a diferitor regulatori de creştere poate fi atribuit însuşirii acestor substanţe de a schimba absorbţia apei. Totodată se consideră, că gradul de hidratare reprezintă factorul primar de reglare nu numai a activităţii hormonale, dar şi enzimatice şi, drept urmare, a activităţii metabolice. La o insuficienţă moderată de umiditate în sol, atunci când potenţialul apei în lăstar încă nu este afectat şi producerea auxinelor nu este

inhibată, transportul lor în rădăcini continuă condiţionând accelerarea/sau stabilizarea creşterii acestora spre straturile mai umede ale solului, asigurându-se în aşa mod absorbţia apei şi livrarea ei în lăstar. Împreună cu fluxul apei din rădăcini spre lăstar are loc şi transferul citochininelor prin intermediul cărora este reglată starea stomatelor şi, prin consecinţă, consumul apei, procesul de asimilare a dioxidului de carbon şi formare a aparatului foliar, precum şi creşterea prin alungire a celulelor. Citochininele măresc capacitatea de atracţie a apei spre frunze şi spre organele în creştere. Acţiunea atractivă a lor se explică prin proprietatea fitohormonului, pe de o parte, de a deschide osteolele stomatelor, de a intensifica transpiraţia şi stimula procesele de creştere şi biosintezele în celule – pe de altă parte. Intensificarea transpiraţiei măreşte forţa de aspiraţie datorită coeziunii moleculelor de apă, iar intensificarea biosintezelor condiţionează majorarea concentraţiei molare a fotoasimilatelor în frunze, ceea ce conduce la diminuarea potenţialului osmotic şi la absorbţia osmotică a apei. Totodată, majorarea conţinutului de apă în floem induce activizarea transportului asimilatelor din frunze spre organele acceptoare, inclusiv rădăcini. Prin instanţă, se favorizează aprovizionarea sistemului radicular cu substanţe plastice, necesare pentru continuarea creşterii, precum şi cu compuşi osmeofili destinaţi pentru ajustarea osmotică a absorbţiei apei.

Şi alţi fitohormoni, cum ar fi acidul abscizic şi etilena, coordonează răspunsul lăstarului şi rădăcinii la acţiunea diferitor factori nefavorabi, inclusiv la deficitul de apă. La uscarea solului rădăcinile acumulează acid abscizic, care cu fluxul transpiraţional este transportat în frunze unde provoacă închiderea stomatelor [24;25]. La nivelul plantei întregi, acidul abscizic este considerat un hormon al stresului**.** Acidul abscizic provoacă închiderea stomatelor prin inhibarea pompei de H+ dependentă de ATP din membrana plasmatică a celulelor stomatice. Această pompă, în mod normal transferă protonii în afara celulei stomatice şi duce la influxul rapid şi acumularea potasiului, la absorbţia osmotică a apei şi închiderea stomatelor. AAB micşorează influxul de K+, acesta şi apa ies din celulă, iar stomata se închide. Mecanismul de producere AAB în timpul stresului hidric este următorul: pierderea turgescenţei celulelor produce un semnal care activează genele nucleare şi stimulează sinteza AAB. Semnalul de activare a genelor este constituit din Ca2+ şi fosfoinozitol. Valoarea de prag a potenţialului apei care induce majorarea conţinutului de acid abscizic în rădăcini la diferite plante este diferit: pentru porumb -0,8 MPa, pentru sorg -1MPa. Majorarea conţinutului de acid abscizic contribue nu numai la închiderea stomatelor frunzelor, la intensificarea absorbţiei apei de către rădăcini, dar şi la majorarea gradului de hidratare a proteinelor prin activizarea sintezei prolinei. Nivelul ridicat de acid abscizic supresează producţia de etilenă, care contribuie la creşterea rădăcinii şi reţine creşterea lăstarului [76]. Acest eveniment rezultă în majorarea ratei rădăcină/lăstar, care, în conjuncţie cu închiderea stomatelor, indusă de acidul abscizic, face posibilă restabilirea unui status al apei mai favorabil. Şi vice-versa, inhibarea transportului vascular al apei şi citokininilor din rădăcină spre frunze la o secetă dură are drept urmare închiderea stomatelor, reducerea forţei de atracţie a frunzelor şi diminuarea gradienţilor hidrostatici ca promotori al fuxului prin xilem. Dificultăţile transportului auxinelor din apexul lăstarului spre rădăcini condiţionează inhibarea creşterii acestora şi diminuarea suprafeţei de absorbţie a apei şi nutrienţilor anorganici. Aceste reacţii se înscriu întocmai în schema relaţiilor interactive dintre organe, coordonării şi reglării /menţinerii echilibrului funcţional.

Deci, apa în plantă este cea mai efectivă substanţă contribuabilă a creşterii şi menţinere a integrităţii funcţionale. Deficitul de saturaţie, cauzat de un stres hidric avansat, are drept urmare inhibarea conductibilităţii hidraulice a plantelor cu urmări grave asupra procesului de livrare a apei organelor vegetative şi generative a plantei, inclusiv şi meristemelor apicale. Aceste dereglări conduc la perturbarea integrităţii funcţionale cu consecinţe negative asupra creşterii şi dezvoltării plantei ca organism integru. Mclntyre G.I. (1987) consideră, că apa în plante îndeplineşte trei funcţii de bază: – este mediatorul efectelor mediului asupra creşterii şi activităţii metabolice; – îndeplineşte funcţia de reglare a creşterii proporţionale a diferitor părţi ale plantei; – condiţionează integrarea creşterii şi activităţii metabolice la nivel celular [49]. Apa pare a fi singura substanţă în plantă, care adecvat poate îndeplini această funcţie triplă: reglarea creşterii, reglarea activităţii metabolice şi integrarea funcţiilor la nivel de organism. Toate celelalte mecanisme de control şi integrare a creşterii şi dezvoltării sunt dependente de capacitatea apei de a regla creşterea şi activitatea metabolică. Semnificaţia apei pentru procesele de integrare a structurii şi funcţiilor, precum şi pentru autoreglarea proceselor fiziologice la nivel molecular, celular şi de organism, reiese din faptul că pentru parcurgerea normală a tuturor reacţiilor metabolice, inclusiv pentru activitatea enzimelor şi menţinerea structurii, este necesar un anumit grad de hidratare. Schimbarea parametrilor status-ului apei reprezintă o reacţie nespecifică a plantelor la acţiunea oricărui factor nefavorabil- secetă, arşiţă, răcire, salinizare, etc.

O altă grupă de molecule care pot fi implicate în semnalarea stării de stres indusă de secetă şi activizarea proceselor de protecţie, după cum a fost relatat mai sus, sunt speciile reactive de oxigen (SRO). Se consideră legitimă ideea, că răspunsul nespecific al organismului vegetal la acţiunea celor mai diferiţi factori stresogeni, inclusiv a secetei, arşiţei şi răcirii, este activarea oxigenului molecular şi apariţia „stresului oxidativ” [108; 109; 112;114; 117]. Majorarea conţinutului SRO este una din primele reacţii nespecifice a organismului vegetal la acţiunea, fără excepţie, a tuturor factorilor nefavorabili, inclusiv şi a deficitului de umiditate, acesta din urmă, după cum a fost relatat mai sus, fiind cel mai violent [108; 118]. Şi Scandalios J.G. (1993) a demonstrat, că una dintre primele consecinţe ale acţiunii stresogene a factorilor extremali este intensificarea apariţiei în celule a speciilor reactive de oxigen (SRO), stresului oxidativ şi afectarea structurilor celulare [68].

Iniţierea supra producerii SRO are loc în urma dereglării lucrului lanţurilor transportatori de electroni, în temei în cloroplaste şi mitocondrii, când activitatea metabolică a acestora este limitată de deshidratare. E stabilit, că acumularea SRO poate cauza perturbarea componentelor celulare şi discordanţa sau întreruperea metabolismului ca urmare a atacului asupra lipidelor membranare, proteinelor şi acizilor nucleici. În lipidele membranare scade conţinutul de acizi graşi nesaturaţi, se micşorează fluiditatea membranelor şi creşte permeabilitatea lor [3]. Consecinţe ale acestor modificări pot fi destrucţia structurilor celulare, senescenţa ţesuturilor şi moartea plantei [61;114]. Seceta, provoacă micşorarea viabilităţii celulelor ca consecinţă a trecerii lipidelor membranare din faza normală lichid-cristalină în faza de gel, asociată cu pierderea selectivă a acizilor graşi şi mărirea permeabilităţii membranelor pentru apă. În afară de efectul direct asupra membranelor, deshidratarea induce stresul oxidativ şi supraproducţia în reacţiile Gabber-Wais şi Fenton a formelor reactive de oxigen

(SRO), asociate cu afectările celulare [95].

Deplasarea echilibrului „oxidativ – antioxidativ" în direcţia activării proceselor oxidării peroxidice în membrane cauzează declanşarea stării de stres la acţiunea oricărui factor nefavorabil [100; 101], iar semnal (trigger) pentru inducerea stres-reacţiei serveşte sistemul superoxidsintazic. Cauza apariţiei SRO şi activarea proceselor de oxidare peroxidică a lipidelor prezintă obiectul celor mai largi discuţii din ultimul timp în fiziologia stresului şi adaptării. Unii autori demonstrează legătura dintre stresul oxidativ şi gradul de afectare a ţesuturilor plantelor [6; 66; 112]. Alţii [100; 110] consideră, că SRO servesc ca mediatori primari în declanşarea reacţiei generale de adaptare, rezultanta fiind majorarea rezistenţei organismului la cei mai diferiţi factori. Dintre SRO peroxidul de hidrogen este cel mai studiat în relaţie cu absorbţia apei de către rădăcini [5; 97]. E documentat, că peroxidul de hidrogen inhibă conductibilitatea hidraulică prin vezicularea sau destrucţia membranelor şi închiderea aquaporinelor [15]. În funcţie de concentraţia în celule, SRO pot servi ca semnale ce controlează conductibilitatea hidraulică a plantei în condiţii de stres abiotic prin inhibarea fosforilării aquaporinelor.

Universalitatea mecanismelor de destrucţie prin formarea speciilor super reactive de oxigen şi afectarea membranelor de diferiţi factori stresogeni (secetă, îngheţ, salinizare, arşiţă, etc.) a condiţionat apariţia în procesul de evoluţie a plantelor a unor mecanisme identice de protecţie antioxidantă. Tot mai multe date argumentează opinia, că la acţiunea diferitor tipuri de stres, *formarea toleranţei este strâns legată cu capacitatea de eliminare a SRO* [56;57; 80 - 88]. Activ se discută şi concepţia despre participarea enzimelor antioxidante în procesele de reglare a răspunsului nespecific al plantei la acţiunea celor mai diferiţi factori, inclusiv şi în transmiterea semnalelor de stres [18; 59]. Eliminarea consecinţelor acţiunii stresului oxidativ asupra organismului este asigurat de sistemul de protecţie antioxidantă [2], un component important al căruia sunt enzimele antioxidante, ce participă la inactivarea superoxid radicalului, peroxidului de hidrogen şi hidroxid radicalilor. Graţie funcţionării sistemelor de protecţie antioxidantă, în celule în condiţii normale se păstrează un echilibru dinamic al proceselor de formare şi de lichidare a SRO**.**

Există un bogat material experimental, care atestă legătura dintre toleranţa plantelor la temperaturi joase, salinizare, patogeni, etc. şi activitatea sistemelor enzimatic şi non-enzimatic de protecţie antioxidantă. Formele tolerante de plante se deosebesc prin conţinut mai înalt de ascorbat, α-tocoferol, carotenoizi, activitate mai înaltă a superoxiddismutazei (SOD), catalazei (CAT), peroxidazelor (POX), glutation-reductazei (GR), etc. În marea majoritate de cazuri *status-ul înalt antioxidant este în corelaţie cu rezistenţa înaltă la factorul nefavorabil* [103]. Sau obţinut rezultate care au demonstrat că sporirea toleranţei la temperaturi ridicate cauzată de pre tratarea cu temperatură scăzută este rezultatul eliminării SRO prin activizarea enzimelor antioxidante. Intensificarea eliminării SRO este implicată şi în toleranţa la stresul prin salinizare, indus de pre tratarea cu temperatură ridicată - 33°C [43]. Şi vice-versa, pre tratarea cu soluţie de NaCl de −0,8 MPa de asemenea majorează toleranţa la stresul termic şi este la fel asociată cu majorarea activităţii SOD, APX, şi CAT.

Intensificarea activităţii enzimelor de neutralizare a SRO la plante în diferite condiţii nefavorabile a condus la ideea că acestea au un rol comun în formarea cros-toleranţei

plantelor la stresul cauzat de diferiţi factori [64]. Pre tratarea cu temperatură este una dintre metodele cele mai convenabile în studiul toleranţei încrucişate a plantelor de cultură. Cu toate acestea, se cunoaşte puţin despre faptul daca pre tratamentul cu temperatură scăzută poate spori toleranţa la stresul ulterior cauzat de temperatura înaltă şi dacă această toleranţă încrucişată este asociată cu modificări ale SRO şi activităţii enzimelor antioxidante. Rezultatele obţinute de Yu-qin Mei and Song-quan Song [50] au demonstrat, că pre tratamentul seminţelor cu temperatură scăzută poate mări semnificativ toleranţa plantulelor de orz la temperaturi ridicate în timpul germinării, aceasta fiind legată de majorarea SRO şi activităţii enzimelor de scindare a lor. Aceste date confirmă posibilitatea de călire a plantelor iar metoda poate servi ca un sistem model excelent pentru studiul cros-toleranţei.

Deci, informaţia de ultimă oră conduce spre concluzia, că interrelaţiile apei, SRO şi fitohormonilor formează o reţea integrată de semnalare, care în condiţii de stres asigură inducerea mecanismelor nespecifice de protecţie, creşterea, rezistenţa şi productivitatea plantelor. În literatură, pe de o parte, se susţine ideea că deplasarea echilibrului „prooxidanţi - antioxidanţi” este reacţia primară nespecifică a organismului vegetal la acţiunea celor mai diferiţi factori nefavorabili şi serveşte ca trigger a reacţiei generale de adaptare şi formare a toleranţei, pe de altă parte, în unele lucrări se menţionează că activitatea enzimelor antioxidante depinde de gradul de hidratare a moleculelor şi poate fi dereglată ca urmare a acţiunii de durată a deshidratării [10; 29;32; 42; 46; 65]. Prin urmare, şi capacitatea de homeostatare a apei în ţesuturi, la fel ca şi capacitatea de preîntâmpinare a formării excesive a SRO şi de activizare a protecţiei antioxidantă, reprezintă mecanismele nespecifice importante ale procesului de adaptare şi rezistenţă a plantelor la diferiţi factori nefavorabili, inclusiv şi cros-toleranţei.

În acest aspect depistarea prezenţei la anumite plante de cultură a unei astfel de însuşiri a organismului vegetal ca ”*memoria de stres ecologic*” la acţiunea repetată a secetei, frigului, arşiţei, dezechilibrului nutritiv, descifrarea mecanismelor nespecifice şi specifice, care stau la baza *cros-toleranţei* şi care sunt corelate cu adaptabilitatea şi productivitatea plantelor, precum şi căilor de implicare a diferitor substanţe fiziologic active, fitohormoni, antioxidanţi, elemente de nutriţie în formarea rezistenţei complexe v-or servi ca principii ştiinţifice importante pentru elaborarea metodelor de optimizare a răspunsului adecvat al plantelor la stresul ecologic repetat şi de stabilizare a productivităţii. În baza informaţiei din literatura de specialitate [9; 24; 25;26; 28; 67; 90; 91;121] se poate de presupus, că inductori efectivi ai sistemelor de protecţie pot fi substanţele fiziologic active cu proprietăţi de majorare a capacităţii de reţinere a apei, compuşii fiziologic activi cu proprietăţi antioxidante, precum şi elementele de nutriţie minerală.

În sumar se poate de relatat, că orice proces de adaptare e orientat spre menţinerea mediului intern al organismului la un nivel constant. La variaţia condiţiilor de existenţă într-un diapazon ce nu depăşeşte limita de toleranţă a organismului reglarea homeostatică a proceselor fiziologice are loc cu concursul sistemelor de reglementare deja existente în celule. Organismul funcţionează la limita posibilităţilor lui fiziologice prin mobilizarea totală a rezervei funcţionale. În caz când factorii externi ating valori critice sau depăşesc pragul critic restructurările în limita mecanismelor homeostatice devin insuficiente.

Capacitatea de homeostatare a apei în ţesuturi, la fel ca şi capacitatea de preîntâmpinare a formării excesive a SRO, precum şi de activizare a protecţiei antioxidante, reprezintă mecanisme nespecifice importante, care asigură adaptarea şi rezistenţa plantelor la diferiţi factori nefavorabili - arşiţă, secetă şi răcire, inclusiv şi rezistenţa complexă. O altă posibilitate de a suporta mai uşor stresul repetat sunt modificările morfologice a plantei, care rămân stabile un timp mai îndelungat comparativ cu simplele schimbări în acumularea de substanţe protectoare. Modificările sistemului radicular ca răspuns la secetă este un răspuns morfologic evident cu implicaţii pentru a suporta perioade repetate de secetă. Mai mult decât atât, suprafaţa foliară poate fi adaptată condiţiilor de secetă, reducând astfel pierderile de apă, de asemenea şi în situaţii de secete repetate în timp. Cu toate acestea, mulţi autori subliniază, că mecanismele şi consecinţele acestui fenomen nu sunt încă bine investigate.

Bibliografie

1. *Acatrinei Gh.* Reglarea proceselor ecofiziologice la plante. Iaşi: Junimea. 1991. 280 p.
2. *Allen R.D.* Dissection of Oxidative Stress Tolerance Using Transgenic Plants // Plant Physiol. 1995. 107. p. 1049-1054.
3. *Alonso A., Queiroz C.S., Magalhaes A.C* Chilling stress leads to increased cell membrane rigidity in roots of coffee (Coffea arabica L.) seedlings Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes 1997 p. 75-84.
4. *Aluchi N.* Rolul gradienţilor fiziologici în adaptarea plantelor la variaţia umidităţii solului şi rezistenţa lor la stresul hidric. Teza de doct. În biol. Chişinău. 2001. 167 p.
5. *Aroca R., Amadeo G.Fernandez-Illescas S., Herman E.M., Chaumont F., Chrispeels M.J.* The role of aquaporins and membrane damage in chilling and hydrogen peroxide anduced changes in the hydraulic conductance of maize roots.//Plant Phyisiology. 2005. 137. p. 341 -353.
6. *Asada K.* Ascorbate peroidase: a hydrogen peroxide-scavenging enzyme in plants. // Physiol. Plant. 1992. Vol. 85. p. 235-241.
7. *Asada K.,* Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplast and their functions. // Plant Physiology. 2006. 141. p. 391 – 396.
8. *Bacon, M.A., Wilkinson, S. and Davies, W.J.* pH regulated leaf cell expansion in droughted plants is ABA-dependent.// Plant Physiology 1998. V. 118. p. 1507-1515.
9. *Bangerth F., Li Cj., Gruber J.* Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance // Plant Growth Regul., 2000. p. 205-217.
10. *Bartolia C. G., Casalonguéb C. A., Simontacchia M., Marquez-Garciac B., Foyerc C. H.,* Interactions between hormone and redox signalling pathways in the control of growth and cross tolerance to stress.// Environmental and Experimental Botany. 2013. V. 94. p. 73–88. //Cross-stress tolerance and stress ”memory” in plants. Edited By Dr.Sergi Munne-Bosch and Dr.Leonor Alegre.
11. *Beck E.H., Fettig S., Knake K., et al.* Specific and unspecific responses of plants toc old and drought stress. //Journal of Biosciences. 2007.V. 32. p. 501 -510.
12. *Bhattacharjee Soumen* The Language of Reactive Oxygen Species Signaling in Plants.// Journal of Botany. V. 2012. 22 p.
13. *Blatt M. R.* Ca^{2+} Signaling and Control of Guard-Cell Volume in Stomatal Movements In: Curr. Opin. Plant Biol. 2000, V.3, p.196 - 204.
14. *Bonham-Smith P.C., Kapoor M., Bewley J.D.* Establishment of thermotolerance in maize by exposure to stresses other than a heat shock does not require heat shock protein synthesis // Plant Physiol., 1987. V. 85(2). p. 575-580.

15. *Boursiac Y., Boudet J., Postaire O., Luu D.T., Tournaire-Roux C., Maurel C.* Stimulus-induced down-regulation of root water transport involves reactive oxygen speies-activated cell signaling and plasma membrane internalization. //The Plant Journal. 2008. 56. p. 207 – 218.

16. *Brînză L.* Stres-reacţia - expresie particulară a rezistenţei plantelor la umiditate redusă // Teza de doctor în ştiinţe biologice. Chişinău, 2003. 173 p.

17. *Bruce T.J.A., Matthes M.C., Napier J.A., Pickett J.A.T.* Stressful ”memories”of plants: evidence and possible mechanisms. //Plant Science. 2007. V. 173. p.603 – 608

18. *Buitink J., Leprince O., Hoekstra A. F.* Dehydration – Induced Redistribution of Amphiphilic Molecules between Cytoplasm and Lipids Is Assciated with Desiccation Tolerance in Seeds. In: Plant Physiology. 2000, Vol. 124, p. 1413 – 1425.

19. *Chaves M. M., Oliveira M. M.* Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water – saving agriculture. In: Journal of Experimental Botany. 2004, V. 55, No 407, p. 2365 – 2384.

20. *Chavies M. M., Maroco J. P., Pereira J. S.* Understating plant response to drought: from genes to the whole plant. In. Functional Plant Bilogy. 2003, V. 30, p. 239 – 264.

21. *Cohen I., Moreshet S., Fuchs M.* Changes in hidraulic conductance of citrus trees following a reduction in wetting soil volume. In: Plant Cell and Environment. 1987, V. 10, p. 53-57.

22. *Corobov R., T Leah T., Budeşteanu S.* Schimbările climatice şi provocările asociate pentru republica moldova//Raportul Naţional de Dezvoltare Umană în Moldova. Schimbările Climatice în Republica Moldova/ Iimpactul socio-economic şi opţiunile de politici pentruadaptare Tipar: “Nova Imprim”, Chişinău, Republica Moldova 2010. p. 40-46.

23. *Davies W. J., Gowing D. J. G.* Plant responses to smal perturbatioins in soil water status. In: Press M. C., Scholes J. D., Barker M. G. In: eds Physiological plant ecology. 1999, Oxford, UK: Blakwell Scientific Publieshers, p. 67 – 89.

24. *Davies W.J., Zhang J.* Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soils. In: Annual Review of Plant Physiology. 1991, V. 42. p. 55-76.

25. *Davies W., Wilkinson S., Loveys B.* Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mecanism to increase water use efficiency in agriculture. //New Phusiologist. 2002. V. 153. p. 449-460.

26. *Bloom A.* Coordination Between Shoots and Roots // Vascular transport in Plants. Elsevier. 2005. p.241-255

27. *De Raissac M.* Mecanismes d´adaption à la sécheresse et maintien de la productivité des plants cultiveés. In: Agron. trop. 1992, V. 46, N. 1, p. 29-39.

28. *Dobra J., Motyka V., Dobrev P., et al.* Comparison of hormonal responses to heat, drought and combined stress in tobacco plants with elevated proline content // J. Plant Physiol., 2010. V. 167. p. 1360-1370.

29. *Eyidoğan F., Öktem H., Yücel M.* Superoxide dismutase activity of hexaploid and tetraploid wheat cultivars subjected to heat and chilling stress // Cereal Research Communication, 2003. V. 31. N. 3-4. p. 387

30. *Foyer H., Lopez-Delgado H., Dat J. F., Scott I. M.* “Hydrogen peroxide- and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signaling.” Physiologia Plantarum. 1997. V. 100. N. 2. p. 241–254,

31. *Hoekstra F. A., Golovina E. A., Buitink J.* Mechanisms of plant desiccation tolerance. In: Trends in Plant Science 2001, V. 6, p. 431 – 438.

32. *Inci F., Öktem H., Yücel M.* Effect of water deficit conditions on superoxide dismutase isoenzyme activities in wheat // Cereal Res. Commun. 1998. V. 26. p. 297-304

33. *IPCC* Special Report on Managing the Riscks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Facts Sheet. http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/srex/SREX_fact_sheet.pdf (last accesed November 28 th, 2011).

34. *Jentsch A., Kreyling J., Elmer M., Gellesch E., et al.* Climate extremes initiate ecosystem-regulating functions while maintaining productivity // Journal of Ecology, 2011. V. 99. p. 689-702.

35. *Kalapos T., R.Vanden Boogard, Lambers H.* Effect of soil drying on grown, biomass allocation and leaf gas exchange of two annual grass species. //Plant and Soil..,1996. V. 185. p. 137 -149.

36. *Kramer P.J., Boyer J.S.* Water relations of plant and soil. San Diego: Academic Press, 1995. 489 p.

37. *Kramer P.J.* Channing concepts regarding plant water relations // Plant Cell Environ. 1988. V. 11. p. 565-568.

38. *Krasensky J., Jonak C.* Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks // Journal of Experimental Botany, 2012. V. 63. No. 4. p. 1593-1608.

39. Kuznetsov V, Rakutin V, Boisova N, Rotschupkin B. Why does heat shock increase salt resistance in cotton plants? Plant Physiol Biochem. 1993;31(2). p. 181–188.

40. *Lambers, H., F.S. Chapin III and T.L. Pons.* Plant physiological ecology. Springer-Verlag, Berlin, 1998. 540. p.

41. *Larcher W.* Physiological plant ecology. 2003. 4th edn. Springer. 513 p.

42. *Lascano H.R., Antonicelli G.E., Luna C.M., Melchiorre M.N., Gomez L.D., Racca R.W., Trippi V.S. and Casano L.M.* Antioxidant system response of different wheat cultivars under drought: field and in vitro studies // Australian Journal of Plant Physilogy, 2001. V. 28. p. 1095-1102.

43. *Lei Y.B., Song S.Q., Fu J.R.* Possible involvement of antioxidant enzymes in the cross-tolerance of the germination/growth of wheat seeds to salinity and heat stress //J. Integr. Plant Biol., 2005. V. 47(10). p. 1211-1219.

44. *Leprince O., Hendry G. A. F., McKersie B. D.* The mecanisms of desiccation tolerance in developing seeds. In: Seed. Sci. Res. 1993, V. 3, p. 231 – 246.

45. *Levit J.* Responses of plant to environmental stresses. New York: Academic Press. 1980.

46. *Loggini B., Scartazza A., Brugnoli E. and Navari-Izzo F.* Antioxidant defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought // Plant Physilogy, 1999. V. 119. p. 1091-1099.

47. *Malone M.* Rapid inhibition of leaf growth by root cooling in wheat: kinetics and mechanism // J. Exp Bot., 1993. V. 44. p.1663-1669.

48. *Mansfield T.A., Mc Ainsh M.R.* Hormones as regulator of water balance. //Plant hormones. London: Kluwer. 1995. p. 598 – 616.

49. *McIntyre Gordon I.* The role of water in the regulation of plant development //Can. J. Bot. 1987. V. 65. N 7. p. 1287-1298.

50. *Mei YQ., Song SQ.* Cross-tolerance associated with temperature and salinity stress during germination of barley seeds // Seed Sci Tehnol., 2008. V. 36(3). p. 689-698.

51. *Melenciuc M., Ştefîrţă A.* Conductibilitatea hidraulică a plantelor de Zea mays L. şi Sorghum bicolor L. în condiţii de insuficienţă moderată de umiditate //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. Seria şt. biol., chim. şi agricole. Chişinău, 2007. Nr. 3 (302). p. 31-40.

52. *Min S.-K., Zhang X., Zwiers F.W., Hegert G.C.* Human contribution to more-intense precipitacion extremes // Nature, 2011. V. 470. p. 378-381.

53. *MittlerR., Blumwald E.* Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives.// Annual Review of Plant Biology. 2010. V. 61. p. 443 – 462.

54. *Morillon R., Chrispeels M.J.* The role of ABA and the transpiration stream in the regulation of the osmotic water permeability of leaf cells. //Proceedings of the National Academy

of Sciences USA. 2001. 98. p. 14138 – 14137.

55. *Munns R., M.Tester*. Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Review of Plant Biology 2008. 59. p. 651-681

56. *Møller I.M., Jensen P.E., Hansson A.* Oxidative modifications to cellular components in plants // Ann Rev. Plant Biol., 2007. V. 58(1). p. 459-481.

57. *Møller I.M.* Plant mitochondria and oxidative stress: electron transport, NADPH turnover, and metabolism of reactive oxygen species //Ann Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 2001. V. 52 (1). p. 561-591.

58. *Netting A. G.* pH, Abscisic Acid and the Integration of Metabolism in Plants under Stressed and Nonstressed Conditions: Cellular Responses to Stress and Their Implcation for Plant Water Relations. In: J. Exp. Bot. 2000, V.51, p.147-158.

59. *Pallavi Sharma, Ambuj Bhushan Jha, Rama Shanker Dubey, and Mohammad Pessarakli* Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions //Journal of Botany, 2012. 26 p.

60. *Poorter H., Roumet C., Campbell B. D.* Interspecific variation in the growth response of plants to elevated CO2: A search for functional types In: Korner C., Bazzaz F. A., eds. In: Carbond dioxide populations and communities. 1996, New York, USA: Academic Press, p. 375 – 412.

61. *Prochazkova D., Sairam R.K., Srivastava G.C., Slingh D.V.* Oxidative Stress and Antioxidant Activity as the Basis of Senescence in Maize Leaves //Plant Sci., 2001. V. 161. p. 765-771.

62. *Revilla M.E., Martin L., Nicolas G., et al.* Effect of high temperature on the variation and transport of endogenous cytokinins during the germination of chik-pea seeds //Plant. Physiol. 1988. V. 132. N. 2. p. 223-228

63. *Rose E.* The ethylene-forming enzyme in two cultivars of winter wheat differing in drought resistance //Abstr. Plant Physiol. 1984. V. 75. N. 1. p. 89.

64. *Sabehat A., Weiss D., Lurie S.* Heat-shock proteins and cross-tolerance in plants. // Physiologia Plantarum, 2002. V 103 (3). p. 437-441.

65. *Sairam R.K., Srivastava G.C.* Water stress tolerance of wheat (Triticum aestivum L.): Variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes //J. Agron. Crop Sci. 2001. V. 186. p. 63-70.

66. *Saradhi A.P.P., Mohanty P.* Involvement of Proline in Protecting Thylacoid Membranes against Free Radical-Induced Photodomage //j. Photochem. Photobiol. B:Biol. 1997. V. 38. p. 253-257.

67. *Sauter A., Davies W. J., Hartung W.* The long - distance abscisic acid signal in the droughted plant: the fate of the hormone on its way from rot o shot //Journal of Experimental Botany. 2001. V. 52. p. 191-197.

68. *Scandalios J.G.* Oxygen stress and superoxide dismutases //Plant Physiology, 1993. V. 101. p. 7-12.

69. *Schroeder J. I., et. al.* Guard Cell Signal Transduction. In: Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 2001, V. 52, p. 627 – 658.

70. *Schulze E.D.* Soil water deficits and atmospheric humidity as environmental signals // Water deficits plant responses from cell to community. Editor University of Lancaster. 1993. p. 1239-1245.

71. *Shinozaki Kazuo, Kazuko Yamaguchi-Shinozaki*. Molecular Responses to Cold, Drought Heat and Salt Stress in Higher plants. R. G. Landes Company. Austin. Texas. U.S.A. 1999. 170 p.

72. *Sinclair BJ, Ferguson LV, Salehipour-Shirazi G, MacMillan HA.* Cross-tolerance and cross-talk in the cold: relating low temperatures to desiccation and immune stress in insects.

//Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2009. V. 152. p. 518–523.

73. *Smith M.D.* An ecological perspective on extreme climatic events: a synthetic definition and framework to guide future research //Journal of Ecology, 2011. V. 99. p. 656-663.

74. *Sofroni V., Mangul I., Lupaşcu M., Lala M.* Caracterizarea secetelor în Moldova şi măsurile de atenuare a consecinţelor // Conferinţa naţională ştiinţifico-practică. 2000. P. 14-21.

75. *Spollen W. G., Sharp R E.* Spatial distribution of turgor and root growth at low water potentials. //Plant Physiol. 1991. V. 96. p. 438-443.

76. *Spollen W.G., Sharp R.E., Saab I.N., Wu I.* Regulation of cell expansion in roots and shoots at low water potentials. //Water deficits, plant responses from cell to community. / Editor J. Smith, H.Griffiths.1993. p. 37 – 52.

77. *Ştefîrţă A., Brînză L., Toma S., Chirilov Al., Piscorschi V. Buceaceaia S Vrabie V. Aluchi N. Jacotă An. Suniţa F.* Metodă expeditivă de determinare a rezistenţei ecologice a plantelor // Materialele sesiunii ştiinţifice „Tehnologii avansate în agricultură şi protecţia mediului înconjurător” Buletinul AŞM, seria şt. biol., chim. şi agricole. Chişinău, 2004. V. 2 (293). p. 15-23.

78. *Ştefîrţă A., Brînză L., Buceaceaia S.,Vrabie V., Aluchi N*. Metode de diagnosticare a rezistenţei ecologice a plantelor. Chişinău: Centru Editorial al UASM, 2005. 78 p.

79. *Ştefîrţă A., Aluchi N., Vrabie V.* Menţinera integrităţii funcţionale – premiză a rezistenţei plantelor de Zea mays L. la secetă // Lucrările ştiinţifice a Univers. de ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” Iaşi, România, 2002. 2. 159 MB.

80. *Ştefîrţă A., Brînză L., Toma S. şi al.* Opţiuni fiziologice de fortificare a performanţelor biologice a plantelor în condiţii de umiditate insuficientă. // Monogr. ”Diminuarea impactului factorilor pedoclimatici axtremali asupra plantelor de cultură”. Chişinău: Ştiinţa, 2008. p. 166-203.

81. *Ştefîrţă A.* Activitatea fermenţilor antioxidativi şi reacţia plantelor la secetă în perioadele critice pentru apă // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2009. N 2. p. 40-49.

82. *Ştefîrţă A., Aluchi N., Melenciuc M. şi al.* Toleranţa la secetă la secetă şi oxidarea peroxidică a lipidelor în frunzele plantelor de Zea mays L.// Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2010. N 3. p. 62-70.

83. *Ştefîrţă A., Brînză L.* Presiunea hidrostatică şi superoxiddismutaza – inductori ai reacţiei nespecifice a plantelor la acţiunea secetei // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2008a. Nr. 2 (305). p. 41-50.

84. *Ştefîrţă A., Brînză L.* Corelaţia activităţii unor enzime antioxidative şi status-ului apei frunzelor de zea mays l.in condiţii de secetă // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2008b. Nr. 2 (305). p. 41-50.

85. *Ştefîrţă A., Brînză L., Melenciuc M., Buceaceaia S*. Particularităţi morfogenetice de adaptare la secetă a plantelor de *Phaseolus* // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2012. Nr. 2 (317). p. 53-64.

86. *Ştefîrţă A., Melenciuc M., Buceaceaia S. si al*. Protecţia enzimatică antioxidativă la plante cu diferite strategii de adaptare în condiţii de secetă // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2013. Nr. 2(320). p. 70-79.

87. *Ştefîrţă A., Melenciuc M., Buceaceaia S.* şi al. Efectul fitohormonilor, administraţi exogen, şi menţinerea integrităţii status-ului apei plantelor în condiţii de secetă. //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2012. Nr. 2(323). p. 90-99.

88. *Ştefîrţă A.* Semnificaţia apei în coordonarea şi integrarea funcţiilor plantei în condiţii de secetă.// Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2012. Nr. 1. P. 38-53.

89. *Steudle E., Ram Oren, and Ernst-Detlef Schulze.* Water Transport in Maize Roots. In: Plant Physiol. 1987, V. 84, p. 1220-1232.

90. *Tardeu F., Davies W. J.* Root-shoot communication and whole –plant regulation of water flux // water deficits plants responses from cell to community. Editor: Davies W. J. Lancaster: University of Lancaster, 1993. p. 147-162.

91. *Thorpe M., P. Minchin, N. Gould, J. McQueen.* The Stem Apoplast: A Potential Communication Chanel in Plant Growth Regulation// Vascular transport in Plants. Elsevier. 792005. p. 201-218.

92. *Walter J., Jentsch A., Beierkuhnlein C., Kreyling J.* Cross-stress toleranceand stress "memory" in plants. //Environmental and Experimental Botany. 2013. V. 94. p. 3–8.

93. *Walter J., Nagy L., Hein R., et al.* Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses.//Enveronmental and Experimental Botany. 2011. V. 71. p. 34 – 40.

94. *Wilkinson S., Davies W.J.* ABA – based chemical signaling: the coordination of responses to stress in plants // In: Plant Cell and Environment. – 2002. V. 25. p. 195-210.

95. *Wolff S.P., Gamer A., Dean R.T.* Free Radicals, Lipids and Protein Degradation // Trends Bio-chem. Sci. 1986. V.11. p. 27-31.

96. *Wright S.T.C.* The effect of light and dark periods on the production of ethylene from water-stressed wheat leaves // Planta. 1981. V. 153. N. 2. p. 172-180.

97. *Ye Q., Steudle E.,* Oxidative gating of water channels (aquaporins) in corn roots.//Plant, Cell and Environment. 2006. 29. p. 459 – 470.

98. *Yu-qin Mei and Song-quan Song.* Response to temperature stress of reactive oxygen species scavenging enzymes in the cross-tolerance of barley seed germination .// J Zhejiang Univ Sci B. Dec 2010; 11(12): p. 965–972.

99. *Zhang J., Davies W. J.* Abscisic Acid in Dehydrating Roots May Enable the Plant to Measure the Water Status of the Soil. In: Plant Cell Environ. 1989, V. 12, p. 73 – 81.

100. *Барабой В.А.* Механизмы стресса и перекисное окисление липидов // Успехи современной биологии, 1991. Т. 111. Вып. 6. с. 923-932.

101. *Барабой В. А.* Супероксиддисмутаза в клетках растений.//Цитология. 2006. Т. 48. №6. с. 465 -474.

102. *Генкель П. А.* Физиология жаро – и засухоустойчивости растений. Москва: Наука, 1982, 280 с.

103. *Деви С.Р., Прасад М.Н.* Антиокислительная активность растений Brasica juncea, подвергнутых действию высоких концентраций меди // Физиология растений. 2005. Т. 52. № 2. с. 233-237.

104. *Ермаков Е.И., Канаш Е.В.* Современные проблемы УФ-В радиации в экофизиологии и растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. 2005, №1, 3-19.

105. *Жученко А.* Экологическая генетика культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1980. 588 с.

106. *Жученко А.* Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1988. 766 с.

107. *Заворуева Е.Н., Ушакова С.А.* Оценка термоустойчивости растений при разных уровнях освещенности методами медленной индукции флуоресценции хлорофилла и СО2-газообмена // Физиология растений, 2004. Т. 51. № 3. с. 333-340.

108. *Зыкова В.В, Колесниченко А.В., Войников В.К.* Участие активных форм кислорода в реакции митохондрий растений на низкотемпературный стресс // Физиология растений, 2002, Т. 49, № 2, с. 302-310.

109. *Калашников Ю.Е., Закржевский Д.А., Балахнина Т.И., Шевелева Е.В.,* Застрижная О.М.Действие почвенной засухи и переувлажнения на активацию кислорода и систему защиты от окис-лительной деструкции в корнях ячменя // Физиология растений. 1992. Т. 39. Вып. 2. с. 263-269.

110. *Курганова Л.Н., Веселов А.П., Гончарова Т.А., Синицына Ю.В.* Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке //Физиология растений. 1997.Т. 44. с. 725 – 730.

111. *Кузнецов Вл.В.* Индуцибельные системы и их роль в адаптации растений к стрессорным факторам. Докт. Диссерт. Кишинев. 1992. 48 с.

112. Лукаткин А.С. О развитии повреждений у растений кукурузы при внезапном и постепенном охлаждении. // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 5. с.63 – 68.

113. *Мао Ц., Дзьян Х., Ванг Ю., Цзу Ю., Воронин П.Ю. Водный обмен листа березы и их устойчивость к кратковременной и длительной почвенной засухе //* Физиология растений, 2004. Т. 51. № 5. с. 773-777.

114. *Мерзляк М.Н.* Активированный кислород и жизнедеятельность растений // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. с. 20-26.

115. *Мустафина А.Р., Веселов Д.С., Сабиржанова И.Б., Кудояроова Р.П.* Быстрая гормональная реакция на осмотический шок у проростков пшеницы // Тезисы докладов Междун. Конф. «Физиология растений – наука III Тысячелетие». М.: Наука. 1999. с. 425.

116. *Обозный А.И., Колупаев Ю.Е., Ястреб Т.О.* Активность супероксиддисмутазы и содержание низкомолекулярных протекторных соединений при форировании перекрестной устойчивости проростков пшеницы к тепловому и осмотическому стрессам //Агрохимия, 2013. № 8. С. 59-67.

117. *Полесская О.Г.* Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. 140 с.

118. *Тарчевский И.А.* Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука, 2002. 294 с.

119. *Туманов И.И.* Недостаточное водоснабжение и завядание растения, как средства повышения его засухоустойчивости // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. 1926. Т. 16. № 4. с. 293-399.

120. *Туманов И.И.* Завядание и засухоустойчивость // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. 1929. Т. 22. № 1. с. 107-143.

121. *Фархутдинов Р.Г.* Температурный фактор в гормональной регуляции водного обмена растений: Автореф. дис. . докт. биол. наук. Уфа, 2005. 46 с.

122. Элойя Р. Текучесть мембраны в биологии. Концепции мембранной структуры. Киев: Наукова думка, 1989, 310 с.

FIZIOLOGIA ŞI SANOCREATOLOGIA

INFLUENŢA ALIMENTAŢIEI ŞI EFORTULUI FIZIC DINAMIC ASUPRA MOTILITĂŢII TRACTULUI DIGESTIV LA OM

Bodrug Alina

Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

În lucrare s-a efectuat analiza generală a indicilor undelor ce caracterizează activitatea motorie a tractului gastrointestinal în condiţii confortogene preprandiale, postprandiale, sub influenţa efortului fizic şi sub influenţa efortului fizic şi alimentaţiei în combinaţie. S-a relatat conotaţia stresogenă a efortului fizic în combinaţie cu alimentaţia şi s-a determinat eterogenitatea reacţiilor funcţiei motorii în aceste condiţii.

Cuvinte cheie: tract gastrointestinal, funcţie motorie, electrogastrogramă, undă, amplitudine, putere, raport, coeficient, alimentaţie, efort fizic.
Depus la redacţie 10 aprilie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Valentina Ciochină, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: valentina.ciochina@gmail.com; tel.:(+373 22) 73 71 42.

Introducere

Dezvoltarea sanocreatologiei presupune, de rând cu rezolvarea multor altor probleme, şi elaborarea sistemului sanocreatologic de alimentaţie. Acest fapt este condiţionat de rolul decisiv al sistemului de alimentaţie în crearea şi menţinerea dirijată a sănătăţii. La rândul său, realizarea acestei probleme necesită studierea proceselor digestiei şi mecanismelor ei fiziologice prin prisma sanocreatologiei. În acest scop s-a efectuat un set de investigaţii consacrate estimării legităţii modificării motilităţii tractului digestiv la om sub influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic.

Existenţa zonelor pacemaker în ţesutul muscular neted al tractului gastrointestinal provoacă generarea oscilaţiilor ritmice ale potenţialului electric al stomacului şi intestinelor, aşa numitul „ritm electric bazal" şi permite studierea motilităţii, adică a funcţiei motorii şi evacuatorii a tractului gastrointestinal (TGI) prin metoda electrogastroenterografică neinvazivă [9, 10, 11, 12, 13]. Primele cercetări fundamentale cu utilizarea metodei gastroenterografiei (GEG) au fost efectuate de către Собакин M.A. [24]. Implementarea acestei metode neinvazive a devenit posibilă după elaborarea electrogastrografului multicanal [6, 8, 12, 14, 16, 23] şi ca rezultat, această metodă a început să fie utilizată atât în studii experimentale cât şi clinice [13]. Specificul frecvenţei bazale descrisă de Alwares [1, 2] a servit ca bază de implementare a acestei metode electrofiziologice de studiu a activităţii diferitor sectoare ale TGI. S-a stabilit că activitatea electrică bazală determină posibila frecvenţă maximală a contracţiei musculaturii netezi a regiunilor cercetate a TGI [7, 15, 20], fiind în valoare de 1 până la 22 oscilaţii pe minut [19]. Periodicitatea electrofiziologică a activităţii tractului digestiv se manifestă prin schimbarea amplitudinii şi frecvenţei parametrilor gastroenterogramei [3, 17, 21]. În anul 1988 Ребров В.Г. a elaborat clasificarea acestor unde ale TGI [21].

Metode şi materiale

Investigaţiile s-au efectuat în condiţii confortogene pe o grupă de 20 de persoane în vârsta de19-20 ani, la care motilitatea s-a determinat iniţial pe fondal de foame, ulterior, după 20 de minute s-a introdus alimentaţia în cantităţi diferite pentru băieţi şi fete: băieţii - hrişcă fiartă (120g), fileu de găină fiert (60g), salată de varză (100g), morcov (20g) ulei (20ml), sare (5g) şi ceai cald (150 ml) cu 20g de zahăr; fetele - hrişcă fiartă (100g), fileu de găină fiert (40g), salată de varză (60g), morcov (20g), ulei (20ml), sare (5g) şi ceai cald (150 ml) cu 20g de zahăr. Concomitent, într-un alt set de investigaţii motilitatea tractului digestiv s-a determinat înainte de alimentaţie, dar în urma efortului fizic dinamic pe parcursul a 20 de minute, persoanele alimentându-se apoi cu raţia expusă mai sus. Într-o investigaţie specială motilitatea tractului digestiv s-a studiat în condiţiile: efort fizic dinamic timp de 20 de minute, alimentaţia respectivă şi din nou 20 de minute de efort fizic dinamic – similar celui descris mai sus, estimându-se ulterior motilitatea gastrointestinală. Studii similare în literatură nu au fost reflectate.

Motilitatea s-a determinat cu utilizarea metodei electrogastrografice periferice prin intermediul electrozilor aplicaţi pe membre, care permit înregistrarea neinvazivă a biopotenţialelor muşchilor netezi ai pereţilor stomacului şi intestinelor.

Înregistrarea s-a efectuat cu utilizarea aparatului Гастроскан–ГЭМ a producătorului НПИ „Исток-Система”, ce include: 1) amplificator cu curent electric alternativ cu filtru formând aria transmiterii undelor de 0,01-0,25 Hz şi diapazonul de măsurare a tensiunii de intrare de 10-15 mii mkV; 2) electrozi nepolarizanţi de lungă durată şi 3) programa de analiză a datelor. Înregistrarea semnalelor electrice s-a efectuat în 5 diapazoane de frecvenţă, ce corespund activităţii electrice a segmentelor TGI:

- intestinul gros – 0,01-0,03 Hz
- stomacul – 0,03-0,07 Hz
- sigma – 0,07-0,13 Hz
- intestinul subţire – 0,13-0,18 Hz
- duodenul – 0,18-0,25 Hz

Aparatul asigură recepţionarea şi înregistrarea semnalelor de la electrozii supracutani, precum şi păstrarea, prelucrarea şi prezentarea documentară a informaţiei. Monitorizarea s-a efectuat în forma standard timp de 40 minute.

Pentru efectuarea cercetării, conform metodei standard, electrozii s-au aplicat pe pielea degresată şi unsă cu gel electroconductor pe următoarele suprafeţe:

N1 – în 1/3 inferioară a antebraţului drept pe suprafaţa medială;

N2 – în 1/3inferioară a gambei stângi pe suprafaţa medială;

N3 - în 1/3 inferioară a gambei drepte pe suprafaţa medială.

Alegerea acestor derivaţii este determinată de faptul că din aceste puncte semnalul înregistrat are o intensitate maximală. Înregistrarea s-a iniţiat la 5 minute după aplicarea electrozilor. Efortul fizic dinamic a fost executat la veloergometru 50 Wt cu viteza de 10 km/oră timp de 20 de minute.

Rezultate şi discuţii

În primul rând, s-a efectuat analiza spectrală a gastroenterogramei: a amplitudinii sumare a activităţii electrice a tractului digestiv; a amplitudinii undelor stomacului, duodenului, intestinului subţire, sigmei, intestinului gros; a raportului amplitudinii undelor acestor organe faţă de amplitudinea sumară a tractului gastrointestinal; a coeficientului de comparare a amplitudinii undelor regiunilor superioare către cele inferioare; a puterii sumare a activităţii electrice a TGI şi a organelor menţionate în parte; a raportului puterii activităţii electrice a organelor către puterea activităţii sumare a tractului; a coeficientului de comparare a puterii electrice a organelor etajului superior către puterea organelor etajului inferior; a coeficientului ritmicităţii activităţii acestor organe; precum şi analiza Wavelet, ce prezintă o metodă cifrică de prelucrare a semnalelor. Analiza generală a semnalelor ce caracterizează activitatea motorie a diferitor segmente ale tractului digestiv arată că acestea suportă o modificare vădită sub influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic. Valorile parametrilor electrici sumari, precum şi valorile fiecărui component al tractului, estimate în perioada preprandială, servesc ca indici de control, sunt în limitele normei şi mărturisesc despre lipsa semnelor de dereglare a activităţii motorii a tractului gastrointestinal.

Mai jos vom prezenta 2 cazuri caracteristice privind modificarea gastroenterogramei sub influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic, care reflectă în linii generale legităţile manifestării motilităţii tractului digestiv (tabelele 1 şi 2).

Tabelul 1. Parametrii electrogastroenterogramei sub influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic.

Persoana B. / **Indicii**	**Regiunile TGI**	**Pre prandial**	**Post prand**	**Alim. + efort fizic**	**Efort fizic**	**Efort fizic + alim.**	**Efort fizic + alim.+ efort fizic**
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Amplitudinea sumară AS		0.301	0.462	0.533	0.482	0.897	1.191
Amplitudinea în reg. A(i)	Stomac	0.085	0.115	0.135	0.137	0.173	0.251
	Duoden	0.020	0.036	0.027	0.020	0.027	0.062
	Intestin subţire	0.035	0.053	0.046	0.029	0.043	0.076
	Sigma	0.065	0.096	0.081	0.064	0.082	0.119
	Intestin gros	0.096	0.163	0.264	0.233	0.571	0.683
Raport ampli-tudine *A(i)/AS (%)*	Stomac	28.115	23.773	24.744	27.108	19.682	20.777
	Duoden	6.903	7.957	4.929	4.218	3.122	5.197
	Intestin subţire	11.568	11.500	8.536	5.987	5.009	6.378
	Sigma	21.377	20.566	14.429	11.657	9.406	9.962
	Intestin gros	32.037	36.203	47.362	51.029	62.780	57.687
Coeficientul de comparare A(i)/A(i+1)	Stomac/Duoden	4.155	3.182	5.342	7.181	6.576	4.256
	Duoden/intestin subţire	0.605	0.700	0.592	0.710	0.644	0.818
	Intestin subţire/ sigma	0.550	0.572	0.605	0.549	0.529	0.657
	Sigma/intestin gros	0.676	0.622	0.308	0.259	0.153	0.182
Coeficientul ritmicităţii Kritm	Stomac	7.673	8.713	12.066	12.429	13.946	19.500
	Duoden	1.410	2.244	1.911	1.156	1.955	4.325
	Intestin subţire	2.688	3.234	3.330	2.115	3.377	6.082
	Sigma	4.366	5.367	5.665	3.724	6.109	8.769
	Intestin gros	11.564	18.268	32.179	21.449	46.566	80.941
Frecvenţa în reg. (ciclu/min)	Stomac	2.344	3.633	1.875	1.992	1.875	2.109
	Duoden	13.35	11.13	10.89	13.00	12.65	11.01
	Intestin subţire	8.320	7.852	9.844	8.086	8.789	7.969
	Sigma	4.688	4.336	4.570	4.805	4.688	4.336
	Intestin gros	0.703	0.703	0.703	1.172	1.523	1.172
Puterea sumară PS mkV		23.977	65.168	109.546	93.671	400.472	569.746
Puterea pe regiuni Pi mkV	Stomac	7.742	17.812	20.130	24.326	31.649	68.102
	Duoden	0.445	1.493	0.859	0.553	0.733	4.026
	Intestin subţire	1.294	3.215	2.290	1.283	2.020	6.200
	Sigma	4.734	11.641	7.571	7.465	7.079	15.992
	Intestin gros	9.762	31.006	78.696	60.044	358.992	475.426

Tabelul 1 (Continuare).

1	2	3	4	5	6	7	8
Raportul puterilor Pi/PS (%)	Stomac	32.211	22.522	19.674	21.546	9.403	12.116
	Duoden	1.987	2.706	0.824	0.573	0.244	0.752
	Intestin subţire	5.496	5.607	2.530	1.171	0.647	1.150
	Sigma	18.740	17.656	6.774	5.141	2.118	2.991
	Intestin gros	41.565	51.510	70.198	71.569	87.588	82.991
Coeficientul de comparare Pi/Pi+1	Stomac/Duoden	17.637	11.119	30.947	60.074	45.834	20.024
	Duoden/intestin subţire	0.381	0.500	0.359	0.515	0.443	0.683
	Intestin subţire/ sigma	0.311	0.349	0.403	0.326	0.287	0.440
	Sigma/intestin gros	0.472	0.468	0.099	0.103	0.025	0.040
Amplitudinea sumară AS Wavelet		0.127	0.202	0.317	0.294	0.540	0.604
Amplitudinea pe regiuni Ai Wavelet	Stomac	0.030	0.040	0.062	0.056	0.082	0.122
	Duoden	0.023	0.038	0.062	0.062	0.114	0.113
	Intestin subţire	0.021	0.033	0.047	0.045	0.083	0.087
	Sigma	0.024	0.034	0.041	0.036	0.060	0.068
	Intestin gros	0.029	0.057	0.107	0.095	0.201	0.214
Raportul amplitudinilor Ai/AS, (%) Wavelet	Stomac	23.892	20.465	21.264	21.064	17.932	20.656
	Duoden	17.335	18.205	18.153	19.403	19.662	17.327
	Intestin subţire	15.728	15.736	14.174	14.111	14.428	13.791
	Sigma	18.301	17.192	13.826	12.422	11.781	12.118
	Intestin gros	24.744	28.401	32.582	33.000	36.198	36.108
Coeficientul de comparare Ai/Ai+1 Wavelet	Stomac/Duoden	2.262	1.999	2.199	2.342	2.045	2.220
	Duoden/intestin subţire	1.497	1.500	1.570	1.603	1.536	1.530
	Intestin subţire/ sigma	1.185	1.295	1.406	1.511	1.619	1.497
	Sigma/intestin gros	1.149	1.034	0.578	0.545	0.445	0.424

Semnalele înregistrate s-au prelucrat cu ajutorul unei programe originale cu utilizarea algoritmilor de transformare rapidă: analiza Furie şi Wavelet. Datele prelucrării semnalelor sunt prezentate în formă de tabel cu valori numerice ce reflectă spectrul amplitudinii activităţii electrice a organelor TGI, a puterii, frecvenţei semnalelor în perioada de repaus, după alimentaţie, după efort fizic dinamic şi după combinaţia lor. Una din priorităţile metodei prezintă eliminarea automată a artefactelor cu menţinerea semnalului iniţial, precum şi după prelucrarea acestuia, fapt ce permite aprecierea exactă a datelor obţinute, în special în experienţe de lungă durată.

În primul rând vom analiza semnalele corespunzătoare parametrilor puterii. Pentru aceasta vom menţiona că puterea sumară a activităţii electrice (Ps) caracterizează nivelul sumar total al activităţii electrice a organelor TGI timp de 40 de minute; cea

a segmentelor TGI (Pi) s-a determinat aparte pentru fiecare: stomac, duoden, intestin subţire, intestin gros; aportul procentual al spectrului valorilor puterii fiecărui segment către cel sumar (Pi/Ps) s-a determinat în procente prin cel al fiecărui segment în raport cu nivelul total al activităţii electrice a TGI; coeficientul ritmicităţii (Kritm) prezintă raportul lungimii undei ce cuprinde spectrul segmentului cercetat către lăţimea sectorului segmentului dat şi permite aprecierea prezenţei şi caracterului contracţiilor propulsive ale structurilor musculare netede ale fiecărui segment; aportul procentual (Pi/Pi+1 %) prezintă raportul activităţii electrice a segmentului superior către segmentul inferior.

Tabelul 2. Parametrii electrogastroenterogramei sub influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic.

Persoana C. / Indicii	Regiunile TGI	Pre prandial	Post prand	Alim. + efort fizic	Efort fizic	Efort fizic+ alim.	Efort fizic + alim.+ efort fizic
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
Amplitudinea sumară AS		0.253	0.203	0.182	0.129	0.270	0.370
Amplitudinea în reg. A(i)	Stomac	0.076	0.056	0.049	0.030	0.074	0.088
	Duoden	0.016	0.017	0.018	0.010	0.019	0.020
	Intestin subţire	0.022	0.024	0.026	0.020	0.034	0.042
	Sigma	0.047	0.037	0.038	0.023	0.046	0.061
	Intestin gros	0.091	0.069	0.051	0.045	0.097	0.160
***Raport amplitu-dine* A(i)/AS (%)**	Stomac	30.202	27.152	26.799	23.495	27.913	24.380
	Duoden	6.668	8.354	10.009	8.069	7.206	6.292
	Intestin subţire	8.807	11.687	14.500	15.887	13.030	12.063
	Sigma	18.734	18.613	20.790	18.218	17.455	17.810
	Intestin gros	35.588	34.194	27.902	34.332	34.397	39.455
Coeficientul de comparare A(i)/A(i+1)	Stomac/Duoden	4.666	3.332	2.715	2.930	3.926	4.291
	Duoden/intestin subţire	0.789	0.722	0.713	0.517	0.564	0.517
	Intestin subţire/ sigma	0.471	0.632	0.700	0.894	0.747	0.693
	Sigma/intestin gros	0.540	0.549	0.770	0.553	0.533	0.501
Coeficientul ritmicităţii Kritm	Stomac	7.534	5.535	4.313	2.719	6.310	8.111
	Duoden	1.161	1.118	1.240	0.712	1.310	1.393
	Intestin subţire	1.711	2.008	2.054	1.757	2.759	3.059
	Sigma	3.435	2.754	2.946	1.799	3.481	4.349
	Intestin gros	12.099	8.294	6.708	4.915	10.964	19.342
Frecvenţa în reg. (ciclu/min.)	Stomac	1.878	3.047	1.875	1.992	1.875	2.109
	Duoden	11.71	10.89	10.89	13.00	12.65	11.01
	Intestin subţire	9.492	9.844	9.844	8.086	8.789	7.969
	Sigma	4.453	4.336	4.570	4.805	4.688	4.336
	Intestin gros	0.586	1.055	0.703	1.172	1.523	1.172

Tabelul 2 (Continuare).

1	2	3	4	5	6	7	8
Puterea sumară PS mkV		18.499	10.506	7.688	4.213	21.202	51.486
Puterea pe regiuni Pi mkV	Stomac	6.321	3.345	2.431	0.951	5.641	9.186
	Duoden	0.282	0.288	0.338	0.112	0.378	0.415
	Intestin subţire	0.508	0.581	0.717	0.411	1.236	1.936
	Sigma	2.303	1.428	1.481	0.591	2.218	4.156
	Intestin gros	9.084	4.864	2.721	2.148	11.729	35.793
Raportul puterilor Pi/PS (%)	Stomac	34.628	30.136	3.879	23.255	31.524	22.932
	Duoden	1.713	2.867	4.504	2.724	2.128	1.800
	Intestin subţire	3.060	5.577	9.686	10.825	7.078	5.740
	Sigma	13.204	14.149	19.454	14.379	12.480	12.841
	Intestin gros	47.396	47.272	34.477	48.818	46.790	56.688
Coeficientul de comparare Pi/Pi+1	Stomac/Duoden	22.893	11.738	7.549	8.763	15.842	20.292
	Duoden/intestin subţire	0.669	0.532	0.531	0.272	0.328	0.289
	Intestin subţire/ sigma	0.229	0.405	0.502	0.829	0.565	0.499
	Sigma/intestin gros	0.303	0.308	0.630	0.331	0.305	0.300
Amplitudinea sumară AS Wavelet		0.111	0.093	0.082	0.061	0.114	0.196
Amplitudinea pe regiuni Ai Wavelet	Stomac	0.028	0.023	0.019	0.013	0.028	0.042
	Duoden	0.019	0.016	0.014	0.011	0.019	0.037
	Intestin subţire	0.016	0.015	0.015	0.011	0.019	0.031
	Sigma	0.018	0.016	0.016	0.010	0.021	0.030
	Intestin gros	0.029	0.023	0.018	0.016	0.027	0.056
Raportul amplitudinilor Ai/AS, (%) Wavelet	Stomac	24.428	24.649	23.497	21.471	24.348	22.507
	Duoden	16.183	16.609	16.669	17.586	16.403	17.329
	Intestin subţire	14.582	15.538	17.674	17.908	16.993	15.887
	Sigma	16.481	17.870	19.472	16.873	18.646	17.478
	Intestin gros	28.325	25.334	22.689	26.162	23.610	26.799
Coeficientul de comparare Ai/Ai+1 Wavelet	Stomac/Duoden	2.458	2.394	2.153	1.928	2.394	2.273
	Duoden/intestin subţire	1.482	1.488	1.300	1.337	1.360	1.434
	Intestin subţire/ sigma	1.255	1.201	1.203	1.483	1.239	1.252
	Sigma/intestin gros	0.859	0.988	1.225	0.972	1.182	0.981

În condiţii preprandiale indicii semnalelor puterii, a amplitudinii sumare, a amplitudinii pe regiuni, a coeficientului ritmicităţii, a frecvenţei pe regiuni, a raportului amplitudinii, a coeficientului de comparare, precum şi indicii obţinuţi prin metoda Wavelet, după cum reiese din tabelul 1 şi 2, se includ în dimensiunile parametrilor standard.

Alimentaţia pe fondalul foamei se răsfrânge diferit asupra indicilor puterii: puterea sumară totală a activităţii tractului digestiv şi a segmentelor în particular se micşorează, în special la intestinul gros. La fel şi alimentaţia combinată cu efortul fizic micşorează puterea sumară a tractului digestiv, a segmentului sigma, şi, în special, a intestinului gros. Esenţial se modifică indicii puterii duodenului şi intestinului subţire. De asemenea, schimbări considerabile a suportat puterea sumară totală a activităţii segmentelor; raportul Pi/Ps şi coeficientul de comparare Pi/Pi+1. După cum reiese din analiza datelor din tabele, în rezultatul efortului fizic dinamic şi a alimentaţiei urmată de efort fizic dinamic, puterea sumară a TGI s-a mărit de 2,7 ori, iar a intestinului gros nemijlocit - de 4 ori.

Coeficientul raportului Pi/Ps, care conform datelor din literatură [9, 10, 11, 12, 23] reflectă coordonarea activităţii TGI, în majoritatea cazurilor studiate are tendinţă de a se micşora şi numai în raportul indicilor puterii intestinului subţire/indicii puterii intestinului sigma se măreşte, fapt ce denotă că coordonarea activităţii TGI se intensifică.

Analiza amplitudinii semnalelor s-a efectuat, de asemenea, şi prin analiza spectrală neparametrică a undelor Wavelet, în special, caracteristica periferică a electrogastroenterogramei după dimensiunea medie a amplitudinii activităţii bioelectrice, fapt ce permite evidenţierea tipurilor normokinetice, hipokinetice şi hiperkinetice a amplitudinii.

Comparativ, analiza amplitudinii sumare mărturiseşte că în rezultatul alimentării, efortului fizic şi alimentării + efort fizic are loc diminuarea undelor, iar în efort fizic + alimentaţie + efort fizic – unda amplitudinii electrogastrogramei are caracter ascendent. Referitor la amplitudinea undelor segmentelor componentelor tractului s-a constatat modificarea sincronă, în linii generale, la toate organele: sporeşte semnificativ amplitudinea undei stomacului şi a intestinului gros, mai puţin – a sigmei.

În ceea ce priveşte coeficientul ritmicităţii Kritm, vom semnala că schimbările ritmicităţii în rezultatul factorilor studiaţi au caracter similar în toate segmentele: se micşorează îndeosebi atât în rezultatul efortului fizic, dar şi al alimentaţiei + efort fizic şi sporeşte în special sub influenţa efortului fizic + alimentaţie + efort fizic.

Analiza comparativă a semnalelor electrice a diferitor segmente conform metodei Wavelet relatează despre evidenţierea aceleiaşi legităţi ca şi în rezultatul prelucrării datelor cu utilizarea algoritmului transformării rapide Furie, descrisă mai sus: micşorarea amplitudinii sumare a undelor TGI şi amplitudinii undelor segmentelor tractului digestiv în rezultatul efortului fizic şi alimentaţiei + efort fizic şi sporirea acestora sub influenţa efort fizic + alimentaţie + efort fizic.

În acelaşi timp vom menţiona că analiza comparativă a datelor prezentate în tabelele sus-menţionate arată că alimentaţia, efortul fizic şi combinarea lor se reflectă diferit asupra unor indici ai motilităţii tractului digestiv la diferite persoane. La prima persoană, în rezultatul alimentării şi efortului fizic dinamic şi a influenţei acestora în combinaţie, activitatea electrică a stomacului şi a altor segmente avea tendinţa de sporire, iar la a doua persoană contradictoriu – de micşorare. În acelaşi timp la ambele persoane efortul fizic dinamic combinat cu alimentaţia şi, ulterior cu efort fizic, ducea la sporirea atât a amplitudinii, cât şi a puterii contracţiei tractului în întregime şi a fiecărui segment în parte.

Concluzii

Faptul că alimentaţia şi efortul fizic influenţează diferit asupra unor indici ai motilităţii tractului digestiv, iar în condiţii când persoanele efectuează efort fizic, se alimentează şi din nou îndeplinesc efort fizic, parametrii electrici studiaţi ai segmentelor tractului digestiv în ambele cazuri sporesc, se explică prin aceea că în cazul influenţei separate a alimentaţiei şi efortului fizic dinamic sistemele de reglare centrale ale motilităţii se includ eterogen, pe când în circumstanţa aplicării efortului fizic + alimentare urmată din nou de efort fizic, are o conotaţie stresogenă puternică şi, posibil, se includ maximal în reglarea motilităţii tractului digestiv toate verigile sistemului de reglare, ceea ce şi determină similaritatea modificării parametrilor undelor motorii.

1) Alimentaţia şi efortul fizic dinamic au efect similar asupra indicilor motilităţii TGI – asupra amplitudinii sumare şi amplitudinii undelor componentelor constituente, având caracter descendent. Indicii puterii sumare a TGI; precum şi indicii puterii componentelor TGI, ai frecvenţei şi ai altor parametri ai motilităţii tractului digestiv sunt specifici pentru fiecare component.

2) Efortul fizic + alimentaţia şi efortul fizic dinamic + alimentaţia + efortul fizic dinamic provoacă schimbări analogice a indicilor investigaţi ai amplitudinii sumare şi a organelor constituiente în direcţia sporirii lor, fapt ce denotă intensificarea motilităţii tractului gastrointestinal.

Bibliografia

1. *Alwarez W.C.* Functional variations in contractions of different parts of the small intestine. Amer. J. Physiol., 1914, vol. 35, p. 177-193.
2. *Alwarez W.C.* The electrogastrogram and what it shows. Amer. J. Med.Ass. 1922, vol. 78, №11, p. 1116-1119.
3. *Chang F.Y.* Electrogastrography: basic knowledge, recording, processing and its clinical applications. J. Gastroenterol. Hepatol., 2005, vol. 20, Issue 4, p. 502-516.
4. *Chen J.D.Z., Mc Callum R.W.* Clinical applications of electrogastrography. American journal of Castroenterology, 1993, vol. 88, №9, p. 1324-1336.
5. *Couturier D., Roze C., Paollagi J. et al.* Electrical activity of the normal human stomach: A comparative study of recording obtained from the serosal and mucosal sides. AmJ. Dig.Dis., 1972, vol. 17, p. 969-976.
6. *Dirgenali F., Kara S., Okkesim S.* Estimation of wavelet and short-time Fourier transform sonograms of normal and diabetic subjects electrogastrogram. Comput Biol Med., 2005, vol. 36, Issue 12, p. 1289-1302.
7. *Koenig J.B., Martin C.E., Dobson H. et al.* Use of multichannel electrogastrography for noninvasive assessment of gastric myoelectrical activity in dogs. Am J Vet Res., 2009, vol. 70, №1, p. 11-55.
8. *Wingate D.L., Pearce E., Ling A. et al.* Quantitative effect of oral feeding on gastrointestinal myoelectric activity in the conscious dog. Dig. Dis. Sci., 1979, vol. 24(6).
9. *Биряльцев В.Н., Бердников А.В., Филиппов В.А. и др.* Электрогастроэнтерография в хирургической гастроэнтерологии. Казань, 2003, с. 156.
10. *Богач П.Г., Решодько Л.В.* Алгоритмические и автоматные модели деятельности гладких мышц. Киев: Наукова думка, 1979, с. 305. Бильярцев В.Н. Электрогастрография в хирургической гастроэнтерологии. Казань, 2003, стр.7-41.
11. Гастроэнтерология. Тонкая кишка: пер. с англ. под ред. В.С. Чадвика, С.Ф. Филлипса М.: Медицина, 1985, Ч.2, с. 132-156.
12. *Закиров Д.Б.* Оценка моторно-эвакуаторной функции органов желудочно-кишечного тракта у хирургических больных: дис. канд. мед. наук. М., 1994, с. 123.

13. *Лебедев Н.Н.* Биоритмы пищеварительной системы. М.: Медицина, 1987, с.257.

14. *Ли Л.Г.* Информативные показатели периферической электрогастро-энтерограммы в оценке функционального состояния желудка и тонкой кишки: дис. канд. мед. наук, М., 2009, с.135.

15. *Нотова О.Л.* Оценка моторной деятельности желудка и различных отделов кишечника по данным периферической полиэлектрографии: дис. канд. мед. наук, М., 1987, с.271.

16. *Нугаева Н.Р.* Характеристика электрогастрографических показателей при наиболее часто встречающихся заболеваниях желудка и язвенной болезни двенадцатиперстной кишки: дис. канд. мед. наук, М., 1999, с.149.

17. *Оноприев В.В.* Патогенез моторно-эвакуаторных нарушений и механизмы компенсации при хирургической коррекции стеноза двенадцатиперстной кишки (эксперим.-клин. исследование): дис. д-ра мед. наук, М., 2004, с. 404.

18. *Пономарева А.П.* Значение определения биоэлектрической активности желудочно-кишечного тракта для диагностики и выбора лекарственной терапии нарушений моторно-эвакуаторной функции у детей: автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2006, с.22.

19. *Ребров В.Г.* Особенности регистрации электрической активности желудка и кишечника с поверхности тела пациента. Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, М., 1996, № 2, с. 48–52.

20. *Ребров В.Г.* Практические возможности электрогастрографии при различных способах ее отведения. Современные вопросы электрогастрографии, М.,1975, с. 173-176.

21. *Ребров В.Г.* Регистрация потенциалов желудка и кишечника в клинических условиях. Тер. архив., 1981, №9, с. 24-30.

22. *Ребров В.Г.* Практические возможности электрогастрографии при различных способах ее отведения. Современные вопросы электрогастрографии, М., 1975, с. 173-176.

23. *Смирнова Г.О.* Периферическая электрогастроэнтерография в клинической практике: пос. для врачей [под ред. проф. В.А. Ступина]. М.: ИД «Медпрактика-М», 2009, с.20.

24. *Собакин М.А.* Моторная деятельность желудка при пищеварении: автореф. дис. д-ра мед. наук, М., 1958, с. 45.

IMPACTUL RAŢIEI CU DIFERIT CONŢINUT AL COMPONENTELOR CONSTITUENTE ASUPRA POTENŢIALULUI VITAL ŞI MASEI CORPULUI ŞOBOLANILOR SENILI

Poleacova Lilia

Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

În articol este examinat impactul pe care îl are raţia alimentară cu diferit conţinut al componentelor constituente asupra potenţialului vital şi masei corpului şobolanilor senili. În scopul de a compara specificul influenţei raţiei cu diferit conţinut al componentelor constituente în perioada diminuării funcţiilor şi degradării morfofiziologice, au fost analizate succint rezultatele influenţei dietei cu diversă componenţă a substanţelor nutritive asupra stării morfofiziologice în perioada creşterii şi dezvoltării morfofuncţionale.

Totodată este prezentată informaţia referitor la specificul influenţei a unor sau altor componente în raţie, în condiţii de efort fizic, deoarece efortul fizic a constituit metoda de estimare a impactului raţiei cu diferit conţinut al componentelor constituente asupra potenţialului vital.

Cuvinte cheie: raţie alimentară, perioadă de vârstă, şobolani senili, efort fizic, înot, componente constituente, potenţial vital.

Depus la redacţie 07 aprilie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Poleacova Lilia, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: bostan-lilia@mail.ru; tel. (+373 22) 73-71-42

Introducere

Noua teorie a alimentaţiei – teoria alimentării sanocreatologice, în comparaţie cu cele existente [30], are ca scop nu numai asigurarea activităţii vitale, activităţii operative, dar şi crearea, menţinerea şi fortificarea dirijată a sănătăţii în dependenţă de vârstă. Toate procesele biologice ale organismului, asupra cărora influenţează alimentaţia, îşi pierd semnificaţia lor fiziologică, dacă ele nu asigură un anumit nivel de sănătate. Este ştiut, că lipsa unuia sau mai multor componente în raţia alimentară, inclusiv alimentaţia neechilibrată de scurtă durată, poate fi compensată prin mecanismele fiziologice şi biochimice adaptive [28], pe când de lungă durată – în cele mai dese cazuri consecinţele au caracter ireversibil.

Cu dezvoltarea sanocreatologiei, problema diferenţierii alimentaţiei în conformitate cu perioadele de vârstă devine extrem de actuală. Este vorba de următoarele perioade de vârstă: creşterii şi dezvoltării morfofuncţionale; funcţionării stabile morfofuncţionale; diminuării funcţiilor şi degradării morfofuncţionale [8, 9, 29, 31, 32]. Dacă în primele două perioade de vârstă au fost obţinute date privind influenţa diferitor componente ale raţiei asupra unor sau altor procese morfofiziologice [21, 23, 26], apoi referitor la a treia perioadă de vârstă, de facto, a rămas în afara studiilor sistematice. De aceea, una din sarcinile investigaţiilor noastre a constat în estimarea impactului raţiei cu conţinut sporit de proteine şi glucide asupra potenţialului vital, care se determină prin efort fizic maximal şi masa corporală a şobolanilor senili, în scopul posibilei preveniri a diminuării funcţiei şi degradării statusului morfofuncţional în perioada a treia de vârstă.

În scopul de a compara specificul influenţei raţiei cu diferit conţinut al componentelor constituente în perioada diminuării funcţiilor şi degradării morfofiziologice, s-a considerat necesar de a analiza succint rezultatele influenţei dietei cu diversă componenţă a substanţelor nutritive asupra stării morfofiziologice în perioada creşterii şi dezvoltării morfofuncţionale. Este cunoscut faptul, că, carenţa îndelungată în alimentaţie a proteinelor condiţionează dereglarea sistemelor fermentative, scăderea metabolismului bazal şi termogenezei, reducerea cantităţii de proteine (albumine) în serul sangvin. În cazul insuficienţei proteinelor, în organism au loc următoarele dereglări: încetinirea creşterii şi dezvoltării copiilor, schimbările în ficat, dereglarea activităţii glandelor cu secreţie internă, a conţinutului biochimic al sângelui, diminuarea activităţii intelectuale, scăderea capacităţii de muncă, reducerea rezistenţei şi funcţiilor protectoare ale organismului [24]. Efecte negative asupra sănătăţii poate avea şi surplusul de proteine în alimentaţie. Surplusul de proteine se reflectă negativ direct asupra funcţiei ficatului, unde are loc descompunerea finală a proteinelor, precum şi asupra funcţiei rinichilor,

prin care se elimină aceste produse. În acelaşi timp, surplusul de proteine provoacă o reacţie nefavorabilă a sistemului cardiovascular şi a celui nervos, contribuie la dezvoltarea microflorei intestinale de putrefacţie [19].

Lipsa glucidelor duce la epuizarea rezervelor de glicogen în ficat şi la depozitarea grăsimilor în celulele acestuia, precum şi la dereglarea metabolismului lipidelor şi proteinelor: organismul în calitate de sursă de energie începe să utilizeze lipidele şi proteinele hranei, precum şi grăsimile corpului şi ţesutului muscular. În sânge încep să se acumuleze produse nocive de oxidare incompletă a acizilor graşi şi a unor aminoacizi - cetone. Formarea excesivă de cetone în cazul oxidării excesive a lipidelor şi parţial al proteinelor, poate duce la o schimbare în mediul intern al organismului în direcţie acidă şi intoxicarea ţesutului cerebral, până la dezvoltarea comei acidozice cu pierderea cunoştinţei.

Excesul de glucide, însă, poate duce la obezitate. Surplusul lor în dietă, determină o creştere a nivelului de insulină în sânge şi duce la formarea rezervelor de lipide. Principalul motiv al acestui fapt este creşterea bruscă a glucozei în sânge, care apare în cazul unei doze mari de alimente bogate în glucide. Glucoza produsă, intră în fluxul sangvin, iar la exces organismul este forţat să-l „neutralizeze” cu ajutorul insulinei, care transformă glucoza în grăsime.

Insuficienţa lipidelor în raţia alimentară dereglează procesele de creştere şi dezvoltare, scade sinteza proteinelor, sporeşte permeabilitatea capilarelor, au loc dereglări la nivelul sistemului nervos central [24], reduce rezistenţa la acţiunea factorilor nocivi. Surplusul de lipide, de asemenea, are acţiuni negative: împovărează funcţionarea normală a organelor digestive, provoacă obezitate, diabet, anemie, tromboze [3].

În ceea ce priveşte lipsa sau surplusul unor sau altor componente în raţie, în dependenţă de efortul fizic, se cunosc puţine date. A fost determinat faptul că, consumul alimentelor care conţin cantităţi mari de glucide, produce o creştere a ratei lor de oxidare în timpul efortului fizic [1, 2, 10, 16], sporeşte glicogenoliza musculară [10, 11], precum şi utilizarea glucozei în muşchii membrelor inferioare [16]. Şi invers, după consumul dietei cu conţinut scăzut de glucide, oxidarea glucidelor şi glicogenoliza musculară se reduce [1, 10, 14]. Inaniţia însă, la şobolani în cazul efortului fizic, este însoţită de creşterea utilizării lipidelor şi scăderea consumului de glicogen muscular [7].

Efectuarea sistematică a exerciţiilor fizice, orientate spre dezvoltarea rezistenţei, produce schimbări adaptive în multe sisteme fiziologice (ex. în aparatul cardio-vascular, endocrin şi locomotor). Unul din cele mai importante efecte ale acestor reacţii adaptive sunt modificarea vitezei, cu care diferite surse energetice sunt utilizate pentru asigurarea lucrului muşchilor. În special, aceasta se manifestă în oxidarea mai scăzută a glucidelor şi în utilizarea mai sporită a lipidelor la sportivii ce se antrenează pentru dezvoltarea rezistenţei, în comparaţie cu persoanele neantrenate ce îndeplinesc aceleaşi exerciţii fizice după intensitate, sau în cazul aceluiaşi consum de oxigen [4, 5, 6, 12, 13, 15, 17, 18]. Deoarece epuizarea rezervelor de glucide constituie un factor important în dezvoltarea oboselii, atunci aceste modificări, fără îndoială, joacă un rol important în creşterea capacităţii organismului de a efectua exerciţii fizice pe o perioadă îndelungată de timp [25].

Sub influenţa efortului fizic are loc consumul sporit al resurselor energetice şi plastice, mineralelor, vitaminelor şi al altor substanţe de importanţă vitală, în rezultat,

în organism încetinesc reacţiile de restabilire şi adaptare, ce pot contribui la scăderea activităţii de muncă, uzarea accelerată a tuturor sistemelor organismului, şi în final, la pierderea forţelor fizice şi dereglări serioase ale sănătăţii [22]. Efortul fizic cu intensitate medie, contribuie la un consum sporit de glucide şi activarea asigurării energetice datorită descompunerii lipidelor [27].

Reglarea metabolismului glucidic în muşchii scheletici implică interacţiunea dintre schimbările locale, induse de efortul fizic, ale conţinutului de calciu în fibrele musculare, fosfatului anorganic şi metaboliţilor controlului hormonal şi disponibilitatea substraturilor, care determină rata glicogenolizei musculare şi utilizarea glucozei în timpul efortului fizic [25].

Materiale şi metode

Cercetările au fost efectuate pe 16 şobolani albi, masculi-senili (24-26 luni), întreţinuţi în condiţii de vivariu în conformitate cu prescripţiile Regulamentului de întreţinere a animalelor de laborator. Şobolanii, repartizaţi în celule, au fost adaptaţi la condiţiile de întreţinere timp de 14 zile. Animalele de laborator au fost repartizate în trei loturi experimentale: lotul I (de control) – raţie alimentară standard (15% - proteine, 60% - glucide, 25% - lipide), lotul II – raţie alimentară bogată în proteine (25% - proteine, 55% - glucide, 20% - lipide), lotul III – raţie bogată în glucide (10% - proteine, 70% - glucide, 20% - lipide). Toate animalele din cele 3 loturi au fost supuse înotului. Bazinul în care au fost puşi înotului şobolanii, reprezintă un vas, de formă dreptunghiulară, cu mărimile 46×35×27cm, din plastic. Temperatura apei + 27°C. Potenţialul vital se determina prin efortul fizic dinamic maximal prin înot zilnic pe parcursul a 31 de zile: şobolanii erau supuşi înotului până la epuizarea fizică, despre care ne mărturisea scufundarea animalului. În acel moment şobolanul era scos din apă. Animalele au fost marcate cu vopsea rezistentă la apă. Ei au fost cântăriţi înainte de experiment şi în fiecare săptămână pe tot parcursul experimentului. Durata experimentului – 31 de zile. Analiza statistică a rezultatelor obţinute s-a realizat cu utilizarea t-criteriului Student.

Informaţia referitor la specificul influenţei unor sau altor componente ale raţiei, în condiţii de efort fizic, este prezentată din cauza că, efortul fizic a fost utilizat în studiile noastre ca metodă de estimare a impactului raţiei cu diferit conţinut al componentelor constituente asupra potenţialului vital.

Rezultate şi discuţii

Impactul dietei cu diferit conţinut s-a apreciat prin studierea modificării masei corporale şi potenţialului vital pe parcursul a 31 de zile de alimentare a şobolanilor senili cu raţia corespunzătoare.

În calitate de control au servit şobolanii alimentaţi cu raţie standard (tabelul 1 şi 2). Analiza modificării potenţialului vital al şobolanilor din grupa de control, care zilnic au fost supuşi unui efort fizic până la epuizare, denotă că în primele 3-4 zile, şobolanii înotau timp de 3 minute. În următoarele, de la a 5-a până la a 18-a zi, adică pe parcursul a 14 zile, timpul înotului sporea şi alcătuia cca. 17,78 minute, iar în următoarele 13 zile creştea până la 36,84 minute. Aşadar, în primele 14 zile, timpul maximal de înot a sporit de cca 6 ori, iar în următoarele 13 zile, comparativ cu media celor 14 zile precedente – de 2 ori. La sfârşitul experimentului, adică ultimele zile ale lunii, şobolanii suportau un efort maximal de 12,3 ori mai mare, comparativ cu primele 3-4 zile.

Tabelul 1. Dinamica manifestării potenţialului vital (în minute) al şobolanilor senili întreţinuţi cu raţie bogată în proteine în dependenţă de zilele efectuării efortului fizic maximal.

Nr. zile	Control - şobolanii alimentaţi cu raţie standard	Şobolanii alimentaţi cu raţie bogată în proteine
1	3,22±0,80	2,07±0,35
2	3,21±0,68	1,75±0,40**
3	3,32±0,81	2,38±0,67
4	4,09±0,92	1,78±0,80**
5	7,30±5,00	2,89±1,09
6	17,82±8,74	2,60±1,44*
7	13,83±5,19	4,45±0,94*
8	15,18±7,59	3,70±1,1*
9	16,31±10,85	4,88±0,81
10	12,74±4,56	4,40±0,77*
11	19,93±10,81	4,93±2,23
12	16,79±6,69	3,95±1,57*
13	17,32±7,05	4,72±1,17*
14	17,37±8,78	4,88±2,05
15	18,32±13,56	5,50±1,63
16	21,14±20,36	6,30±2,23
17	28,56±10,27	6,78±2,23*
18	27,53±16,31	7,52±2,69
19	37,14±38,75	8,01±2,97
20	30,61±16,08	8,93±5,09
21	29,02±9,24	8,25±4,05**
22	37,20±19,80	9,20±2,96
23	29,52±23,76	6,89±3,14
24	46,50±33,05	9,13±6,20
25	31,26±9,33	6,83±3,83**
26	58,96±51,37	7,10±3,50
27	41,86±20,98	6,72±3,14*
28	39,35±39,35	7,38±4,56
29	40,33±22,99	6,17±3,46
30	23,75±3,61	7,22±4,27***
31	33,76±22,98	6,86±4,48

Notă: ***p≤0,001; **p≤0,01; * p≤0,05 comparativ cu indicii din grupa de control.

La şobolanii care au fost hrăniţi cu raţie bogată în proteine în primele 4 zile, timpul de înot alcătuia 1,97 minute, în următoarele 14 zile el constituia 4,83 minute, iar în următoarele 13 zile el avea o valoare de 7,54 minute.

Analiza comparativă a timpului de înot mărturiseşte că, în primele 14 zile acesta a sporit de 2,5 ori, iar în următoarele 13 zile, comparativ cu cel precedent pe parcursul celor 14 zile, s-a mărit de 1,5 ori. Dacă e să comparăm timpul mediu de înot în ultimele zile la şobolani, cu cel iniţial, apoi el creştea de 3,8 ori.

Dacă s-ar face o paralelă între modificările timpului de înot maximal al şobolanilor hrăniţi cu raţie standard şi cu raţie bogată în proteine, apoi rezultă că, potenţialul vital al animalelor hrănite cu dietă bogată în proteine, deşi avea o tendinţă de sporire, era totuşi mult mai scăzut comparativ cu cei întreţinuţi cu hrană standard.

Adică proteinele în vârsta senilă, deşi contribuie la o sporire a potenţialului vital comparativ cu cel iniţial, totuşi această contribuţie este insuficientă, în comparaţie cu hrana standard.

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele obţinute privind influenţa raţiei bogată în glucide. În primele 4 zile, timpul maximal de înot era, în linii generale, la acelaşi nivel ca şi la şobolanii din grupa de control. În următoarele 14 zile, timpul mediu de înot sporea şi alcătuia 26,95 minute, adică creştea, comparativ cu cel la cei întreţinuţi cu raţia standard, cu 9,18 minute. Comparativ cu primele 4 zile el a crescut de 13,5 ori. Urmărind ultimele zile ale experimentului, vom menţiona că timpul înotului până la istovire, în mediu alcătuia 101,46 minute sau cu 64,62 minute mai mult, decât la şobolanii întreţinuţi cu raţia standard. Referitor la timpul de înot maximal în ultimele zile ale experimentului, sporea comparativ cu primele 3-4 zile de înot de 28,98 ori.

Astfel, potenţialul vital sporea esenţial la şobolanii senili întreţinuţi cu raţie bogată în glucide, comparativ cu cei întreţinuţi cu raţie standard.

Tabelul 2. Dinamica manifestării potenţialului vital (în minute) al şobolanilor senili alimentaţi cu raţie bogată în glucide în dependenţă de zilele efectuării efortului fizic maximal.

Nr. zile	Control - şobolanii alimentaţi cu raţie standard	Şobolanii alimentaţi cu raţie bogată în glucide
1	*2*	*3*
1	3,22±0,80	2,62±0,52
2	3,21±0,68	3,71±1,22
3	3,32±0,81	3,42±0,74
4	4,09±0,92	3,30±1,31
5	7,30±5,00	8,36±1,57
6	17,82±8,74	12,38±7,35
7	13,83±5,19	12,37±3,84
8	15,18±7,59	14,64±3,93
9	16,31±10,85	17,05±5,59
10	12,74±4,56	16,15±4,89
11	19,93±10,81	17,55±4,95
12	16,79±6,69	21,93±3,66
13	17,32±7,05	26,89±8,75
14	17,37±8,78	27,90±13,46

Tabelul 2 (Continuare)

15	18,32±13,56	33,46±18,85
16	21,14±20,36	54,85±32,92
17	28,56±10,27	55,69±40,35
18	27,53±16,31	58,61±48,19
19	37,14±38,75	58,34±48,19
20	30,61±16,08	88,37±71,04
21	29,02±9,24	108,47±58,80
22	37,20±19,80	109,28±52,32
23	29,52±23,76	95,96±61,82
24	46,50±33,05	101,45±64,97
25	31,26±9,33	95,50±53,77
26	58,96±51,37	116,54±74,55
27	41,86±20,98	118,59±71,58
28	39,35±39,35	77,79±47,10
29	40,33±22,99	112,49±76,08
30	23,75±3,61	125,47±78,11
31	33,76±22,98	113,30±74,14

În tabelul 3 este prezentată masa corporală a şobolanilor alimentaţi cu raţie standard, bogată în proteine şi bogată în glucide. Analiza masei corpului în dependenţă de raţie, mărturiseşte că indiferent de raţie, masa corpului şobolanilor avea tendinţe de a spori la finele experimentului. Dar, totuşi, dacă comparăm masa medie de la sfârşitul experimentului cu cea iniţială, apoi la şobolanii ce erau hrăniţi cu raţie bogată în glucide era nesemnificativ mai mare (cu raţie standard - 11,5 g, iar cu raţie bogată în glucide – 13,18 g).

Tabelul 3. Masa corpului şobolanilor senili alimentaţi cu raţie standard bogată în proteine şi bogată în glucide în diferit timp de îndeplinire a efortului fizic maximal (g).

Perioada experimentului	Control - şobolanii alimentaţi cu raţie standard	Şobolanii hrăniţi cu raţie bogată în proteine	Şobolanii hrăniţi cu raţie bogată în glucide
Înainte de experiment	281,00 ±18,71	258,00 ±52,08	273,15 ±34,30
a 7-a zi de experiment	272,00 ±18,63	256,00 ±55,82	272,83 ±43,36
a 14-a zi de experiment	280,50 ±23,18	263,83 ±60,22	280,66 ±44,12
a 21-a zi de experiment	289,50 ±18,71	266,00 ±56,44	281,16 ±41,95
a 28-a zi de experiment	292,50±19,63	268,16±58,28	286,33±42,94

Concluzii

1. Potenţialul vital al animalelor senile supuse efortului fizic maximal este în funcţie de conţinutul componentelor constituente ale raţiei şi de efortul fizic dinamic.

2. În vârsta senilă, raţia bogată în proteine duce la o sporire insuficientă a potenţialului vital comparativ cu raţia standard.

3. Raţia bogată în glucide sporeşte esenţial, comparativ cu raţia standard, potenţialul vital al organismului.

4. În perioada diminuării funcţiilor şi degradării morfofuncţionale în scopul sporirii potenţialului vital fiziologic, este oportun de a combina efortul fizic cu o dietă bogată în glucide.

Bibliografie

1. *Bergstrom, J.; Hermansen, L.; Hultman, E.; Saltin, B.* Diet, muscle glycogen and physical performance. Acta Physiol. Scand. 1967, 71:140-150.

2. *Christensen, E.H.; Hansen, O.* Arbeitsfahigkeit und ernahrung. Skand. Arch. Physiol. 1939, 81:160-171.

3. *Cotorcea A.* Igiena alimentaţiei, Briceni, 2006, p.18-19

4. *Coggan, A.R.; Habash, D.L. Mendenhall et al.* Isotopic estimation of CO2 production during exercise before and after endurance training. J. Appl. Physiol. 1993, 75:70-75.

5. *Coggan, A.R.; Kohrt, W.M. et al.* Endurance training decreases plasma glucose turnover and oxidation during moderate intensity exercise in men. J. Appl. Physiol. 1990, 68:990-996.

6. *Coggan, A.R.; Spina, R.J.; Kohrt, W.M.; Holloszy, J.O.* Effect of prolonged exercise on muscle citrate concentration before and after endurance training in men. Am. J. Physiol. 264 (Endocrinol. Metab. 27): 1993, E215-E220.

7. *Dohm, G.L.; Tapscott, E.B.; Barakat, H.A.; Kasperek, G.J.* Influence of fasting in rats on glycogen depletion during exercise. J. Appl. Physiol. 1983, 55:830-833.

8. *Furdui T., Vudu Gr.* Perioadele critice în dezvoltarea postnatală a copilului. Buletinul AŞ RM. Ştiinţe biologice ş chimice. 1998, №2, p. 39-41.

9. *Furdui T., Vudu Gr.* Perioadele vârstei omului după maturizare. Zilele Univ. de Medicină şi Farmacie „N.Testemiţanu": Materialele conf. şt. an. a colab. ş studenţilor, 21-22 oct. 1998. Chişinău; 1998. p. 71.

10. *Galbo, H.; Hoist, J.J.; Christensen, N.J.* The effect of different diets and of insulin on the honnonal response to prolonged exercise. Acta Physiol. Scand. 1979, 107:19-32.

11. *Gollnick, P.D.; Piehl, K.; Saubert, C.W.; Armstrong, R.B.; Saltin, B.* Diet, exercise, and glycogen in human muscle fibers. J. Appl. Physiol. 1972, 33:421-425.

12. *Green, H.J.; Ball-Burnett, M.E.; Smith, D.; Livesey, J.; Farrance, B.W.* Early muscular and metabolic adaptations to prolonged exercise training in humans. J. Appl. Physiol. 1991, 70:2032-2038.

13. *Henriksson, J.* Training induced adaptation of skeletal muscle and metabolism during submaximal exercise. J. Physiol. 270:661-667; 1997.

14. *Jansson, E.; Keijser, L.* Effect of diet on the utilization of blood-borne and intramuscular substrates during exercise in man. Acta Physiol. Scand. 1982, 115:19-30.

15. *Karlsson, J.; Nordesjo, L.-O.; Saltin, B.* Muscle glycogen utilization during exercise after physical training. Acta Physiol. Scand. 1974, 90:210-217.

16. *Martin, B.; Robinson, S.; Robertshaw, D.* Influence of diet on leg glucose uptake during heavy exercise. Am. J. Clin. Nutr. 1988, 31:62-67.

17. *Martin, W.H.; Dalsky, G.P.; Hurley et al.* Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise. Am. J. Physiol. 265 (Endocrinol. Metab. 28): 1993, E708-E714.

18. *Mendenhall, L.A,; Swanson, S.C.; Habash, D.L.; Coggan, A.R.* Ten days of exercise training reduces glucose production and utilization during moderate-intensity exercise. Amer. J. Physiol. 266 (Endocrinol. Metab. 29): 1994, E136-E143.

19. *Ostrofeţ Gh.* Curs de igienă: Aprecierea cantitativă şi calitativă a raţiei alimentare: [pentru uzul studenţilor] / Univ. de Stat de Medicină şi Farmacie Nicolae Testemiţanu. – Ch.: CEP Medicina, 2007. – p.12-13.

20. *Spencer, M.K.; Yan, Z.; Katz, A.* Carbohydrate supplementation attenuates IMP accumulation in human muscle during prolonged exercise. Am. J. Physiol. 1991, 261:C71-76.

21. *Воронина Н.В.* Азотистый обмен, витаминная обеспеченность и антропометрические показатели у юношей Узбекистана с различным алиментарным статусом. Вопросы питания, Том 79, № 3, 2010, с.51-54.

22. *Каркищенко В.Н., Фокин Ю.В., Касинская Н.В. и др.* Влияние рецептуры «МиоАктив-Спорт» на психофизические показатели лабораторных крыс. Биомедицина, № 4б 2012, с. 22-31.

23. *Каламкарова О.М., Яцышина Т.А. и др.* Влияние белков рациона на уровень холестерина крови. Вопросы питания, № 3, май-июнь, 1991, с.9-16.

24. *Матюхина З.П.* Основы физиологии питания, микробиологии, гигиены и санитарии: учебник для нач. проф. Образования. М.: Издательский центр «Академия», 2013, 256 с.

25. Метаболизм в процессе физической деятельности. Под ред. М. Харгривса, Киев, Олимпийская литература, 1998, 287с.

26. *Тутельян В.А., Кравченко Л.В., Кузьмина Е.Э.* Пищевой белок как модулятор активности ферментов, метаболизирующих ксенобиотики. Эпоксидгидролаза. Вопросы питания, № 6, ноябрь-декабрь, 1990, с.61-64.

27. *Усков Г.В.* Комплексная коррекция модифицируемых факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний у стќдентов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура, № 4(44), 2005, с.146-149

28. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К. и др*. Предпосылки и основые положения санокреатологической теории питания челевека. III. Санокреатологическая теория питания человека. Известия АНМ. Науки о жизни. 2011. №2, с.15-16,18.

29. *Фурдуй Ф.И., Вуду Г.А. и др.* Периодизация постнатального развития ребенка. Buletinul AŞ RM. Ştiinţe biologice şi chimice. 1995, №4, с.38-44.

30. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. и др.* Предпосылки и основые положения санокреатологической теории питания челевека. Анализ современных теории и систем питания человека с позиции санокреатологии. Известия АНМ. Науки о жизни. 2010. №1(310), с.4-22.

31. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф.* Преждевременная общебиологическая деградация современного общества, регулирование его воспроизводства, саногенное питание и пути их решения – важнейшие межгосударственные проблемы. Итоги науки. Том 3, Избранные труды Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. М.: РАН, Глава 6. 2014, с.85-112.

32. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф.* Три важнейшие проблемы физиологии и санокреатологии, детерминирующие состояние здоровья общества. Пути их решения. В: Научные труды IV съезда физиологов СНГ, Сочи-Дагомыс, Россия, 8-12 октября, 2014, с.19-20. ISBN 5-94255-017-9.

ИММУННАЯ СИСТЕМА В ПЕРИОД ВОЗРАСТНОЙ ДИМИНУАЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНОВ И СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

Булат Ольга

Институт физиологии и санокреатологии Академии Наук Молдовы

Rezumat

În articol sunt examinate conceptele şi datele experimentale referitor la diminuarea precoce şi de vârstă a funcţiilor sistemelor fiziologice, inclusiv a sistemului imun. Este analizat rolul hormonilor polipeptizi ai timusului, precum şi al altor componente hormonale şi structurale ale sistemului imun în degradarea precoce a organismului.

Cuvinte cheie: degradare precoce, diminuarea funcţiilor, sistemul imun, timus, limfocite B, limfocite T, immunoglobuline.

Depus la redacţie 21 aprilie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Valentina Ciochină, Institutul de Fiziologie şi Sanocreatologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: valentina.ciochina@gmail.com; tel. (+373 22) 73-71-42.

Проблема преждевременной диминуации функций и деградации жизненно важных органов и систем имеет много общего с проблемой старения, которая занимает умы ученых не одно столетие. С древних времён люди пытались предотвратить преждевременную диминуацию функций и наступление старости. Так, например, царица Клеопатра в этих целях принимала ванны из козьего молока, в Древнем Риме после окончания боёв гладиаторов, старики бросались на арену, чтобы умыться свежей, молодой кровью поверженных бойцов, а в средневековье над созданием волшебного эликсира молодости или философского камня трудились алхимики, медики, короли, простолюдины.

В наши дни, после того как работами в области санокреатологии было показано, что человечество подвергнуто преждевременной общебиологической и психической деградации, раннему старению, эта проблема приобрела особую актуальность. Ещё в 1980 году, Левинсон В. И. в предисловии к русскому переводу коллективной монографии «Иммунология и старение» писал: «Демографическая статистика показывает, что проблема старения ещё никогда не имела такого значения в жизни человечества, как в наши дни».

Несомненно, что старость как таковую можно рассматривать, как преждевременную морфофизиологическую деградацию, осложненную болезнями, дряхлостью и деформацией тела. Как пишет Ф.И. Фурдуй [21; 22], люди умирают не от старости, а от болезней. Если к распространённости неинвазивных болезней приобщить и масштабы заболеваемости населения инфекционными болезнями, и их осложнения, и прогнозируемую тенденцию увеличения хронических патологий, то становится очевидным, что современное общество физиологически преждевременно деградирует и является больным [21; 22].

Решением проблемы общебиологической деградации и преждевременной диминуации функций организма, занимается новая область в биомедицине –

санокреатология, основателем которой является академик Фурдуй Ф.И. Целью санокреатологии является целенаправленное формирование и поддержание физиологического, психического, физического и социального здоровья в соответствии с условиями жизнедеятельности, как на уровне индивида, так и на уровне популяций. Следует подчеркнуть, что сами авторы санокреатологии считают, что механизмы преждевременной общебиологической деградации организма человека имеют много общего с таковыми, детерминирующими старость [21; 22]. Исходя из этого, мы коснемся некоторых концепций и данных, имеющих общий характер, как для преждевременной деградации, так и для старения организма.

Мы постарались сгруппировать их в соответствии с природой механизмов, генерирующих процессы деградации и преждевременного старения организма, по значимости и по уязвимости физиологических систем, обратив особое внимание на роль иммунной системы.

Одна из первых концепций, касающаяся преждевременного старения, рассматривает процесс старения как простое изнашивание клеток и тканей [18].

Достаточное распространение получила гено-регуляторная концепция, согласно которой первичные изменения происходят в регуляторных генах - наиболее активных и наименее защищенных структурах ДНК. Предполагается, что эти гены могут определять темп и последовательность включения и выключения структурных генов, от которых зависят возрастные изменения в структуре и функции клеток. Однако прямых доказательств возрастных изменений ДНК не много. В последнее время высказывалось предположение о связи старения с участками ДНК, часть из которых сокращаются в размерах при старении. Близко к этой концепции находится молекулярно-генетическая концепция, в соответствии с которой возрастные изменения генетического аппарата рассматриваются либо как наследственно запрограммированные, либо как случайные, то есть преждевременная деградация и старение могут быть следствием запрограммированного закономерного процесса, либо результатом накопления случайных ошибок в системе хранения и передачи генетической информации [18].

На базе фундаментальных работ по изучению роли свободных радикалов, по установлению факторов, вызывающих их образование в организме, была разработана, так называемая, концепция свободных радикалов. Свободные радикалы могут причинить серьезный вред клеточным мембранам, а также молекулам ДНК и РНК, что становится определяющим фактором биологической деградации и старения [18].

Среди геронтологов широкое распространение получила адаптационно-регуляторная концепция старения, разработанная В. В. Фролькисом которая опирается на общее представление об изменениях саморегуляции организма на разных уровнях его организации. Вследствие этих процессов имеют место сдвиги адаптивных возможностей жизненно важных систем и организма в целом. Благодаря неравномерному характеру этих возрастных изменений, приспособительные механизмы развиваются на разных уровнях жизнедеятельности, начиная с регуляторных генов. Ведущее значение в механизмах старения целостного организ-

ма придается изменениям нейрогуморальной регуляции. Считается, что с генно-регуляторной концепцией эти положения могут составить основу адаптационно-регуляторной теории старения [18].

Несомненно, следует указать на роль генетических факторов в процессе преждевременной деградации и старения организма, в структуре которого под влиянием многочисленных воздействий окружающей среды, накапливаются дефекты в генетической программе развития организма, что, в конечном счете, приводит к различным нарушениям строения и функций организма.

Учитывая значимость эндокринной и иммунной систем в жизнеобеспечении организма, естественно, была ожидаема разработка концепции о роли этих систем в развитии преждевременной деградации и старении организма. Последняя связывалась с изменениями функций не какой-либо одной железы, а всей эндокринной системы в целом и в комплексе с иммунной системой. При этом имеется в виду снижение функций указанных систем, вследствие чего, организм становится более восприимчивым к различным факторам внешней среды, к ряду заболеваний. Ослабление функции иммунной системы, в частности лимфоцитов, предопределяет и снижение потенциальной способности к делению клетки. При этом особая роль отводится гипоталамусу, оказывающему первичное регулирующее влияние, как на эндокринную, так и на иммунную систему.

Установлено, что с возрастом наблюдается прогрессивное угнетение всех звеньев иммунной системы, снижается её гомеостатическая функция, направленная на поддержание антигенного постоянства внутренней среды организма, с параллельным нарастанием аутоагрессивных тенденций [4; 8], что способствует повышению заболеваемости злокачественными новообразованиями, снижению резистентности к инфекциям и более частому возникновению аутоиммунных нарушений [2; 9; 11; 23].

Считается, что инволюция тимуса, начинающаяся при половом созревании, является основным возрастным изменением иммунной системы. Она состоит в прогрессивной потере клеточной структуры с истощением лимфоидного пула клеток в зонах коры и кистозными изменениями эпителиальных клеток. Они являются источником различных пептидов, вовлекаемых в дифференции лимфоидных клеток (Т-клетки), выход дифференцированных Т-клеток снижается с увеличением возраста. Прогрессивно снижается синтез и секреция полипептидных гормонов тимуса, таких как тимозин, тимопоэтин и тимулин. Считается установленным, что снижение эндокринной активности тимуса играет ключевую роль в возрастных дисфункциях иммунной системы, поскольку заместительная терапия введением гормонов способна восстановить различные иммунные функции в старости [2; 8; 11].

Инволютивные изменения тимуса и периферических лимфоидных структур проявляются путем модификации архитектоники морфологических элементов, нарушения синтеза и секреции сигнальных молекул, снижения пролиферативного потенциала иммунных клеток, что сопровождается уменьшением численности популяций иммуноцитов в биологических жидкостях [1].

При преждевременной деградации и старении снижается иммунный ответ, как результат уменьшения количества накапливающихся антитело-продуцентов,

но не наблюдается снижение синтеза антител отдельными плазматическими клетками [16]. При этом нарушаются функции различных звеньев иммунной системы, более всего страдает система Т-лимфоцитов. Общее количество Т-клеток в периферической крови в старости снижается, наблюдаются четкие различия в относительном количестве подтипов Т-клеток. Количество незрелых лимфоцитов Т-предшественников увеличивается с возрастом, так же как и процент частично активированных Т-лимфоцитов, несущих маркеры незрелого фенотипа тимуса. Наблюдается относительное увеличение цитотоксических супрессорных Т-клеток и уменьшение количества Т-хелперов. Функциональные дефекты клеточно-опосредованного иммунитета коррелируют с уменьшением популяции хелперов/индукторов. Клетки, полученные от старых людей или лабораторных животных, менее способны к ответу в пробах с аллогенными лимфоцитами, фитогематогглютинином, конканавалином А и растворимым антигеном. Лимфоциты более старых мышей обладают меньшей способностью вызывать реакции отторжения, чем те, которые получены от более молодых особей тех же инбредных линий [2; 5; 7; 10; 11; 15]. Ослабление хелперной и эффекторной функции Т-клеток повышает восприимчивость к инфекциям [6; 12, 20]. Возрастное увеличение содержания в мембране Т-клеток холестерина приводит к нарушению их функции и ответа на регулирующие сигналы [2].

Ведущим механизмом старения соматических тканей является снижение их клеточного самообновления. Снижение потенциала клеточного роста соматических тканей при старении определяется изменениями в системе Т-лимфоидной регуляции роста и деления [14].

С возрастом наблюдается снижение пролиферативного потенциала лимфоцитов, связанное с уменьшением длины теломеров, концевых фрагментов ДНК, необходимых для репликации генома делящейся клетки [1].

Труднее выявить возрастные изменения гуморального иммунитета (функция В-клеток). Исследования влияния возраста на продукцию антител дают противоречивые результаты, возможно, из-за широкой вариабельности этих показателей, характерной для стареющих индивидуумов. Однако твердо установлено, что старение значимо ассоциируется с присутствием различных антител, особенно антител против ядерных антигенов. Получены также доказательства, что старение влияет на скорость продукции антител активированными В-клетками [2]. На фоне стабильности общего числа В-лимфоцитов продукция антител к гетерологичным антигенам значительно снижается, причем, в основном страдает ответ на тимусзависимые антигены [6; 7; 15].

С возрастом также развивается дисбаланс основных классов иммуноглобулинов, что проявляется снижением в крови концентрации IgM, тенденции к увеличению IgA и IgG. Вследствие этого у пожилых людей нарушаются механизмы элиминации антигена, снижается противомикробная защита [3; 12; 20].

Снижение активности иммунной системы с развитием преждевременной деградации и с возрастом позволяет оценить эти состояния как тип иммунодефицита. При этом развивается количественный дефицит клеток предшественников, стволовых клеток, Т- и В-лимфоцитов, уменьшается кооперация Т-хелперов,

цитотоксических клеток, лимфоцитов, обладающих супрессорной активностью, снижается функциональная активность всех клеток [19].

Вместе с тем, следует признать что, хотя в последнее время изучению иммунной системы уделяется всё больше и больше внимания, о чем свидетельствует то, что во многих странах создаются научно-практические общества по иммунологии, в международном плане проведены двадцать один Всемирный конгресс по иммунореабилитации, начали издавать специальные научные журналы, многие вопросы, касающиеся роли иммунной системы в обеспечение здоровья человека, остаются нерешенными. Среди них, специфика направленного регулирования функции иммунной системы в различные возрастные периоды жизни человека, зависимость её активности от различных алиментарных факторов, особенно в уязвимые этапы жизнедеятельности организма.

Таким образом, на развитие преждевременной деградации и старения организма влияет:

1) преждевременная диминуация функций и деградация жизненно важных органов и систем организма;

2) нейро-гуморальное нарушение морфо-функциональной активности иммунной системы;

3) снижение функциональной активности как клеточного, так и гуморального иммунитета.

Литература

1. *Альтман Э.Д., Зурочка А.В., Теплова С.Н., Давыдова Е.В. Альтман Д.Ш.* Характеристика клеточного иммунитета мукосаливарной зоны у лиц зрелого, пожилого и старческого возраста.// Медицинская иммунология, 2011, т.13, № 2-3, с. 167-174.

2. *Анисимов В.М.* Молекулярные и физиологические механизмы старения. 2008. т. 2, СПб: Наука, 481 с.

3. Булат О. Влияние рациона питания с различным содержанием белков, углеводов и жиров на иммунный статус старых крыс. //Materialele congresului VII al fiziologilor din Republica Moldova. Chişinău, 2012, p. 193-198.

4. *Бутенко Г. М., Андрианова Л. Ф.* Иммунореабилитация в геронтологии. // Пробл. старения и долголетия, 1993, № 1, с. 63-69.

5. *Виленчик М.М.* Биологические проблемы старения и долголетия. М.: Знание, 1987. 224с.

6. *Галактионов В.Г.* Иммунология. М.: Изд-во МГУ, 1998. 480с.

7. *Змушко Е.И., Белозеров Е.С., Митин Ю.А.* Клиническая иммунология. СПб.: Питер, 2001. 506 с.

8. Иммунология и старение. /Под ред. Макинодана Т., Юниса Э. /М.: Мир, 1980. 280 с.

9. Клиническая иммунология. /Под ред. А.М. Земскова /М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. 320 с.

10. *Коротяев А.И., Бабичев С.А.* Медицинская микробиология, иммунология и вирусология. СПб.: СпецЛит, 2008.767 с.

11. *Пальцев М.А. и др.* Нейроиммуноэндокринные механизмы старения. // Успехи геронтологии, 2009, т. 22, № 1, с. 24-36.

12. *Парахонский А. П.* Нарушение иммунной системы у пациентов пожилого возраста при опухолевом процессе. // Современные наукоемкие технологии, 2005, № 1, с. 113-114.

13. *Парахонский А. П.* Показатели иммунитета в оценке биологического возраста. // Фундаментальные исследования, 2005, № 7, с. 77-78.

14. *Парахонский А. П.* Роль иммунных механизмов в старение. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2011, № 6, с. 74.

15. *Парахонский А. П.* Старение иммунной системы. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2011, № 6, с. 73-74.

16. *Петров Р.В.* Иммунология. М: Медицина, 1987. 416 с.

17. *Погодина А.Б., Газимов А.Х.* Основы геронтологии и гериатрии. Ростов на Дону: Феникс, 2007. 253 с.

18. *Прощаев К.И., Ильницкий А.Н., Коновалов С.С.* Избранные лекции по гериатрии. СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК,2008. 778 с.

19. *Санникова Т.Е., Марчук Г.И., Романюха А.А., Яшин А.И.* Старение системы иммунитета и динамика смертности. Анализ роли антигенной нагрузки. //Успехи геронтологии, 2003, № 12, с. 91-98.

20. *Сергеева Е.В.* Состояние иммунитета у лиц пожилого возраста. //Экология человека. 2010, №5, с. 55-58.

21. *Фурдуй Ф. И. и др.* Причины преждевременной общебиологической деградации человека, пути ее предупреждения и решения проблемы здоровья с позиции санокреатологии. //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii, 2011, № 2 (314), с. 4-15.

22. *Фурдуй Ф. И.* Санокреатология – новая отрасль биомедицины, призванная приостановить биологическую деградацию человека. //Стресс, адаптация, функциональные нарушения и санокреатология. Кишинэу: Cartea Moldovei, 1999, с. 36-43.

23. *Хавинсон В.Х., Анисимов В.Н.* 35-летний опыт исследований пептидной регуляции старения. //Успехи геронтологии, 2009, т. 22. № 1, с. 11-23.

FIZIOLOGIA ŞI BIOCHIMIA PLANTELOR

INFLUENCE OF TRACE ELEMENTS ON THE VITIS VINIFERA L. RESISTANCE TO THE WINTERING

Veliksar Sofia, Toma S., Tudorache Gh., David Tatiana

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,
Academy of Sciences of Moldova

Rezumat

Primul complex autohton de microelemente Microcom-V, dedicat fertilizării foliară a viţei de vie, a fost testat în condiţii de teren pe 4 soiuri tehnice în comparaţie cu doi compuşi, ce conţin fier - $FeSO_4$ şi Dissolvine. Rezultatele obţinute în 4 experimente, efectuate în diferite condiţii pe parcurs de 4 ani (modificarea conţinutului de aminoacizi liberi, microelementelor, componenţilor fosforici şi glucidelor în frunze şi bobiţe, pigmenţi fotosintetici în frunze, creşterii şi maturizării lăstarilor, calităţii şi cantităţii strugurilor, rezistenţei la iernare) mărturisesc, că complexul de microelemente Microcom-V contribuie la optimizarea nutriţiei plantelor, îmbunătăţirea calităţii strugurilor, realizarea mai deplină a potenţialului genetic de rezistenţă la iernare.

Cuvinte-cheie: aminoacizi, glucide, nutriție a plantelor, elemente, rezistență la iernare.
Depus la redacţie 03 martie 2015

Adresă pentru corespondenţă: Veliksar Sofia, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova, e-mail: dechevas@rambler.ru, tel. (+373 022) 568157.

Introduction

The vineyards of Moldova constitute a major factor in agricultural productivity. However, long-term plant cultivation imposed by a monoculture such as the vineyards leads to soil exhaustion, decreased microbial activity in rhizosphere, and accumulation of pesticides products, such as copper and herbicides. In generally, vine is cultivated on the soils with low fertility due to its morphophysiological particularities, high level of plasticity and high adaptive potential. But such soils require permanent amelioration of the nutritive regime. Supply of grape plants with macro- and microelements, prevention and attenuation of deficiency of nutritive elements during vegetation period, increase of grape quantity and quality is possible through the foliar treatment of plants. The problem of fertilization is especially important for Moldova, because of high degree of soil degradation, slopes, and semi-arid conditions [6, 7]. Moreover, one of the basic limitative factors is trace element content that plays a very important role in many metabolic processes of plants [1, 3, 7, 8].

Foliar fertilization plays an important role as supplementary and compensatory fertilization due to the high degree of uptake and utilization of applied nutrients. Elaboration and utilization of the complex compounds for fertilization predominates actually in the world. Taking into account the insufficient supply of soils in our region with mobile forms of microelements Fe, B, Mn, Zn etc [9-11], as well as their high necessity for perennial plants, a special complex of trace elements **Microcom-V** was created in the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the Academy of Sciences of Moldova (Patent MD: 2654).

From the other hand, vine is frequently injured by the critical negative temperatures during the winter period. The majority of the varieties cultivated in the country, possess an enhanced genetic potential of producing capacity and a relative resistance to frost. An eloquent objective provided for both intensive and ecological technologies within the strategies of a durable agriculture development in view of production of stable and high quality yields is to ensure the most complete realising of this potential. The multiple studies [3, etc.] have demonstrated that plant responses to stress are accompanied by accumulation of N-containing compounds (proline and other amino acids, polyamine compounds) and hydroxyl compounds (soluble glucoses, oligosaccharides, sorbitol, inositol etc.). The problem is to provide evidence demonstrating the impact of nutrients in this process. A specific trace element complex Microcom-V has been developed for this purpose.

This multiannual study has been conducted to elucidate the impact of the specific complex of trace elements Microcom-V on some metabolic processes and productivity. The main objective of this article is the evaluation of some physiological aspects of the influence of Microcom-V on metabolic processes, resistance to wintering and productivity of technical varieties of grape.

Materials and methods

The researches have been performed under field conditions (central region of Moldova) on the technical varieties of grape (Codrinschi, Aligote, Traminer, Chardonnay) during calendar years 2007 - 2011. Three sources of trace element were used for plants foliar fertilization: $FeSO_4$, Dissolvine and Microcom-V. Dissolvine - universal fertilizer for the prevention and remedying of micronutrient deficiencies in plants (manufactured in the Netherlands). The last one - Microcom-V- was created in Moldova; it contains 6 especially necessary for grape trace elements (Fe, Mn, B, Zn, Mo, Ni, Co) in optimal combination. The foliar treatment by the micro fertilizers was performed 3 times – before flowering and at the stage of intensive growth with an interval of 12 to 14 days. Water treated plants were used as control. Working solutions for spraying: $FeSO_4$ and Dissolvine – 0,3%, Microcom-V – 0,15%.

Leaves for analyses were collected three and six days after the foliar treatment, then thoroughly rinsed with water, allowed to dry and used for analysis. The berries were collected in two steps (at two stage) - at the beginning of their maturation and at full maturity, rinsed with water, allowed to dry and analyzed.

The following analytical methods were used to determine: the content of free amino acids - using an AAA-300 analyzer, the carbohydrate content - according to Bertan; photosynthetic pigments content- using ethanol extraction [4], trace elements content - using an atomic absorption spectrophotometer Perkin Elmer after dry digestion at 480°C. The results were analyzed statistically according to Statistica-7.

Results and discussions

The content of sugar, free amino acids (FAA) and phosphoric compounds in grape leaves. The total sugar content in grape leaves changes quite significantly during the vegetation. The analyses performed three and six days after foliar fertilization of plants demonstrate that plant foliar treatment with Fe-containing solutions contributes to decrease of sugars in leaves immediately after treatment (after the first three-four days) and a subsequent increase in leaves and grape berries (after the 6th day). A dynamics evaluation of the sugar content in vine leaves after the foliar fertilization by trace elements has demonstrated that it increases in the course of vegetation (Table 1). The most favorable effect has been obtained after the treatment with the trace element complex Microcom-V. Comparison of two- and three-fold foliar fertilization of plants by micronutrient complex Microcom-V showed that more effective is a three-fold processing. A concomitant increase of starch in shoots after fertilization of plants with Microcom-V indirectly denotes an intensification of synthetic processes in plants.

Table 1. The content of sugar in vine leaves and berries, mg/100mg d. w., cv. Aligote.

Treatments	leaves			berries
	6 days after I foliar treatment	6 days after II foliar treatment	6 days after III foliar treatment	before harvesting
Control	0,67	0,80	2,40	18,77
$FeSO_4$	0,93	1,13	3,06	17,77
Dissolvine	0,67	0,87	2,73	18,23
Microcom- V	1,07	1,33	3,46	19,67

The total content of FAA in plant tissues is a quite variable indicator and depends on many factors including the plant condition, vegetation stage, nutrition conditions etc. Determination of FAA in dynamics demonstrate that it decreases in leaves three days after foliar fertilization, especially that of the non-essential ones, and increases after six days. Treatment of plants with trace element solutions maintains the total level of FAA at a high level (Table 2).

The amino acid composition of grapes depends on the variety and growing conditions. According to numerous investigations the chemical composition of fertilizers is possibly to adjust by the nutrition of the vine and to get the grapes, corresponding to a particular type of wine. The quantitative and qualitative changes are more pronounced after the third treatment. Utilization of Microcom-V was more beneficial.

Table 2. The content of free aminoacid (FAA) in vine leaves, mg/100mg d.w.

	6 days after 1st foliar treatment	**6 days after 2nd foliar treatment**	**6 days after 3rd foliar treatment**
Control	0,244	0,022	0,05
$FeSO_4$	0,262	0,024	0,103
Dissolvine	0,266	0,024	0,133
Microcom- V	1,823	0,028	0,164

The analysis of the qualitative content of FAA shows that the content of proline, valine, tyrosine, and phenylalanine increased under the treatments by trace elements. The content of glutamic acid + glutamine rises by 2-3 times after three days of treatment. It is well known, that accumulation of sugar and other compounds having a stress protective action is one of the mechanisms of plant resistance to the action of negative temperatures, as well as other stress factors [2, 5].

The amount of amino acids in grape berries at the beginning of maturation was 180,5 – 255,8, when fully ripe it rose to 250 – 448,2 mg/100 g fresh weight. In the variants with foliar micronutrient complex trend to more rapid increase in the amount of amino acids at the beginning of ripening was observed, when there is an intense flow of assimilates to the berries, and decline - in the ripe berries. The latter may be associated with more intense accumulation of sugars in comparison with the control plants, or increased protein synthesis. The data in the tab. 3 show the results of the determination of free amino acids in the berries of two grape cultivars in the stage of ripening, which demonstrate the positive effect of plant foliar fertilization. It is especially important the increase of essential amino acids amount that play a special role in human nutrition. This evidences about improving of the quality of berries under the influence of foliar fertilization of plants, in comparison with the control.

Tab. 3 .The content of free aminoacids (FAA) in vine berries, mg/100mg d.w.

Treatments	**cv. Traminer**		**cv. Codrinschi**
	Total sum of FAA	**Sum of indispensa-ble FAA**	**Total sum of FAA**
Control	0,066	0,0089	0,020
Microcom- V	0,083	0,0173	0,052

The importance of phosphorus for the activation of synthesis and transport processes in plants, as well as the role of this element for the formation and manifestation of the level of frost and wintering resistance of perennial plants is known. The influence of foliar treatment by Microcom-V on the content of phosphoric compounds in grape leaves was studied in 2007-2008. The carried out studies have revealed essential modifications in the content of some forms of these compounds in the vine organs after trace element treatment. A significant increase of the content of phosphorus lipids and nucleotides, acid soluble phosphorus and a significant reduction of etheric glucoses has been established. The obvious modifications found in the content of the phosphorus compounds after the plants fertilization by Microcom-V attest a beneficial effect of the microelements on enhancement of plant resistance to frost and winter conditions.

The content of photosynthetic pigments in grape leaves. The content of photosynthetic pigments in leaves is one of the important indicators of the plants status during the growing season. Determination of these indices in plant leaves revealed positive influence of plants foliar fertilization with micronutrients on plant photosynthetic activity. Compounds containing several trace elements - Dissolvine and Microcom-V - were more effective. The amount of chlorophylls *a* + *b* in leaves of those variants increases after foliar treatment by 9.47 and 11.0 % compared to the control (Table 4). Ratio of chlorophyll forms essentially did not change. It was observed the tendency to decrease of the carotinoides content after treatment with micronutrients. Fertilization of plants by Microcom-V maintains the content of chlorophylls at a higher level during the vegetation.

Table 4. The content of photosynthetic pigments in vine leaves after the treatment with Fe - containing compounds, v. Aligote, % f. w. (15.06.2009)

Variants	Chlor."a"	Chlor."b"	Sum a+b	Carotinoides
Control	0,516 ± 0,009	0,202 ± 0,005	0,718±0,009	0,302±0,004
$FeSO_4$	0,530 ±0,008	0,202 ±0,005	0,732±0,008	0,304±0,004
Dissolvine	0,573 ±0,005	0,213 ±0,005	0,786 ±0,011	0,286±0,005
Microcom-V	0,588 ±0,033	0,209 ±0,005	0,797 ±0,035	0,285±0,010

Plant productivity and resistance to wintering. The results of our long-term experiments on the different varieties of grapes in production conditions of Moldova shoved stimulating effect of foliar fertilization by Microcom-V on the metabolic processes in the grape leaves during the growing season. Improvement of metabolic processes contributed to increasing of plant productivity. A part of conducted records of grape yield under the influence of foliar fertilization by micronutrient complex Microcom-V is presented in table 5.

A beneficial action of the specific trace element complex on the yield volume and grape fruit quality has been detected. Depending on the variety and year conditions, the number of bunches from one bush grows by 103-120% as compared to control bushes. Some increase of bunches number is due to the foliar treatment before flowering that influenced the additional development of buds because of better mineral status of plants and improvement of leaf photosynthetic activity.

The average yield per bush increased by 108-148% compared to control plants, due to the various foliar fertilization by trace elements-containing fertilizers. Application of

Microcom-V contributed to the increasing of productivity by 109,7-140,9% compared to the control (depending on the conditions of year and variety).

Table 5. Effect of Microcom-V on the grape yield.

Treatment	The quantity of bunches	The average weight of bunches, g.	Average yield, kg/ bush
2007, cv. Aligote			
Control	48,86±3,22	144,44±7,50	7,05
Microcom-V	56,40±3,63	156,33±7,64	8,82
2008, cv. Codrinschi			
Control	38,03±2,15	189,17±11,61	7,19
Microcom-V	42,10±1,97	240,54±11,04	10,13
2009, cv. Codrinschi			
Control	32,33±2,65	149,56±17,65	4,84
Microcom-V	33,05±2,67	160,58±15,51	5,31

Optimization of the metabolic processes during the plant vegetation under application of trace elements had influenced shoot growth and maturation. In the table 6 are summarized the results of the estimation of trace elements effect on the length and maturation degree in the shoots in 2009. The positive effect of the complex of trace elements Microcom-V is much more pronounced than Fe-containing substances ($FeSO_4$ and Dissolvine). Best shoot maturation provides a higher resistance of plants to conditions of wintering.

Table 6. Growth and maturation of vine shoots depending on the foliar treatment, October 31, 2009, cv. Codrinschi.

Treatment	Total mean shoot length, cm	Mean mature shoot length, cm	Shoot maturation degree	
			%	± to control
Control	134,5±6,13	110,4±4,73	82,1	
FeSO4	167,1±7,64	151,1±5,92	90,4	8,3
Dissolvine	152,3±5,34	131,7±3,41	86,5	4,4
Microcom -V	173,4±9,53	159,2±7,86	91,8	9,7

The state of buds after wintering in the plants treated with trace elements during the preceding vegetation period has been assessed. The data obtained in the years 2008 - 2009 demonstrate that buds viability on the plants treated during the preceding vegetation period by trace elements has increased significantly, and number of dead buds has decreased. The plants treated with Microcom-V or $FeSO_4$ saved the highest number of viable buds. Eloquent results have been obtained regarding the condition of vine buds after the action of critical negative temperatures in the winter of 2009-2010, which proves a significant increase of bud viability and reduction of the number of dead buds on the plants treated during the vegetation period with Microcom-V, Dissolvin, and $FeSO_4$ in comparison with the control (tab.7).

It has been found that the number of viable buds constituted only 38.39% in the control. In the plants treated with Microcom-V such index reached a value of 44.56%,

a significant increase of 16.07% being recorded. It should be also mentioned that a high number of injured buds was detected in the treated plants in comparison with the control. The high number of injured buds, in which the central bud died as a result of the frost action on January 26, but at least a lateral bud remained viable, developed in annual buds in the control treatment, while in the treated plants, the percentage made 23.59% of the number of the completely injured buds detected in January, 22.48% and 25.15% respectively. The action of the negative crucial temperature of -27°C has been found to provoke a loss of 39,13% of buds in the control, while in the treated plants it made - only 30.29%, which is by 22.59% lower in comparison to the control.

Table7. The grape buds state following the action of the temperature of -27°C, January 26, 2010, % , cv. Codrinschi.

Treatment	Viable buds		Injured buds		Lost buds	
	Total	% to the control	Total	% to the control	Total	% to the control
Control	38.39	100.00	22.48	100.00	39.13	100.00
FeSO4	40.15	104.58	28.68	127.58	31.17	79.66
Dissolvine	40.44	105.34	30.15	134.12	29.41	75.16
Microcom	44.56	116.07	25.15	111.88	30.29	77.41
LSD 0.5	3.07		5.33		6.63	
C I	2.03		3.53		4.4	

Content of trace elements in leaves and grapes. The content of trace elements in the grape leaves is one of the indices that testify about the conditions of plants mineral nutrition and stipulate the realization of potential of plants productivity and ecological resistance. It was showed that foliar treatment influenced first of all the concentration of introduced element in leaf blades of treated plants - Fe, Mn and Zn. The content of Cu decreased in comparison with the control plants. It is well manifested the antagonism between Fe and Cu, that was mentioned in our previous investigations as well. It is necessary to consider this in the elaboration of the technology of Microcom-V application on the vineyard.

As a rule, the content of trace elements in generative parts of plants is lower, than in vegetative ones. We determined the amount of trace elements Fe, Mn, Zn, Ni and Cu in the berries of three grape varieties (Traminer, Aligote and Codrinschy). To our knowledge, foliar fertilization of plants by micronutrient solution has not significant effect on the content of trace elements in grape berries. The weak tendency to increase of Fe and Mn quantity in berries of treated bushes was marked, that is very important to improve the process of fermentation and wine quality. Our data showed relatively high level of Ni in grape. After the foliar treatment with trace elements clear tendency to the efflux of Ni, Cu and Zn from generative parts was evident.

Conclusions

1. Foliar treatment of grape during vegetation period with the complex of trace elements Microcom-V induces more significant modifications in same metabolic processes in plants in comparison with two iron containing compounds – $FeSO_4$ and Dissolvine.

2. The modifications in the content of photosynthetic pigments, amino acids, carbohydrates, phosphorus compounds in vine leaves under the influence of micronutrients, especially the Microcom-V, were revealed.

3. The obtained results let to assume, that complex of trace elements Microcom-V led to optimization of plant nutrition, improving grape quality, fuller realization of genetically based potential of productivity and winter resistance.

References

1. *Alloway Brion*. Micronutrient deficiencies around the world: current situation and outlook. //New Ag. International, Murch: 2006. p. 26-41.

2. *Bohnert H. J, Nelson D.E, Jensen R.G.* Adaptation to environmental stresses. //Plant Cell 1995. V. 7. p. 1099–1111.

3. *Burzo I., Toma S.şi al.* Fiziologia plantelor de cultură. Ştiinţa. Chişinău, 2000. 438 p.

4. Foy, R H. Spectrophotometric determination of chlorophyll-a and phaeopigments in ethanol extractions. //Ann Bot Fennici. 1987.V. 18. p. 221-227.

5. *Mazzucotelli Elisabetta, Alfredo Tartari, Luigi Cattivelli and Giuseppe Forlani*. Metabolism of ϒ- amino butyric acid during cold acclimation and freezing and its relationship to frost tolerance in barley and wheat. //J. of Experimental Botany. 2006. V. 57(14). p. 3755-3766.

6. *Kuzneţov Vl.V. and Dmitrieva G.A.*. Plant physiology. M. 2006. 742 p. (In Russian)

7. *Toma S.I. and Veliksar S.G.* Ecology and application of fertilizers in viticulture. //Ecology and environmental protection. 1992. Romania. p. 63-65.

8. *Toma S., Veliksar S., Lisnic S., Lupan A.* Rolul microelementelor în optimizarea nutriţiei minerale, formarea rezistenţei şi productivităţii plantelor agricole.// Conferinţa corpului didactico-ştiinţific al USM "Bilanţul activităţii ştiinţifice în anii 2000-2002". Chişinău. 2003. p. 357-358 (In Romanian).

9. *Toma S., Lisnic S, Veliksar S.* Microelemente ca component al tehnologiilor fitotehnice. //Bul. Academiei de Ştiinţe a Moldovei. 2004. 1(292). p. 70-74 (In Romanian).

10. *Veliksar S.G., Syrcu R.F., Busuioc V.M. and Zemshman A. I.* Iron content in grape tissue when supplied with iron – containing compounds.// J. Plant Nutrition, 1995. V.18 (1), p. 117-125.

11. *Veliksar S.G., Toma S.I. Syrcu R.F. and Busuioc V. M.* Metabolism of chlorotic vine plants supplied by trace element containing compounds. //Acta Horticulture, 2000. Nr. 526. Proceeding of the Fifth International Symposium of Grapevine Physiology, p. 255-260.

MODIFICĂRI FIZIOLOGICE ASOCIATE CU SENESCENȚA NATURALĂ LA PLANTELE DE PORUMB

Anastasia Ştefîrţă, Melenciuc M., Aluchi N., Brînză Lilia, Leahu Ig., Buceaceaia Svetlana

Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Se ştie, că la plantele de porumb uscarea primelor frunze (1-5) după trecerea plantelor la etapa a VI-ea de organogeneză este un caz particular *de moarte fiziologică naturală*, sau programată. Aceste frunze pier chiar dacă plantele cresc în condiții favorabile.

Un proces asociat, şi care precedă moartea programată a celulelor este senescenţa. Până în prezent mecanismele ce stau la baza îmbătrânirii rămân a fi obscure. În acest sens scopul lucrării a constat în identificarea modificărilor fiziologice care au loc în timpul senescenţei naturale a frunzei a V-ea a plantelor de porumb crescute în condiţii optime de umiditate, nutriţie şi lumină. Investigaţiile indicilor fiziologici s-au efectuat pe frunza a V-ea juvenilă, - la a X-ea zi după apariţia din pâlnia plantei, când suprafaţa ei atinge mărimea potenţială, precum şi la vârsta de 30 zile, când 1/3 din suprafaţa frunzei era deja uscată. S-a stabilit, că procesul de senescenţă naturală a frunzei a V-ea a plantelor de porumb este asociat cu schimbări profunde şi semnificative în status-ul apei, conţinutul de pigmenţi, procesul de asimilaţie şi este declanşat de pierderea capacităţii de reţinere a apei, deshidratare şi formarea excesivă a SRO, pierderea capacităţii antioxidante, cu consecinţe asupra destrucţiilor oxidative ale structurilor celulare.

Cuvinte-cheie: plante, senescenţă, status-ul apei, specii reactive de oxigen, enzime antioxidante, pigmenţi, fotosinteză.

Depus la redacţie 06 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Ştefîrţă Anastasia, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD 2002, Chişinău, Republica Moldova; e-mail: anastasia.stefirta@gmail.com

Introducere

Viaţa oricărui organism multicelular este însoţită, practic permanent, de moartea multor celule. Cauzele acestui fenomen pot fi diferiţi factori de natură endogenă sau agenţi nefavorabili din mediul extern. Astfel de moarte este întâmplătoare, sau poate fi strict predeterminată, fiind genetic condiţionată. Acest fenomen natural este primar codificat în genom şi reprezintă o condiţie obligatorie şi parte componentă a ontogenezei, realizându-se la o anumită etapă de dezvoltare. Pieirea genetic determinată a celulelor, ţesuturilor sau chiar a organelor plantei se consideră *moarte fiziologică naturală*, sau programată (MPC). Un proces asociat, şi care precedă, moartea programată a celulelor este senescenţa atât a organelor vegetative, cât si celor reproductive. Senescenţa, si apoi moartea sunt fazele terminale în dezvoltarea tuturor organelor plantei (rădacină, tulpină, frunze, flori).

Senescenţa naturală are loc după maturarea organelor, dar poate fi influenţată dramatic de condiţiile mediului. La plante senescenţa presupune şi salvarea şi redistribuirea metabolitilor, eliberaţi din celulele organelor senescente, în mod special a rezervelor de azot şi fosfor [11]. Materialul eliberat la faza de senescenţă naturală a unor organe poate fi astfel convertit în nutrienţi transportabili pentru suplinirea creşterii altor organe [11]. Până în prezent însă mecanismele ce stau la baza îmbătrânirii rămân a fi obscure. Nu se cunoaşte exact cum decurge programul senescenţei. În ultimul timp tot mai multe dovezi [9;19] apar în susţinerea ipotezei că speciile reactive de oxigen (SRO), în special H_2O_2, sunt implicate ca *factor cheie* în medierea programată a moartei celulelor (MPC). Speciile reactive de oxigen (SRO), inclusiv, H_2O_2 exogen, induce moartea celulelor într-o manieră dependentă de doză şi de timp [7]. Date, privind procesele de semnalizare intracelulare prin medierea H_2O_2 a reacţiilor de răspuns, ce duc la moartea celulelor, sunt foarte puţine [19]. Până în prezent *nu este clară* încă *cauza formării abundente a SRO şi diminuării activităţii sistemelor de protecţie antioxidantă.*

În acest sens s-a preconizat de *identificat modificările fiziologice care au loc în timpul senescenței naturale a frunzei a V-ea a plantelor de porumb crescute în condiții optime.*

Materiale şi metode de cercetare

Se ştie, că la plantele de porumb uscarea primelor frunze (1-5) după trecerea plantelor la etapa a VI-ea de organogeneză este un caz particular *de moarte programată a celulelor*. Aceste frunze pier chiar dacă plantele cresc în condiții favorabile. Deaceea investigațiile indicilor fiziologici s-au efectuat pe plante crescute în condiții optime de umiditate și nutriție pe frunza a V-ea juvenilă, - la a X-ea zi după apariția din pâlnia plantei, când suprafața ei atinge mărimea potențială, precum și la vârsta de 30 zile, când 1/3 din suprafața frunzei era deja uscată.

Parametrii status-ului apei s-au determinat prin metode clasice [33; 27]; intensitatea transpiraţiei, intensitatea fotosintezei, conductibilitatea stomatelor - cu ajutorul analizatorului de gaze portativ LCA-4. Testarea intensităţii oxidării peroxidice a lipidelor s-a efectuat prin determinarea produsului final – conţinutului di-aldehidei malonice [32]. Activitatea enzimelor-cheie de protecţie antioxidantă s-a determinat prin metoda spectrofotometrică: SOD - prin metoda [35]; CAT - prin metoda [3] prin determinarea spectrofotometrică la λ 240 nm a descompunerii H_2O_2 ; GwPX - după intensitatea oxidării guaiacol (2 – metoxi – fenol) ca donator de hidrogen în prezenţa H_2O_2, la λ 470 nm; APX – prin monitorizarea ratei de oxidare a ascorbatului la λ 290 nm [17]; GR - prin reducerea glutationului oxidat în prezenţa $NADP{\cdot}H_2$, λ 340 nm [21]; GPX – prin oxidarea glutationului redus, 260nm [34]; conţinutul pigmenților asimilatori – prin metoda spectrofotometrică [31]. Omogenizarea materialului vegetal, fixat în azot lichid, şi extracţia – conform descrierii [10] . Diferenţele între variante s-au documentat prin analiza statistică a datelor, utilizând setul de programe “Statistica 7” – ANOVA, pentru computere.

Rezultate și discuții.

După cum se menționează în lucrările științifice pe problema dată, senescența frunzelor este un proces de dezvoltare și este în linii generale controlat de numeroase elemente de reglare [12]. Dezvoltarea vegetativa este dependenta de MPC altor organe. Davies P.J și Gan S. [4] la fel au demonstrat, că la nivel de organism, senescența naturală a plantelor include trei procese coordonate, care, după părerea autorilor, nu pot fi considerate ca un sindrom deplin și desăvârșit: 1 - încetarea creșterii și senescența meristemei apicale a lăstarului; 2 – senescența frunzelor; 3 – inhibarea creșterii mugurilor axilari. Aceste procese coincid cu redirecționarea resurselor de la creșterea vegetativă la creșterea reproductivă, combinată cu retragerea din frunze a nutrienților, în deosebi, a compușilor azotului, și cu transferul acestora spre semințele în dezvoltare. Startul proceselor de senescență este cauzat de schimbarea expresiei anumitor gene în faza reproductivă. Continuarea transferului resurselor și senescenței este cuplată cu reglarea hormonală și cu schimbări continue în expresia genelor [4]. Dar după cum menționează însăși autorii, nu se cunoaşte exact cum decurge programul senescentei. Celulele în procesul îmbătrânirii suferă reorganizări interne și sunt active metabolic, însă unele căi metabolice sunt activate, iar altele inhibate. În frunze au loc schimbari dramatice în organite, în particular, în plastidele mezofilului. Cloroplastele mezofilului frunzei rediferentiază în gerontoplaste și, respectiv, cromoplaste. În procesul de senescență,

ţesuturile fotosintetizatoare şi peroxizomii sunt concentraţi în organite noi numite glioxizomi. Prin urmare, *senescenţa nu este o simplă formă de necroză, ci un proces programat.* Aceste schimbări ultrastructurale sunt acompaniate de schimbări biochimice - degradarea clorofilei şi depozitului de proteine. Celulele mezofilului frunzei a V-ea rămân viabile până când aproape toate resursele frunzei au fost transportate în alte părţi ale plantei. Conform relatării [4] după transformările plastidelor şi a altor organite, frunzele senescente *rămân turgescente*, ceea ce denotă integritatea membranelor şi compartimentelor celulare. Autorii consideră că *pierderea turgescenţei* urmată de moartea celulelor este un eveniment *târziu* în programul de senescenţă naturală. Însă datele obţinute de noi în cadrul studiului curent denotă apariţia unor schimbări veridice în status-ul apei la începutul senescenţei frunzei a V-ea a plantelor de porumb chiar în condiţii de umiditate optimă. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1.Modificarea parametrilor status-ului hidric în frunza a V-a a plantelor de porumb în condiţii optime de umiditate în funcţie de vârstă.

Parametri	**Vârsta frunzei a V-ea, zile**		**Δ, % de la valoarea iniţială**
	juvenile	senescente	
	M ± m	**M ± m**	
Conţinutul de apă, g în 100g m.p.	82,83±0,52	79,91±0,18	-3,53
Deficitul de apă, % de la saturaţia deplină	5,02±0,11	6,35±0,13	+26,49
Capacitatea de reţinere a apei, apa pierdută, % din conţinutul iniţial	7,97±0,24	14,48±0,50	+81,68
Intensitatea transpiraţiei, mmol $\cdot m^{-2} \cdot sec^{-1}$	4,80± 0,02	3,86 ± 0,06	-19,58
EUA, mmol $CO_2 \cdot mmol^{-1} H_2O$ *	4,55 ± ,07	2,51 ± 0,04	-44,84

**** - eficienţa utilizării apei***

Iniţierea procesului de senescenţă şi MPC a ţesuturilor este asociată cu deshidratarea veridică a mezofilului frunzei, majorarea deficitului de saturaţie şi diminuarea gradului de hidratare a biocoloizilor protoplasmei. Aceste schimbări sunt condiţionate de diminuarea capacităţii de reţinere a apei. Viteza de pierdere a apei din ţesuturile pe parcurs de îmbătrânire se măreşte cu circa 80% comparativ cu capacitatea de reţinere a apei frunzelor tinere. Ca urmare a deshidratării ţesuturilor frunzei are lor reducerea transpiraţiei cu circa 20% comparativ cu intensitatea procesului la frunzele tinere, semnificativ scade eficienţa utilizării apei, cu consecinţe asupra proceselor metabolice. Prin urmare, iniţierea proceselor de senescenţă naturală este asociată cu pierderea capacităţii ţesuturilor de menţinere a homeostazei apei, cu apariţia deficitului de saturaţie şi diminuarea turgescenţei celulelor.

Din datele obţinute anterior [22;23] reiese, că deshidratarea organelor plantei conduce la supraproducerea SRO, care sunt un declanşator al procesului de oxidare peroxidică a lipidelor (OPL). Se consideră, că anume OPL este mecanismul ce declanşează senescenţa prematură a frunzelor [6; 18]. OPL poate fi iniţiată de radicalii liberi, în special, de H_2O_2, care, la rândul său, reacţionând cu superoxid radicalii, formează hidroxili radicali mult mai agresivi [13]. După părerea Triantaphylides

Ch. şi coaut. [26], rolul major în senescența și moartea celulelor din țesuturile frunzelor revine nu peroxidului de hidrogen, ci oxigenului singlet. În condiţii optimale de creştere în țesuturile frunzelor oxigenul singlet ($^1O_2$) provoacă mai mult de 80 % din OPL non-enzimatică şi conduce la o creştere dramatică a OPL, care precedă moartea celulelor [26]. În investigațiile noastre din lucrarea recentă s-a demonstrat, că pe măsura îmbătrânirii ţesuturilor frunzei a V-ea, chiar în condiţii de umiditate optimă, se intensifică semnificativ procesele de formare a SRO şi de oxidare peroxidică a lipidelor (tab. 2).

Tabelul 2. Modificarea conținutului SRO și protecția antioxidantă în frunza a V-ea a plantelor de porumb în condiții optime de umiditate în funcție de vârstă.

Parametri	Vârsta frunzei a V-ea, zile		Δ, % de la valoarea inițială
	Frunza juvenilă	Frunza senescentă	
	M ± m	M ± m	
Conţinutul DAM, mkM · g^{-1} s. p.	21,91 ± 0,75	31,80 ± 0,73	+45,14
Activitatea SOD, un. conv. g^{-1} s. p.	31,95 ± 0,97	35,61 ± 0,78	+11,59
Activitatea CAT, mmol g^{-1} s. p.	1,78 ± 0,008	2,33 ± 0,007	+30,89
Activitatea APX, mmol · g^{-1} s. p.	3,96 ± 0,006	4,77 ± 0,008	+20,45
Activitatea GlRed., mmol · g^{-1} s. p.	103,59 ± 0,78	143,00 ± 0,94	+38,04
Activitatea GlPX, mmol · g^{-1} s. p.	67,44 ± 0,48	98,30 ± 0,54	+45,76
Activitatea GwPO, mmol · g^{-1} s. p.	91,38 ± 1,23	118,87 ± 1,61	+30,08

S-a înregistrat o majorare a produsului final al OPL - DAM cu 45,15 % faţă de conţinutul acestuiea în ţesuturile tinere. Dar totodată se intensifică într-o oarecare măsură activitatea enzimelor antioxidante ca componente indispensabile a mecanismelor de eliminare a surplusului SRO şi de prevenire a OPL. Datele prezentate în tabelul 2 demonstrează intensificarea semnificativă a complexului enzimatic de anihilare a SRO: activitatea superoxiddismutazei (SOD) creşte cu 11,59 la sută, a CAT şi GR – cu circa 30 la sută; APX – cu 20,45 pe când activitatea GwPX se intensifică cu 30,08 %, ceea ce indirect *demonstrează majorarea rigidității pereților celulari și stoparea creșterii*. Din datele obţinute de noi se întrevede o *discordanță* în activitatea enzimelor de protecție de la SRO și *pierderea capacității de protecție antioxidante* în timpul senescenței naturale, ceea ce conduce la majorarea DAM. Analiza comparativă a gradului de schimbare a DAM la îmbătrânire, care se majorează de 1,45 ori şi gradului de activizare a SOD, care creşte numai de 1,1 ori, permite de presupus, că superoxiddismutaza în ţesuturile în stare de îmbătrânire nu asigură eliminarea completă a SRO, care cauzează OPL cu formarea DAM (fig.1). Formarea SRO nu este pe deplin compensată de activizarea enzimei-cheie a protecţiei antioxidante. Totodată se ştie, că funcţionarea eficientă a SOD în mare măsură depinde de funcţionarea altor componente a sistemului de protecţie, în particular, a acelora, care neutralizează peroxidul de hidrogen (catalazele şi peroxidazele) şi enzimelor ciclului ascorbat - glutation.

Faptul, că enzimele principale de neutralizare a H_2O_2, format în urma activității SOD, î-şi măresc activitatea în măsură mai mare (de 1,44 ori) decât enzima producătoare de H_2O_2, permite de presupus, că în OPL la îmbătrânirea frunzei a V-ea sunt implicate nu

numai H_2O_2, dar şi alte SRO, cum ar fi oxigenul singlet ($^1O_2$), superoxid radicalul ($O_2^{\bullet-}$), perhydroxyradicalii ($HO_2^{\bullet-}$), etc. Aceste date susţin ideea formulată şi de alţi autori [2; 15], conform căreia în inițierea senescenței sunt implicate și alte SRO nu numai peroxidul de hidrogen. În lucrarea noastră s-a depistat şi o tendinţă de slăbire a relaţiilor enzimelor ciclului ascorbat - glutation. Raportul activităţii APX şi GR în frunza a V-ea până la îmbătrânire constituia 0,39, - în proces de îmbătrânire – 0,33. Acest decalaj se explică prin faptul, că conținutul ascorbatului și glutationului, principalii antioxidanți hidrofilici cu M_r mică din plante [8], depinde în mare măsură de gradul de hidratare a protoplasmei. În afară de aceasta, ascorbatul, glutationul şi carotenoizii, nu numai că limitează durata de viață a SRO, dar totodată, participă în căile de transmitere a semnalelor, care mediază răspunsul genic la apariţia oxigenului singlet în plante [20].

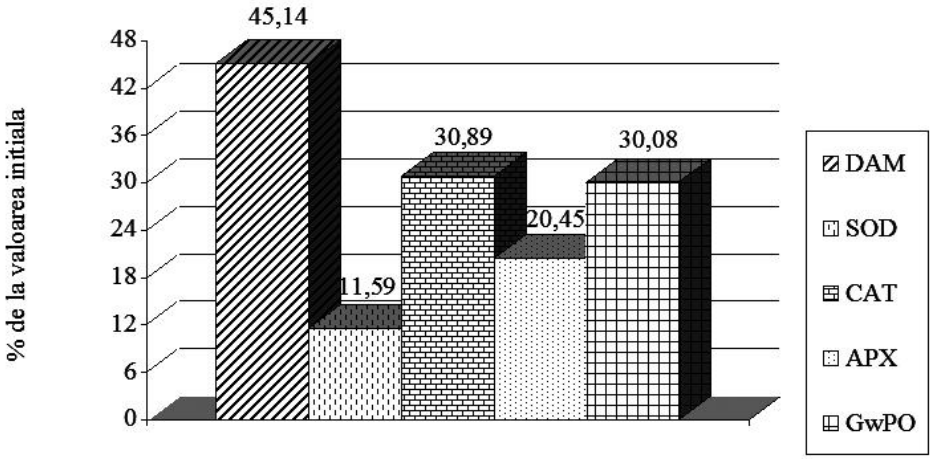


Fig.1. Gradul de modificare a conţinutului de DAM şi enzimelor antioxidante în frunza a V-a a plantelor de porumb în condiţii optime în funcţie de vârsta organului (% de la valoarea iniţială).

Cu toate datele contradictorii şi controversate privitor la efectul H_2O_2 comparativ cu $O_2^{\bullet-}$ în activarea senescenței și morții celulelor, este indiscutabil faptul, că SRO, mediate de deshidratare, reprezintă un agent de semnalizare care activează moartea celulelor genetic programată. Acest eveniment, însă, poate fi discutat şi prin prisma efectului direct al apei asupra gradului de hidratare şi activizare a moleculelor de AN [30]. Deshidratarea în mod direct poate influenţa expresia/inhibarea anumitor gene.

După cum a fost remarcat mai sus, procesul de îmbătrânire include degenerarea activă a celulelor și reciclarea nutrienților eliberați. Schimbările sunt însoţite de distrugerea completă a cloroplastelor şi catabolismul clorofilei şi macromoleculelor. Cloroplastele conțin până la 70 % din totalul proteinelor frunzei și la degradarea lor se produce nitrogenul care poate fi utilizat în alte organe. Materialul acumulat la faza creșterii frunzei poate fi astfel convertit în nutrienți transportabili pentru suplinirea creșterii altor organe [11]. Este demonstrat, că SRO cauzează degradarea clorofilei, OPL membranelor, destrucția cloroplastelor,- parametri care sunt utilizați în calitate de indicatori a destrucțiilor oxidative şi senescenţei plantei [29]. H_2O_2 din cloroplaste condiţionează închiderea stomatelor [28.] şi stoparea fotosintezei. În acest aspect cloroplastele sunt considerate senzori ai schimbărilor din mediul ambiant [16].

Simptomul cel mai evident al senescentei la frunze este pierderea treptata a culorii verzi, datorate conversiei clorofilei în clorofilidă, cu ajutorul clorofilazei.

Rezultatele analizelor schimbării conţinutului de pigmenţi asimilatori în frunza a V-ea cu certitudine au demonstrat diminuarea fondului de clorofilă pe măsura sinescenţei naturale a organului (fig.2).

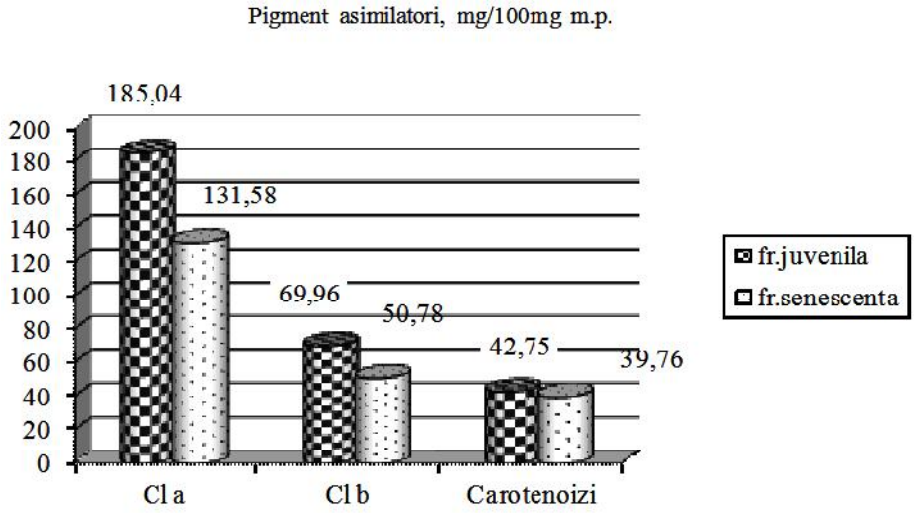


Fig. 2. Conținutul pigmenților asimilatori în frunza a V-ea în timpul senescenței naturale.

S-a înregistrat reducerea conţinutului clorofilei ***a*** cu 28,89% şi clorofilei ***b*** cu 27,40 %. Corespunzător s-a redus conţinutul total de pigmenţi asimilatori. Este important de menţionat, că conţinutul de carotenoizi, care reprezintă compuşi cu proprietăţi antioxidante, pe parcursul îmbătrânirii la fel scade, dar în măsură mai mică (cu ≠ 7,0 la sută) comparativ cu gradul de diminuare a pigmenţilor verzi. Destrucţia cloroplastelor şi reducerea semnificativă a pigmenţilor de asimilaţie inevitabil conduce la inhibarea procesului de fotosinteză. În mezofilul frunzei senescente intensitatea fotosintezei s-a redus cu 55,49 % comparativ cu intensitatea procesului de asimilaţie în frunzele tinere (fig.3). Atrage atenţie decalajul mare dintre gradul de diminuare a conţinutului pigmenţilor fotosintetici şi gradul de stopare a fotosintezei. Aceste deosebiri conduc la concluzia, că inhibarea procesului de asimilaţie pe parcursul îmbătrânirii este o urmare nu numai a distrugerii fondului de pigmenţi, dar şi a deshidratării cloroplastelor și închiderii stomatelor. Se ştie, că închiderea stomatelor conduce la diminuarea fotosintezei ca urmare a micşorării accesului dioxidului de carbon la nivelul cloroplastelor [1; 22; 25]. Analiza rezultatelor obţinute prin utilizarea analizorului de gaze portativ LCA-4 în experienţe realizate în condiţii de umiditate optimă scote în evidenţă deosebiri semnificative a conductibilităţii stomatelor în frunzele tinere şi senile cu impact negativ asupra intensității fotosintezei și transpirației (fig.3). Astfel, dacă conductibilitatea stomatelor frunzelor verzi constituea 0,21± 0,009 mmol · m^{-2} · sec^{-1}, atunci în frunzele senescente, cu conţinutul redus de clorofilă era numai de 0,15 ± 0,005mmol · m^{-2} · sec^{-1}, altfel fiind spus, conductibilitatea stomatelor pentru gaze s-a micşorat cu 28,57 %, iar intensitatea fotosintezei s-a redus cu 55,49 %. Îngălbenirea frunzelor şi rata descrescândă

a fotosintezei este considerată simptomul cel mai evident al senescenţei. Măsurarea schimbului de gaze, utilizată pentru estimarea diminuării capacităţii fotosintetice, în paralel cu diminuarea clorofilei, este folosită ca test al îmbătrânirii.

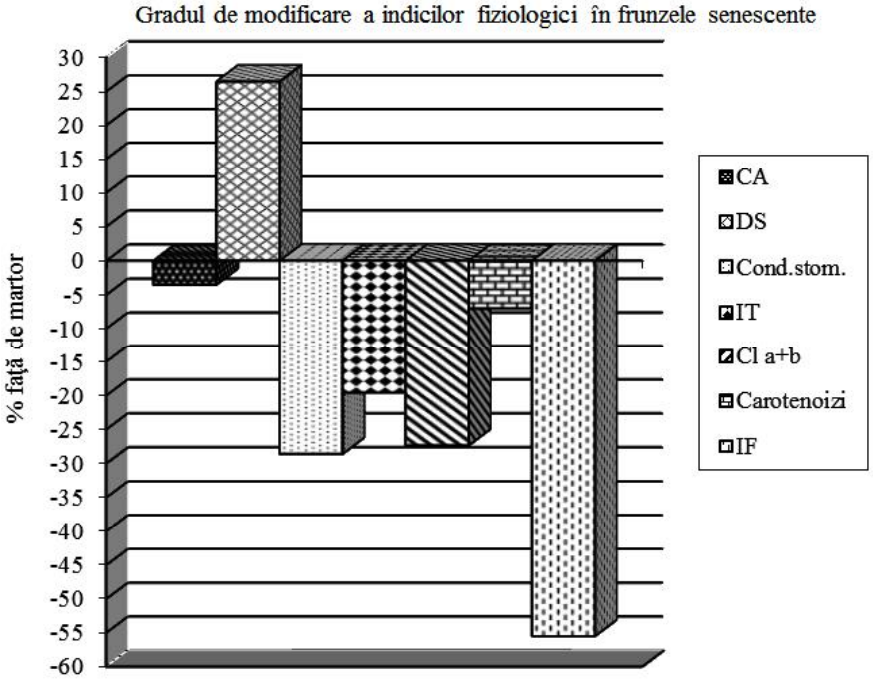


Fig.3. *Identificarea* modificărilor fiziologice care au loc în frunza a V-ea în timpul senescenţei naturale la plante, crescute în condiţii optime.

Prin urmare, *procesul de îmbătrânire naturală* a frunzei a V-ea a plantelor de porumb în condiţii optime de umiditate şi temperatură, ***este asociat*** cu schimbări profunde şi semnificative *în status-ul apei*, *conţinutul de pigmenţi*, *procesul de asimilaţie* şi ***este declanşat*** de *pierderea apei şi formarea excesivă a speciilor reactive de oxigen* cu consecinţe asupra destrucţiilor oxidative ale structurilor celulare. Se confirmă ideea, stipulată în literatura de specialitate, că formarea SRO, precedată de deshidratare, reprezintă agentul de semnalizare, care activează moartea genetic programată a celulelor. Totodată în timpul senescenţei naturale are loc o discordanţă în activitatea enzimelor de protecţie de la SRO şi o pierdere a capacităţii antioxidante.

În concluzie: Procesul de îmbătrânire naturală a frunzei a V-a a plantelor de porumb în condiţii optime de umiditate şi temperatură, este asociat cu schimbări profunde şi semnificative în status-ul apei, conţinutul de pigmenţi, procesul de asimilaţie şi este declanşat de pierderea apei şi formarea excesivă a speciilor reactive de oxigen, pierderea capacităţii antioxidante, cu consecinţe asupra destrucţiilor oxidative ale structurilor celulare.

Bibliografie

1. *Asada K* The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1999. 50. p. 601–639.

2. *Asada K.* Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. //Plant Physiology. 2006. 141. No. 2. p. 391 -396.

3. *Chance B., Machly A.* Assay of catalases and peroxidases. //Methods in Enzymology, S.P. Colowick and N.O. Kaplan (ed). N.Y.: Acad. Press. 1955. V. 2. p. 764-775.

4. *Davies P.J., Gan S*. Towards an Integrated View of Monocarpic Plant Senescence. // Journal of Plant Physiology 2012. 59. p. 476 - 478.

6. *Davies WJ, Kudoyarova G and Hartung W.* Longdistance ABA signaling and its relation to other signaling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plants response to drought. Journal of Plant Growth Regulation, 2005. 24. p. 285-295.

7. *Demirel T., Turkan I.* Comparativ Lipid Peroxidation, Antioxidant Defense System and Proline Content in Roots of Two Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. // Environ. Exp. Bot. 2005. 53. p. 247 -252.

8. *Desikan R.,Reynolds A., Hancock J.T., Neil S.J*. Harpin and hydrogen peroxide both initiate programmed cell death but have differential affects on defence gene expression in Arabidopsis thaliana susoension cultures. //Biochemical Journal. 1998. 330. no1. P. 115-120

9. *Foyer C. H. and Shigeoka S.* Undestanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis.//Plant Physiol. 2011. 155. p. 93 – 100.

10. *Jabs T.* Reactive oxygen intermediates as mediators of programmed cell death in plants and animals. //Biochemical Pharmacology. 1999. 57. No.3. p. 231 – 245.

11. *Keshavkant, S. and S.C. Naithani*. Chilling induced superoxide production, lipid peroxidation and leakage loss in *Shorea robusta* seedlings. Indian J. Plant Physiol., 2010. 15. p. 191-196.

12. *Lim P.O., Kim H.J., Nam H.G*. Leaf Senescence. //Annu. Rev. Plant Biol. 2007. 58. p. 115-136.

13. *Lim P.O., NamH.G.*The molecular and Genetic Control of Leaf Senescence and Longevity in Arabidopsis. //Curr. Top. Dev. Biol. 2005. 67. p. 49 – 83.

14. *LinJ-N. and KaoC.H.,* Effect of oxidative stress caused by hydrogen peroxide on senescence of rice leaves. //Bot. Bull. Acad. Sin. 1998. 39. p. 161-165.

15. *Mach J.M., J.T. Greenberg* . Free Radicals and Oxidative Stress.//Plant Cell Death Processes. 2004. Elsevier. Academic Press. Edited by L. D. Nooden. p. 203 – 214.

16. *Mittler R., Blumwald E.* Genetic engineering for modern agriculture: chalenges and perspectives.//Annual Review of Plant Biology. 2010. 61. p. 443-462.

17. *Munne-Bosch S., Queval G., Foyer Ch. H.* The Impact of Global Change Factors on Redox Signaling Underpinning Stress Tolerance. //Plant Physiology. 2013. 161. p. 5-19.

18. *Nacano Y., Asada K.* Hydrogen Peroxide Is Scavenged by Ascorbate Specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. //Plant Cell Physiol. 1981.V. 22. p. 867-880.

19. Neill S[1], Desikan R, Hancock J.Hydrogen peroxide signalling. //Curr Opin Plant Biol. 2002 nr. 5(5). p. :388-395.

20. *Pennell R.I., Lamb C*. Progammed cell death in plants. //Plant Cell. 1997. 9. No. 7. p. 1157-1168.

21. *Ramel F., Birtic S., Ginies C., et al.* Carotenoid oxidation products are stress signals that mediate gene responses to singlet oxygen in plants.//Proc Natl Acad Sci USA. 2012. 109. p. 5535 -5540.

22. *Schadle M, J.A. Bassham J.A.* Chloroplast glutathione reductase, Plant Physiol., 1977. 59. p. 1011-1012.

23. *Şişcanu Gh. Piscorscaia V.* .Relaţile donator – aceptor şi productivitatea plantelor de soia. Chişinău: Civitas, 2001, 163 p.

24. *Ştefîrţă Anastasia, Aluchi N., Melenciuc M., Buceaceaia Svetlana.* Senescenţa la plantele expuse secetei – proces natural sau patologic? //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. ISSN 1857-064X. Chişinău 2011. N 2. p. 89-98.

25. *Ştefîrţă A., Melenciuc M., Buceaceaia S., Brânză L., Aluchi N.* Interrelatiile status-ului apei si stresului oxidativ în organele plantelor de *Zea mays* L. în condiţii de secetă.

Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2012, nr. 3(318). p. 66-77. ISSN 1857-064X.

26. *Tardieu F. and Simoneau T.* Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modeling isohydric and anisohydric behaviours. Journal of Experimental Botany, 1998. 49:419-432.

27. *Triantaphylides Ch., Krischke M., Hoeberichts F. A.,et al*. Singlet Oxygen is the Major Reactive Species Involved in Photooxidative Damage to Plans. //Plant Physiology. 2008. 148. p. 960-968.

28. *Vasseu T.L., Sharkey T.D.* Mild water stress of Phaseolus vulgaris plants leads to reduced starch synthesis and extractable sucrose phosphate syntheses activity. //Plant Physiol. 1989. V. 89. p. 1066-1070.

29. *Wang W.-H., Yi X.-Q., Han A.-D., Liu T.-W., Chen J., Wu F.-H., et al*. Calcium-sensing receptor regulates stomatal closure through hydrogen peroxide and nitric oxide in response to extracellular calcium in *Arabidopsis*. J. Exp. Bot., 2012. 63. p. 177–190.

30. *Wise R.R., Naylor A.W.* Chilling-Enhanced Photooxidation. Evidence for the Role of Singlet Oxygen and Endogenous Antioxidants. //Plant Physiology. 1987. 83. PP. 278 – 28.2.

31. *Браун А.Д., Моженок Т.П.* Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы. Л.: Наука. 1987. 232 с.

32. *Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.* Методы биохимического исследования растений. //Под ред. Ермакова А.И.. 3 изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение. 1987. 430 с.

33. *Курганова Л.Н., Веселов А.П., Гончарова Т.А., Синицына Ю.В.* Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке. //Физиология растений. 1997.Т. 44. с. 725 – 730

34. *Кушниренко и др.* Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев. 1970. 28 с.

35. *Полесская О.Г., Каширина Е. И., Алехина Н.Д.* Изменение активности антиоксидантных ферментов в листьях и корнях пшеницы в зависимости от формы и дозы азота в среде. // Физиология растений. - 2004.- Т. 51. с. 686-691.

36. *Чевари С., Чаба И., Секей И.* Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения её в биологических материалах. //Лабораторное дело. 1985. № 11. с. 578-681.

ACUMULAREA METABOLIŢILOR SECUNDARI ÎN *RHODIOLA ROSEA* L. ÎN FUNCŢIE DE CONDIŢIILE MEDIULUI

Călugăru-Spătaru Tatiana

Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Scopul cercetării a fost de a determina efectul radiaţiei ultraviolete (UV), temperaturii joase şi a elicitorului (alcool cinamic) izolat şi în combinaţie asupra acumulării metaboliţilor secundari în agregatele celulare ale calusului obţinut din rădăcina aurie (*Rhodiola rosea* L.). Introducerea în mediul de cultivare a alcoolului cinamic, precursorului metaboliţilor secundari, duce la sporirea acumulării metaboliţilor secundari în celulele agregatelor calusului. Efectele cele mai semnificative asupra compoziţiei şi conţinutului metaboliţilor secundari acumulate în celulele calusului de *R. rosea* L. au fost detectate în varianta

cu aplicarea combinată a radiaţiei ultraviolete (UV), temperaturii joase asociată de introducerea în mediul de cultivare a alcoolului cinamic. În această variantă se observă tendinţa de restabilire a spectrului de metaboliţi secundari, care sunt caracteristici pentru rizomii colectaţi în Munţii Carpaţi, masivul Ineu (România).

Cuvintele cheie: Rhodiola rosea L., metaboliţi secundari, agregate celulare a calusului.
Depus la redacţie 16 decembrie 2014

Adresa pentru corespondenţă: Tatiana Călugăru-Spătaru, Laboratorul Biochimia Plantelor, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova, e-mail: tcalugaru@yahoo.com; tel. (+37322) 53 01 77.

Introducere

Plantele, pe lângă valoarea lor estetică, reprezintă sursă inepuizabilă de metaboliţi secundari, care sunt utilizaţi ca produse farmaceutice, agrochimice, arome, coloranţi, biopesticide, toxine, aditivi alimentari, etc. [1]. Utilizarea plantelor medicinale drept sursă naturală de medicamente este tot mai stimulată. Prin urmare, plantele medicinale au fost vizate pentru colectarea şi distrugerea necontrolată ca urmare a urbanizării, poluării, păşunatului excesiv şi extinderii suprafeţelor cultivate. Majoritatea metaboliţilor secundari, farmaceutic importanţi, sunt obţinuţi din plantele spontane sau cele cultivate. De menţionat, că în plante conţinutul metaboliţilor secundari deseori este scăzut, totodată el depinzând de faza de dezvoltare şi de condiţiile pedo-climatice de cultivare. Deşi au fost efectuate nenumărate încercări de sinteză chimică a acestora, în cele mai multe cazuri metodele elaborate nu au fost rentabile. Prin urmare, producţia de metaboliţi secundari din plante prin cultivarea plantelor şi sinteza chimică rămân importante obiective agronomice şi industriale. La sfârşitul anilor 60, tehnologia de cultivare a culturilor celulare şi a ţesuturilor plantelor a fost prezentată ca o metodă alternativă, atât pentru studierea, cât şi pentru producerea metaboliţilor secundari vegetali. Utilizaţi ca produse farmaceutice şi aditivi alimentari, metaboliţii secundari sunt produşi de culturile celulare vegetale, culturile tisulare sau organele izolate, precum rădăcini izolate şi rădăcini transgenice obţinute prin procedee biotehnologice [21]. Cultura calusului sau cultura suspensiilor celulare se utilizează de asemenea pe scară largă pentru extragerea compuşilor bioactivi sintetizaţi şi acumulaţi în aceste culturi [24]. Avantajele tehnologiei de cultivare a culturilor celulare, constau în special pentru mulţi compuşi naturali, care sunt derivaţii unei creşteri lente a plantei sau a unei sinteze dificile prin metode chimice, în raport cu domeniul tradiţional de cultivare şi sinteza chimică [27, 28].

Rădăcina aurie (*Rhodiola rosea.* L.) este o specie ierboasă multianuală, dioică, care datorită proprietăţilor sale preţioase, se găseşte în pericol de dispariţie în multe regiuni ale globului. *R. rosea* se întâlneşte în flora spontană a Asiei de Nord, a Europei de Nord şi Centrale, inclusiv şi în Munţii Carpaţi din România. Componenţii activi, caracteristici speciei *R. rosea*, se acumulează preponderent în rizomi. În extractele obţinute din această sursă au fost identificate substanţele active aparţinând diferitor clase de compuşi chimici: fenilpropanoizi, feniletanoloizi, proantocianidine, monoterpeni, flavonoizi, tanine şi acizi organici [15–19, 22, 25, 26]. S-a demonstrat, că proprietăţile curative ale speciei menţionate se datorează în mare parte fenilpropanoizilor (rosavin, rosin, rosarin), rosiridinului, salidrozidului şi p-tirosolului. Din cele circa 200 specii ale

genului *Rhodiola* numai specia *R. rosea* conţine rosavin şi rosarin. Calitatea extractelor din *R. rosea* se standardizează prin conţinutul de rosavin şi salidrozid [18]. Salidrozidul se conţine şi în alte specii din genul *Rhodiola*, de aceia acest compus nu poate servi în calitate de marker al speciei *R. rosea* [13].

În cadrul unui proiect internaţional [23] a fost analizat conţinutul metaboliţilor secundari din rizomii colectaţi din Munţii Carpaţi (România) şi în cei oferiţi de unii cultivatori individuali din Ucraina. Analiza comparată a extractelor din ambele surse a scos în evidenţă că rizomii colectaţi în munţii Carpaţi conţineau aproximativ 6% de substanţe extractive din masa lor uscată [4-8], iar conţinutul principiilor active corespundea cu cel al rizomilor colectaţi în munţii Altai [18]. În acelaşi timp, în extractele din rizomii obţinuţi în condiţii artificiale n-au fost detectaţi componenţii activi, specifici pentru specia *R. rosea*.

Deşi există informaţie că rădăcina aurie se cultivă mai bine de 100 de ani, la ora actuală plantaţiile de *R. rosea* practic lipsesc, iar resursele naturale nu pot satisface cerinţele crescânde ale pieţii. Luând în calcul faptul, că rizomii de *R. rosea* acumulează cantitatea maximă de metaboliţi secundari abia la al 4-lea an de cultivare, precum şi că recolta de rizomi poate fi compromisă de mai mulţi factori (inclusiv de lipsa unor prescrieri agrotehnice bine elaborate), noi ne-am propus să accelerăm procesul de obţinere a metaboliţilor secundari pe cale biotehnologică. Studiul biotehnologic de transformare a metaboliţilor în cultura calusară de *R. rosea in vitro*, este foarte important pentru a determina factorii care influenţează acumularea principiilor active la plantele care cresc spontan. Cercetări similare pentru specia *R. rosea* au fost efectuate în Finlanda [11, 12] şi Polonia [14]. Investigaţiile au demonstrat, că adăugarea unor precursori a metaboliţilor secundari conduce la sporirea acumulării principiilor active în celulele cultivate *in vitro.*

Având în vedere specificul condiţiilor naturale de creştere a plantelor de *R. rosea*, scopul cercetărilor a fost de a determina efectul radiaţiei ultraviolete (UV), temperaturii joase şi a elicitorului (alcool cinamic) izolat şi în combinaţie asupra acumulării metaboliţilor secundari.

Materiale şi metode

Materialul vegetal provine din seminţele colectate de la plantele din flora spontană din munţii Carpaţi, masivele Ineu (România) şi Svidoveţ (Ucraina) în luna august, anul 2005.

Pentru inducerea calusului au fost prelevate frunze de la plantulele sterile de *R. rosea*, obţinute din seminţe. Segmentele foliare cu dimensiunea de 0,3-0,5 cm au fost inoculate pe mediul MS [20]. În literatura de specialitate [9-12, 14] există informaţia că în condiţiile *in vitro* biosinteza şi acumularea metaboliţilor secundari se realizează mai intens în cultura agregatelor celulare cultivate în mediu lichid. Luând în considerare acest fapt, am decis să inducem şi să menţinem agregate celulare ale calusului în mediul lichid, utilizând calusul obţinut anterior din plantulele sterile de *R. rosea* [2, 3]. Fragmente calusare de 1,5-2 g au fost inoculate pe mediul MS suplimentat cu 1,5 mg l^{-1} BA (6-benzilaminopurină), 0,5 mg l^{-1} ANA (acidul α- naftilacetic), 30g l^{-1} zaharoză, lipsit de agar. Înainte de autoclavare, valoarea pH-lui a fost ajustată până la 5,8, cu soluţie de HCl (1N). Vasele de cultivare au fost amplasate pe un giratoriu cu cauciucuri la 120 turaţii/min. Proliferarea calusului a avut loc la temperatura de 26^0C, fotoperioada de

16 ore iluminare (intensitatea 1000 lux) şi 8 ore întuneric. Pentru menţinerea viabilităţii suspensiei celulare, la fiecare 10 zile de cultivare, alicote de suspensie celulară au fost transferate in mediu MS proaspăt.

Probele de calus uscat sau rizomi au fost extrase cu metanol într-un raport de 1 : 20, timp de 24 de ore, extractele filtrate, iar solventul distilat la presiune redusă. Separarea şi identificarea metaboliţilor secundari din probele de agregate celulare şi rizomi de *R. rosea* au fost realizate cu ajutorul analizei HPLC-ESI-MS. Rezultatele au fost obţinute utilizând sistemul *Agilent 6500 Series* Accurate-Mass Quadrupole Time-of-Flight (Q-TOF) LC/MS.

Rezultate şi discuţii

În figura 1 sunt prezentate rezultatele analizei calitative prin metoda HPLC-MS al conţinutului metaboliţilor secundari în probele de agregate celulare şi de rizomi de *R. rosea* colectaţi din flora spontană a munţilor Carpaţi (muntele Ineu, România). Iniţial, 5 compuşi caracteristici speciei *R. rosea* (salidrozid, tyrosol, rosavin, rosin şi rosaridin) au fost studiaţi prin HPLC-ESI-MS, în vederea determinării timpilor de retenţie, elucidării structurii şi evaluării masei moleculare. Cromatograma extractului din rizomi Carpatini, înregistrata la λ = 254 nm, este prezentată în figura 1 şi conţine 13 semnale bine definite.

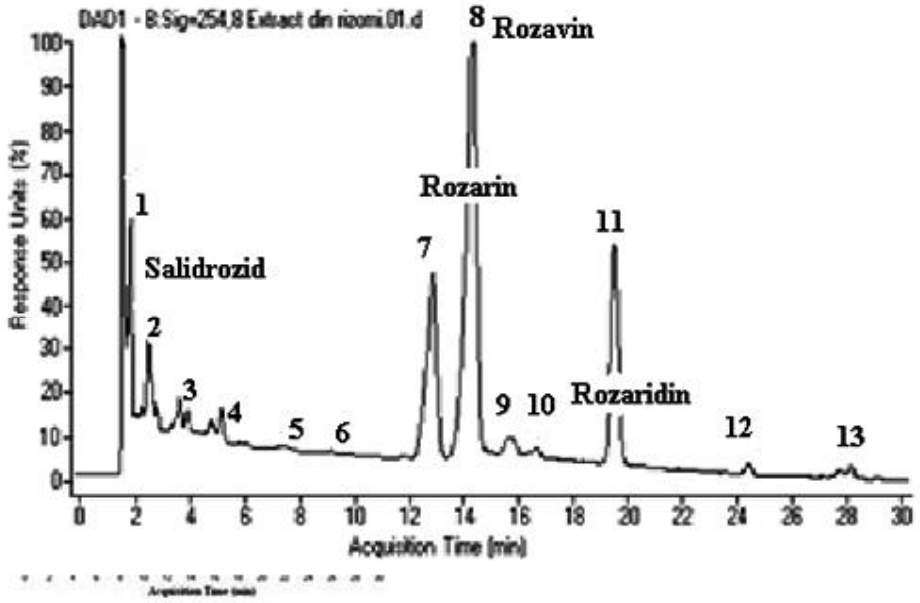


Figura 1. Cromatograma extractului din rizomi.

Comparând timpii de retenţie obţinuţi pentru extractul din rizomi cu cei ale probelor martor şi din spectrele de masă (MS) s-a reuşit atribuirea semnalelor care corespund următorilor compuşi: **1** - acid galic; **2** – salidrozid; **3,4** - 4-methoxy-cinnamyl-(6´-O-α-arabinopyranosyl)-O-β-glucopyranoside; **5,6** – derivaţi de tipul compuşilor **3**,**4**; **7 –** rosarin; **8** – rosavin ; **9** - cinnamyl-(6´-O-β-xylopyranosyl)-O-β-glucopyranoside; **10** – rosiridin; **11 –** derivaţi de tipul compuşilor **3**,**4**; **12**, **13 –** derivaţi de tipul compuşilor **3**,**4.** Timpii de retenţie a compuşilor esenţiali sunt prezentaţi în tabela 1.

Cromatogramele extractelor din probele de agregate celulare de *R. rosea*, supuse anumitor factori de stres (radiaţii UV, temperaturi joase şi elicitor) sunt prezentate în figura 2 (cromatogramele A, B, C, D).

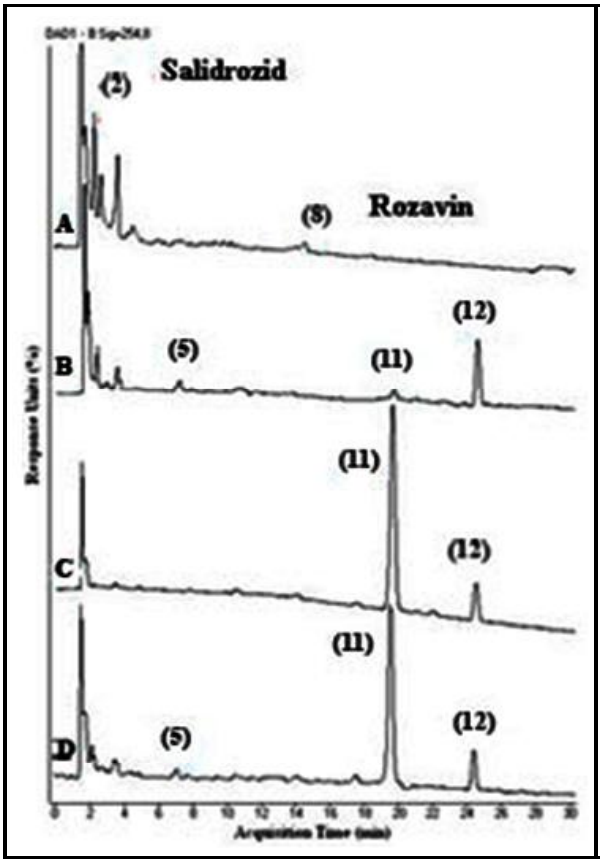


Figura 2. Cromatogramele extractelor din agregatele celulare ale calusului, unde A - proba martor, B - proba supusă radiaţiei UV, C - proba supusă temperaturii joase, D - proba supusă acţiunii radiaţiei UV, temperaturii joase şi elicitorului.

Se poate observa că în cromatograma extractului din agregatele celulare – martor *(fig. 2A)*, este prezent un număr mai mic de semnale de o intensitate redusă în comparaţie cu proba din rizomi. Este importantă însă prezenţa compuşilor caracteristici speciei *R. rosea*, salidrozidul **2** şi rosavinul **8**. Influenţa temperaturii joase şi prezenţa alcoolului cinamic în agregatele celulare *(fig. 2C)*, în afară de salidrozid şi rosavin a favorizat sinteza altor doi compuşi cum ar fi componenţii **11**, **12** cu m/z=469 si 455, care conform spectrului de masă pot fi derivati de tipul 4-methoxy-cinnamyl-(6´-O-α-arabinopyranosyl)-O-β-glucopyranoside.

Influenţa luminii UV şi prezenţa alcoolului cinamic a influenţat şi mai mult compoziţia chimică a culturii *(fig. 2B)*. În cromatogramă mai apare un nou compus **5** cu m/z= 491 derivat din aceeaşi categorie cu compuşii **11** si **12**.

Combinaţia celor trei factori: alcool cinamic, radiaţia UV şi temperatura joasă *(fig. 2D)* a favorizat sinteza tuturor compuşilor apăruţi şi în celelalte probe. De menţionat intensitatea mare a componentului **11** în comparaţie cu ceilalţi.

Tabelul 1. Timpii de retenţie a compuşilor esenţiali extraşi din rizomi şi din probele de calus de *R. rosea* separaţi prin HPLC-MS şi detectaţi la λ = 254 nm(fig.1,2).

№	Denumirea compusului	Timpii de retenţie	
		Extractul din rizomi	Extractul din agregate celulare
1.	Acid galic	Rt=1.8 min	-
2.	Salidrozid	Rt=2.5 min	Rt=2.5 min
3.	4-methoxy-cinnamyl-(6´-O-α-arabinopyranosyl)-O-β-glucopyranoside	Rt=4.2 min	-
4.	4-methoxy-cinnamyl-(6´-O-α-arabinopyranosyl)-O-β-glucopyranoside	Rt=5.1 min	-
5.	Derivat de tipul compusului 3	Rt=8.9 min	Rt=8.9 min
6.	Derivat de tipul compusului 4	Rt=10.2 min	-
7.	Rosarin	Rt=12.8 min	-
8.	Rosavin	Rt=14.2 min	Rt=14.2 min
9.	Cinnamyl-(6´-O-β-xylopyranosyl)-O-β-glucopyranoside	Rt=14.6 min	-
10.	Rosiridin	Rt=16.2 min	-
11.	Derivaţi de tipul compuşilor 3,4	Rt=19.3 min	Rt=19.3 min
12.	Derivaţi de tipul compuşilor 3,4	Rt=24.3 min	Rt=24.3 min
13.	Derivaţi de tipul compuşilor 3,4	Rt=28.2 min	-

Concluzii

Conţinutul principiilor active extrase din rizomii de *R. rosea* colectaţi din flora spontană a munţilor Carpaţi (muntele Ineu, România), corespunde cu cel al rizomilor colectaţi în munţii Altai.

A fost demonstrat experimental că temperaturile joase şi radiaţia ultravioletă sunt factorii importanţi, ce determină acumularea metaboliţilor secundari în agregatele celulare ale calusului de *R. rosea*. Utilizarea acestor factori, în combinaţie cu elicitorii, sporesc conţinutul de metaboliţi secundari în cultura *in vitro* de *R. rosea*. În perspectivă este necesară testarea influenţei acestor factori asupra acumulării metaboliţilor secundari în rizomii plantelor de *R. rosea*, cultivate în condiţiile artificiale.

Mulţumiri !

Autorul este recunoscător conducătorului ştiinţific doc. habilitat, profesor universitar Alexandru DASCALIUC, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, dr. şt. chimice Alexandru CIOCÂRLAN, Institutul de Chimie al Academiei de Ştiinţe al Moldovei, dr. şt. chimice Mihaela SILION, Institutul de Chimie Macromoleculară "Petru Poni", Academia Română, Iaşi, România, în realizarea acestor analize.

Bibliografie

1. *Bourgaud F, Gravot A, Milesi S, Gontier E*. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. // Plant Sci., 2001, 161, p. 839 - 851.

2. *Călugăru T*. Inducerea organogenezei celulelor calusului de R. rosea. //Analele ştiinţifice ale Universităţii de Stat din Moldova. Seria „ Ştiinţe Chimico-Biologice".Chişinău, 2004, p.20-22.

3. *Călugăru T., Malinoc A.* Cultura in vitro, conservarea şi restabilirea resurselor naturale de R. rosea L. // Conferinţa Tinerilor Cercetători din Moldova, Chişinău, 2004, p.36.

4. *Călugăru Tatiana, Alexandru Dascaliuc, Vitalii Abramov, Alexandru Ciocârlan, Alina Nicolescu, Oana Costan, Călin Deleanu*. Biochemical analysis of R. rosea roots. /XXIX Conferinţa Internaţională de Chimie, România, Căciulata. 2006, 4 -6 octombrie, p.71.

5. *Calugaru T., Ivanova , Ralea T., Ciocarlan A., Mrozikiewicz P.M., Krajevska-Patan A., Tkacenco A., Dascaliuc A.* Perspectives of Cultivation R. rosea L. for medicinal use. // Herba Polonica, Poland, Poznan, 2007, Vol.53, no. 2, p.138.

6. *Calugaru-Spataru T., Silion M., Ciocarlan A., Dascaliuc A.* Study of biotransformation compounds in callus culture of Rhodiola rosea specie. //Revista - Lucrări Ştiinţifice – vol. 56(2) 2013, p. 57-60. seria Agronomie. ISSN 1454-7414(Print), ISSN: 2069-6727(Online).

7. *Dascaliuc A, Călugăru-Spătaru T, Ciocârlan A. et al*. Chemical composition of golden root (R. rosea L.) rhizomes of Carpathian origin. //Herba Polonica, Poznan, 2008, vol. 57, no. 4, p.17-27.

8. *Dascaliuc Alexandru, Gang David, Malinoc Angela, Călugăru Tatiana., Toma Simion. - Rhodiola rosea L. A valuable medicinal plant: problems of introduction.* // Advanced Biological Technologies and their Impact on Economy, Natural products: Technologies for their Capitalization in Agriculture, Medicine and Food, Industry. Materials of the II-nd Symposium. Chişinău, 2005, March 22-24, p.112-117.

9. *Furmanowa M., Hartwich M., Alfermann A. W., Koźmiński W., Olejnik M.* Rosavin as a product of glycosylation by R. rosea (rose root) cell cultures. *//* Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1999a, 56, p.105-110.

10. *Furmanowa, M., Kedzia, B., Hartwich, M., Kozowski, J., Krajewska-Patan, A., Mscisz, A., Jankowiak, J.* Phytochemical and pharmacological properties of R. rosea L. //Herba Pol. 1999b, 45(2), p.108-113.

11. *György Z, Tolonen A, Neubauer P & Hohtola A*. Enhanced biotransformation capacity of R. rosea callus cultures for glycosid production. //Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2005, 83, p. 129-135.

12. *György Z, Tolonen A, Pakonen M, Neubauer P & Hohtola A*. Enhancing the production of cinnamyl glycosides in compact callus aggregate cultures of R. rosea by biotransformation of cinnamyl alcohol.// Plant Science, 2004, 166(1), p. 229-236.

13. *Kiryanov AA, Bondarenko LT, Kurkin VA & Zapesohnaya GG*. Opredeleniye rozavidina v kornevishchah Rodioly rozovoy. //Khimiko Farmacevticheskij Zhurnal 1988, 22, p. 451-455.

14. *Krajewska-Patan, Anna; Dreger, Mariola; Lowicka, Anna; Gorska-Paukszta, Malgorzata; Mscisz, Alina; Mielcarek, Sebastian; Baraniak, Marek; Buchwald, Waldemar; Furmanowa, Miroslawa; Mrozikiewicz, Przemyslaw M.* Chemical investigations of biotransformed R. rosea callus tissue. //Herba Polonica, 2007, 53(4), p.77-87.

15. *Kurkin VA, Zapesochanaya GG & Shchavlinskii AN*. Flavonoids of the rhizomes of Rhodiola rosea III. //Chemistry of Natural Compounds. 1984, 20 (3), p. 367-368.

16. *Kurkin VA, Zapesochanaya GG & Shchavlinskii AN*. Flavonoids of the epigeal part of Rhodiola rosea I. //Chemistry of Natural Compounds, 1985,20 (5), p. 623-624.

17. *Kurkin VA, Zapesochanaya GG & Shchavlinskii AN*. Terpenoids of the rhizomes of Rhodiola rosea. //Khimiya-Prirodnykh_Soedinenii, 1985, 5, p. 632-636.

18. *Kurkin VA, Zapesochanaya GG, Kiryanov AA, Bondarenko LT, Vandyshev VV, Mainskov AV, Nukhimovskii EL & Klimakhin GI.* Quality of the raw material of Rhodiola rosea. //Khimiko-farmatsevticheskij Zhurnal, 1990, 23(11), p. 1364-1367.

19. *Kurkin VA, Zapesochnaya GG, Dubichev AG, Vorontsov ED, Aleksandrova IV & Panova RV.*Phenylpropanoids of callus culture of Rhodiola rosea.//Khimiya-Prirodnykh_ Soedinenii, 1991.

20. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture . // Physiol. Plant.,1962 , V 1, p. 473 - 497.

21. *Ramachandra Rao S and Ravishankar GA.* Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. //Biotechnol. Advances, 2002, 20, p. 101 – 153.

22. *Rohloff J.* Volatiles from rhizomes of Rhodiola rosea L. //Phytochem, 2002, 59, p.655-61.

23. *Toma S., Dascaliuc A., Călugăru T., Oloier T.* Introduction of R. rosea L. into Agricultural Production in Moldova. // Project CRDF, 2003-2005.

24. *Taha H.S., El-Bahr M.K., Seif-El-Nasr M.M.* In vitro studies on Egyptian Catharanthus roseus (L.) G. Don. : 1- Calli Production, Direct Shootlets Regeneration and Alkaloids Determination. //J. Appl. Sci. Res. 2008, 4(8), p. 1017 – 1022.

25. *Zapesochanaya GG & Kurkin VA.* Glycosides of cinnamyl alcohol from the rhizomes of Rhodiola rosea. //Chemistry of Natural Compounds, 1983,18 (6), p. 685-688.

26. *Zapesochanaya GG & Kurkin VA.* The flavonoids of the rhizomes of Rhodiola rosea II. A flavonolignan and glycosides of herbacetin. //Chemistry of Natural Compounds, 1983, 19 (1), p.21-29.

27. *Zarate, R. and R. Verpoorte*. Strategies for t he genetic modification of the medicinal plant Catharanthus roseus (L.) G. Don.// Phytochem Rev., 2007, 6, p. 475-491.

28. *Zhao, J. and R. Verpoorte*. Manipulating indole alkaloid product ion by Catharanthus roseus cell cultures in bioreactors: from biochemical processing to metabolic engineering. // Phytochem. Rev. 2007, 6, p. 435-457.

APLICAREA GLICOZIDELOR CA MIJLOC EFICIENT DE SPORIRE A VIABILITĂŢII SEMINŢELOR DE LEGUME

Vasilachi Iuliana

Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

În lucrare sunt prezentate rezultatele studiului privind influenţa noilor compuşi bioactivi de origine vegetală asupra energiei de creştere şi germinaţiei seminţelor de castraveţi şi tomate, precum şi acţiunea lor asupra productivităţii culturilor. A fost demonstrat efectul stimulator al tratării seminţelor înainte de semănat cu soluţiile glicozidelor studiate asupra germinaţiei seminţelor în câmp deschis, dar şi sporirea productivităţii culturilor de castraveţi cu 23,6% şi tomate cu 17,5% în comparaţie cu martorul. Glicozidele testate pot fi recomandate pentru aplicare la cultivarea plantelor de castraveţi şi tomate.

Cuvinte cheie: glicozide, germinaţie, sporire, productivitate.

Depus la redacţie: 26 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Vasilachi Iuliana, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: iuliana000@mail.ru; tel.: (+373 22) 66-03-74.

Introducere

Regnul vegetal, pe lângă importanţa majoră pe care o posedă, reprezintă şi principala sursă de compuşi fitochimici utilizaţi în diferite ramuri industriale. Aceste bio-produse constituie rezultatul activităţii metabolice a plantelor care pe lângă metaboliţii primari,

cu rol major în menţinerea viabilităţii plantei, sunt sintetizaţi şi diferiţi compuşi ca rezultat al metabolismului secundar. Metaboliţii secundari prezenţi la anumite specii, deseori manifestă specificitate de organ sau ţesut, pot fi identificaţi numai într-un anumit stadiu al creşterii şi dezvoltării plantelor sau pot fi activaţi în anumite condiţii de stres. Sinteza lor pare fără semnificaţie directă pentru celula sintetizatoare, dar poate fi decisivă pentru dezvoltarea şi funcţionarea organismului ca un tot întreg. Astfel, aceşti metaboliţi nu reprezintă simpli produşi catabolici, deoarece au o structură foarte diversificată şi pot fi adesea reincluşi în procesele metabolice [3].

Ca urmare, dată fiind conservarea lor pe parcursul evoluţiei plantelor, este foarte plauzibilă interpretarea că metaboliţii secundari oferă un avantaj selectiv speciilor, în dependenţă de anumite particularităţi, fiind evident rolul lor de compuşi activi în plan biologic, fiziologic şi ecologic [7, 8]. Aceste substanţe biologic active, pe lângă varietatea bogată pe care o prezintă, au şi un spectru larg de aplicare, ele se folosesc în medicină, în calitate de remedii farmaceutice [4], mijloace antimicrobiene [4], fungice [12] şi antioxidante [1]. În afară de cele menţionate, în ultimul timp un interes deosebit prezintă aplicarea glicozidelor în agricultură în calitate de regulatori de creştere şi dezvoltare a plantelor. Aceste produse sunt aplicate pentru reglarea echilibrului metabolic, astfel contribuind la obţinerea sporurilor de recoltă şi îmbunătăţirea calităţii producţiei. Substanţele biologic active favorizează absorbţia apei şi substanţelor nutritive la nivelul sistemului radicular, diminuează stresul şi fitotoxicitatea, contribuie la sporirea concentraţiei de zahăr, accelerează dezvoltarea părţilor aeriene ale plantelor, favorizează dezvoltarea microorganismelor în sol [6, 14,15].

Reieşind din cele expuse mai sus, scopul cercetărilor constă în studiul unor noi surse de substanţe biologic active şi anume speciile *Scrophularia nodosa L.* şi *Melampyrum nemorosum L.* din familia *Scrophulariaceae*, precum şi eficienţa aplicării acestora asupra germinaţiei seminţelor şi productivităţii culturilor de castraveţi şi tomate. În ultimii ani, speciile acestei familii sunt studiate pe larg, deoarece prezintă o sursă bogată de bioreglatori. Principalele substanţe biologic active extrase din speciile acestei familii sunt glicozidele individuale aucubin, melampirosid, mussaenosid, globularifolin, catalpol şi monomelittosid – din *M. silvaticum L.* şi *M. laxum Miq.* [9]*;* aucubin, catalpol, harpagosid, harpagid – din *Scrophularia nodosa L.* [5]. Majoritatea acestora au fost acceptate pentru aplicare în fitoterapie [14], ne fiind însă cunoscut efectul acestora asupra creşterii şi dezvoltării plantelor de cultură.

Materiale şi metode

În scopul stabilirii efectului substanţelor biologic active, de natură glicozidică, extrase din plantele familiei *Scrophulariaceae*, au fost efectuate un şir de cercetări în condiţii de laborator şi câmp deschis la culturile legumicole [10].

În calitate de obiect de studiu au servit seminţele de castraveţi soiul *Ceceli* şi tomate soiul *Garmonia*. Iniţial, seminţele incluse în cercetare au fost expuse tratării în laborator, cu scopul stabilirii concentraţiilor optimale ale compuşilor, capacitatea de germinare şi durata de expunere a seminţelor. Ulterior, acestea au fost evaluate în experienţele de câmp [2]. Experienţele au efectuate pe parcursul anilor 2013-2014.

Pentru stabilirea acţiunii bioregulatorilor la cultura castraveţilor, seminţele acestora au fost tratate cu soluţiile glicozidice – Pavstim, extras din planta medicinală degeţelul roşu (*Digitalis purpurea L.*), Ecostim, obţinut din seminţele de tomate

(*Solánum lycopérsicum Mill.)* şi suma (Σ) scrofulariozidică, obţinută din planta buberic (*Scrophularia nodosa L.*). Extracţia a fost efectuată cu ajutorul alcoolului. Seminţele de castraveţi au fost înmuiate în soluţiile apoase ale glicozidelor respective în concentraţii de 0,001%, 0,05% şi 0,01% timp de 24 de ore. Efectul stimulativ al preparatelor asupra germinaţiei seminţelor de castraveţi a fost studiat în condiţii de laborator în termostat, la temperatura constantă de 23-25^{0}C. În calitate de martor au servit seminţele înmuiate în apă distilată. Fiecare variantă a fost expusă în 4 repetiţii [13].

În cadrul investigaţiilor la cultura tomatelor, a fost efectuată tratarea seminţelor înainte de semănat cu soluţiile ∑-scrofulariozidice, iar pentru comparaţie a fost utilizată suma (Σ) glicozidică obţinută din planta sor-cu-frate (*Melampyrum nemorosum L).* şi preparatul Moldstim, extras din seminţele de ardei dulce (*Capsicum annuum L.).* În calitate de martor au servit seminţele înmuiate în apă. Înainte de a fi semănate în câmp deschis, seminţele de tomate au fost înmuiate în soluţiile apoase ale glicozidelor studiate în concentraţii de 0,0001%, 0,005%, 0,001% şi 0,01%. Fiecare variantă a fost expusă de asemenea în 4 repetiţii. Deoarece, seminţele supuse tratării îndelungate îşi pierd fluiditatea şi complică efectuarea calitativă a semănatului mecanizat, ele au fost înmuiate timp de 15 minute cu uscarea ulterioară a acestora [11].

Amplasarea parcelelor în condiţii de câmp a fost efectuată după metoda randomizată, pe o suprafaţă a câte 100 m^2 la ambele culturi. Ulterior au fost efectuate evidenţe şi observaţii asupra termenilor şi gradului de germinare, uniformitatea apariţiei plantulelor într-o perioadă mai scurtă de timp şi determinate valorile productivităţii.

Rezultate şi discuţii

Substanţele biologic active constituie o componentă importantă în sistemul de reglare al plantelor şi sunt capabile în cantităţi foarte mici de a stimula multe procese vitale. În rezultat, acestea conduc la sporirea rezistenţei nespecifice a plantei faţă de factorii nefavorabili din mediul înconjurător, iar la crearea condiţiilor optime se intensifică efectul pozitiv al lor asupra plantei [3, 8].

În rezultatul investigaţiilor sa stabilit că soluţiile apoase ale glicozidelor studiate stimulează procesele fiziologice primare ale seminţelor - energia de creştere şi germinaţia acestora, precum şi procesele de creştere şi dezvoltare ale plantelor, ceea asigură apariţia germinaţiei uniforme în condiţii de câmp. Toate acestea determină, în final, sporirea cantităţii şi calităţii recoltei.

În experienţa cu seminţele de castraveţi o influenţă mai semnificativă a fost evidenţiată la tratarea acestora cu soluţia apoasă de scrofulariozide în concentraţie de 0,05%. Energia de creştere a seminţelor în această variantă în a 5-a zi după montarea experienţei a constituit 67,3%, cu 18,3% mai mult faţă de martor. O eficienţă similară au avut preparatele Pavstim şi Ecostim. Valorile energiei de creştere a seminţelor tratate cu aceste glicozide în concentraţie de 0,001% au constituit 66,8% şi 65,5%, cu 17,8% şi 16,5% mai mult în comparaţie cu martorul.

În rezultatul tratării seminţelor, de asemenea sa stabilit un efect stimulativ asupra lungimii plantulelor de castraveţi. La utilizarea ∑-scrofulariozidice în concentraţie de 0,05%, lungimea plantulelor în medie a constituit 6,9 cm, cu 18,5% mai mult decât în varianta de control. O acţiune semnificativă evidentă au manifestat preparatele Pavstim şi Ecostim în aceeaşi concentraţie de 0,05%. În variantele date lungimea plantulelor a constituit 5,7 cm şi respectiv 6,0 cm (fig. 1).

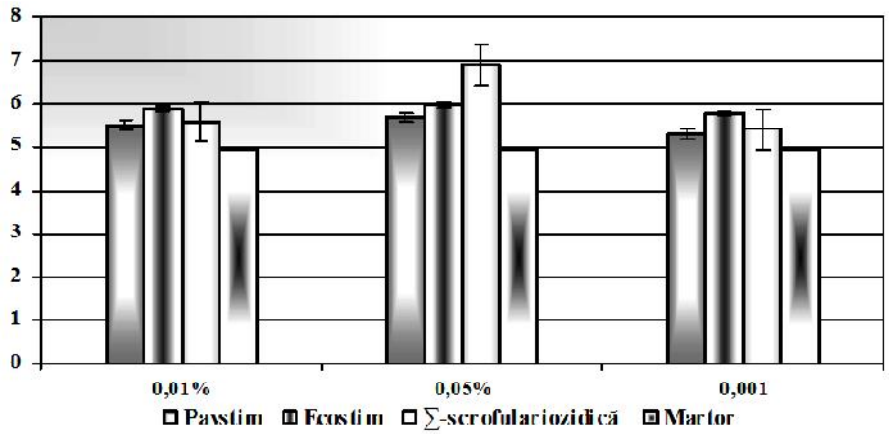


Figura 1. Influenţa glicozidelor asupra lungimii plantulelor de castraveţi

Figura 1. Influenţa glicozidelor asupra lungimii plantulelor de castraveţi.

În rezultat, putem afirma că tratarea seminţelor de castraveţi înainte de semănat cu Σ-scrofulariozidică în concentraţie de 0,05%, precum Pavstim şi Ecostim în concentrţii de 0,001% a sporit energia de creştere a seminţelor şi lungimea plantulelor, care constituie factori importanţi pentru apariţia uniformă a plantelor în câmp deschis şi intensificarea proceselor de creştere îndeosebi în fazele iniţiale de dezvoltare a acestora [13]. În câmp deschis, seminţele de castraveţi înainte de a fi semănate au fost tratate, timp de 24 ore, cu soluţiile apoase a următoarelor glicozide – scrofulariozide şi melampirozide. După tratare, seminţele au fost uscate şi semănate în câmp deschis. Începând cu ziua a 8-a după semănat, au fost efectuate evidenţe asupra apariţiei plantulelor pe parcela experimentală. O acţiune mai pronunţată asupra germinaţiei seminţelor de castraveţi manifestă glicozidul scrofulariozid, acest indice aflându-se în continuă creştere pe parcursul evidenţelor – de la 74% până la 89% (fig. 2).

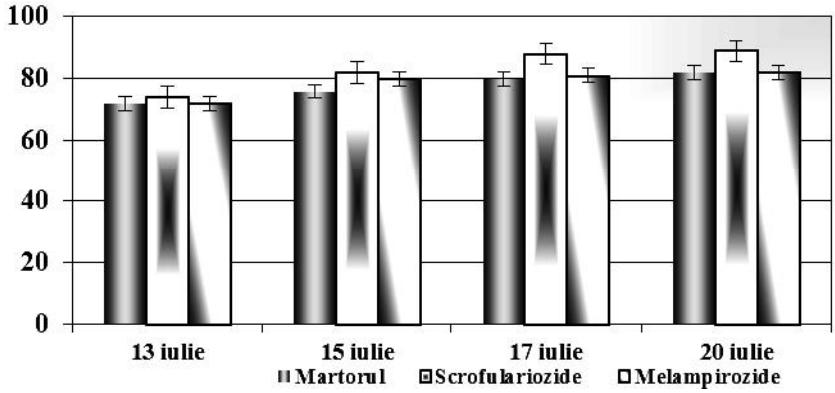


Figura 2. Dinamica apariţiei plantulelor de castraveţi la tratarea seminţelor înainte de semănat cu soluţiile ∑-scrofulariozidice.

În perioada recoltării au fost efectuate evidenţe asupra numărului şi masei fructelor de castraveţi de pe parcelele lotului experimental. În rezultat pe sectoarele cu aplicarea ∑-scrofulariozidice a fost obţinut un adaos la recoltă de 2,6 t/ha, cu 23,6% mai mult

comparativ cu martorul (fig. 3, A). Sporirea recoltei se datorează obţinerii unui număr mai mare de fructe de castraveţi de pe această parcelă, cu 26% mai mult faţă de martor, ceea ce explică efectul stimulativ al glicozidelor studiate asupra procesului de fructificare şi productivităţii culturii (fig. 3, B).

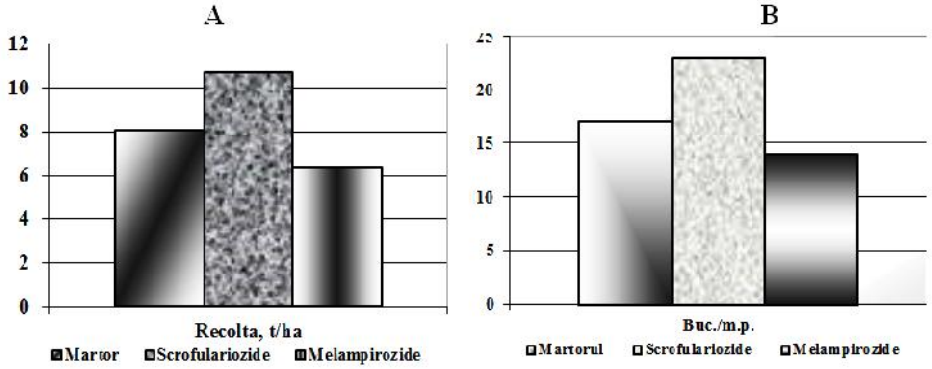


Figura 3. Influenţa glicozidelor asupra: A-productivităţii castraveţilor; B-numărului de fructe.

Spre deosebire de castraveţi, la cultura tomatelor, toate substanţele utilizate în studiu manifestă acţiune stimulatoare asupra proceselor metabolice primare şi în primul rând asupra energiei germinative. Un efect stimulativ sporit, în condiţii de laborator, a fost identificat în varianta, în care seminţele au fost tratate cu ∑- scrofulariozidică, energia germinativă constituind circa 70 %. Valori mai sporite ale germinaţiei facultative şi lungimii plantulelor au fost stabilite la tratarea seminţelor cu glicozidele Moldstim şi ∑-melampirozidică, însă acestea variază în limite nesemnificative (tab. 1).

Valorile germinaţiei facultative în variantele cu aplicarea ∑- scrofulariozidice şi preparatului Moldstim se află practic la acelaşi nivel, constituind 73,3 % şi respectiv 73,5%. Valorile lungimii plantulelor, în variantele în care au fost utilizate preparatele ∑- scrufulariozidică şi Moldstim, variază în limitele 4,2-4,3 cm, cu 50,0-53,6 % mai mult faţă de martor.

Pentru experienţele de câmp, seminţele de tomate au fost tratate cu soluţia ∑-scrofulariozidice în concentraţie de 0,01%, care a manifestat o activitate biologică înaltă în condiţii de laborator. În legătură cu faptul că seminţele tratate timp de 24 de ore îşi pierd fluiditatea, ceea ce complică semănatul mecanizat cu precizie, seminţele de tomate au fost tratate timp de 15 minute, cu uscarea ulterioară a acestora. Valorile geminaţiei seminţelor de tomate în câmp deschis în perioada apariţiei plantulelor începând cu a 20-a zi după semănat, au depăşit martorul cu circa 60%, ceea ce a favorizat apariţia uniformă şi omogenă a plantulelor, iar în final sporirea recoltei cu 16-17,5% (fig. 4).

Pentru a determina influenţa glicozidelor studiate asupra calităţii fructelor de tomate au fost evaluate conţinutul substanţelor uscate, concentraţia de zahăr, aciditatea şi vitamina C. În conformitate cu analiza biochimică a fructelor de tomate, nu au fost stabilite diferenţe semnificative între variantele cu utilizarea scrofulariozidelor şi martorului. Analiza indicilor studiaţi a arătat o uşoară sporire a vitaminei C cu 1,7% şi o diminuare a acidităţii cu 32,1% comparativ cu martorul (tab. 2).

Tabelul 1. Influenţa glicozidelor asupra germinaţiei şi lungimii plantulelor de tomate (în condiţii de laborator).

Varianta	Concen-traţia, %	Energia germinativă		Germinaţia facultativă		Lungimea plan-tulelor	
		%	% faţă de martor	%	% faţă de martor	cm	% faţă de martor
Martorul		68,8		72,8		2,8	
Moldstim	0,0001	66,0	-4,1	73,5	1,0	3,6	28,6
	0,001	66,8	-2,9	70,3	-3,4	3,3	17,8
	0,005	68,0	-1,2	73,5	1,0	3,7	32,1
	0,01	64,8	-5,8	71,8	-1,4	4,3	53,6
Scrofulariozide	0,0001	67,0	-2,6	70,0	-3,8	3,4	21,4
	0,001	67,0	-2,6	69,8	-4,1	3,5	25,0
	0,005	64,5	-6,2	69,8	-4,1	3,1	10,7
	0,01	69,8	1,4	73,3	0,7	4,2	50,0
Melampirozide	0,0001	68,0	-1,2	73,5	1,0	3,7	32,1
	0,001	64,0	-6,9	69,0	-5,2	3,9	39,3
	0,005	67,0	-2,6	70,0	-3,8	3,4	21,4
	0,01	65,8	-4,4	70,0	-3,8	3,7	32,1
DL_{05}		1,64		1,62		0,32	

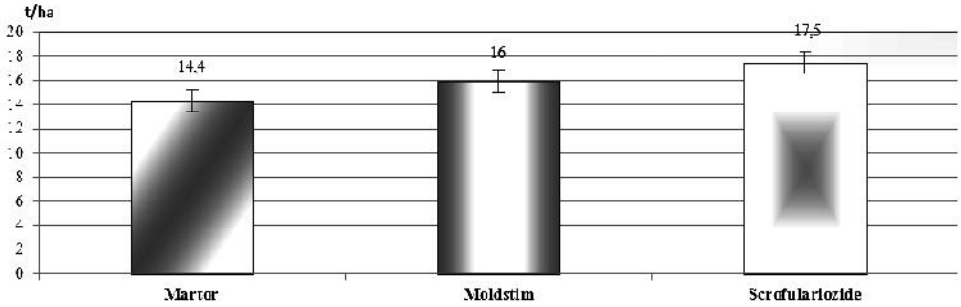


Figura 4. Influenţa glicozidelor asupra productivităţii tomatelor.

Tabelul 2. Influenţa bioregulatorilor de creştere asupra indicilor biochimici a fructelor de tomate.

Varianta	Substanţe uscate, %	Zahăr, %	Aciditatea, %	Vitamina C, mg/100 g
Martorul	8,4	3,3	0,84	36,0
Moldstim	6,8	2,8	0,64	35,1
Scrofulariozide	6,4	2,1	0,57	36,6

În esenţă, utilizarea substanţelor biologic active oferă perspective promiţătoare în sporirea recoltelor de legume. Pentru ca plantele să asigure producţii sporite ele trebuie să se adapteze condiţiilor instabile ale mediului înconjurător, altfel creşterea şi dezvoltarea lor se reduce semnificativ.

Pe măsură ce unul sau mai mulţi factori de creştere nu sunt asiguraţi la nivelul corespunzător, omogenitatea condiţiilor de viaţă se modifică şi determină limitarea productivităţii plantelor. Bioregulatorii naturali asigură adaptibilitatea plantelor, fiind inofensivi pentru om şi mediul înconjurător. Datorită faptului că substanţele biologic active sunt extrase din specii de plante spontane, ele sunt uşor accesibile, iar utilizarea lor este mult mai rentabilă.

Concluzii

1. În rezultatul investigaţiilor sa stabilit că soluţiile apoase ale glicozidelor testate manifestă acţiune stimulativă asupra germinaţiei şi productivităţii culturilor de castraveţi şi tomate, mai efectivă fiind suma glicozidică obţinută din planta *S crophularia nodosa L.*

2. La cultura castraveţilor, valorile germinaţiei s-au aflat în continuă creştere de la 74% la 89% în comparaţie cu martorul, iar la tomate la a 20-a zi după semănat germinaţia a depăşit martorul cu circa 60%. Astfel, la castraveţi, a fost obţinut un adaos la recoltă de circa 24%, iar la tomate – de circa 18%, ceea ce relevă efectul stimulativ al glicozidelor studiate asupra productivităţii plantelor. Analiza biochimică a fructelor de tomate, nu a demonstrat diferenţe semnificative a indicilor biochimici în rezultatul aplicării glicozidelor.

3. În scopul utilizării eficiente a glicozidelor în tehnologia de cultivare a plantelor legumicole, trebuie luată în consideraţie acţiunea diferenţiată a acestora în dependenţă de concentraţie, timpul de expunere, particularităţile metodelor şi termenilor de utilizare. Pentru sporirea garantată a energiei de creştere, germinaţiei facultative, activarea reacţiei de protecţie şi majorarea productivităţii culturilor legumicole. Utilizarea eficientă a bioregulatorilor naturali trebuie să se bazeze pe concretizarea preventivă a parametrilor de aplicare a acestora.

Bibliografie

1. *Bang, S.-Ch. et al.* Antitumor activity of Pulsatilla koreana saponins and their structure-actvivity relationship. // Chem. Pharm. Bull., 2005, Vol. 53, nr. 11, p. 1451-1454.

2. *Borovskaia, A.; Nedova, I.; Vasilachi, I.; Kintia, P.* Application of naturally accurring growth regulators for increasing the carrot seeds germination. /Al III-lea Simpozion naţional cu participare internaţională „Biotehnologii avansate - realizări şi perspective ”, Chişinău 2013, pag. 82, ISBN 978-9975-56-111-2.

3. *Cristina, Moţa; Ana, Roşu; Gh., Câmpeanu.* Compuşi bioactivi de origine vegetală. Abordări biotehnologice. // Progrese în biotehnologie. Volumul II. Bucureşti, Ars Docendi 2002, p. 99, ISBN 973-558-028-4, 973-558-030-6.

4. *Iorizzi, M.; et al.* Antimicrobial furostanol saponins from *Capsicum annum L. Var. Acuminatum*. // J.Agric. Food Chem., 2002, vol. 50, nr. 15, p. 4310-4316.

5. *Katja, Sesterhenn; Melanie, Distl; Michael, Wink.* Occurrence of iridoid glycosides in in vitro cultures and intact plants of Scrphularia nodosa L. // Jurnal Physiology and biochemistry, Plant Cell Rep (2007)26, pp. 365-371, Heidelberg, Germany, 2007.

6. *Kucerenko, N.E.; Badeniuk, Iu. D.; Vasiliev, A. N.; Vinogradova, R. P.; Voiţiţkii, V. M.; Kurskii, M. D.; Litvimenco, A. R.; Ţudzevici, B. A.* Biochimie. Chişinău, 1993, ISBN 5-362-01007-7.

7. *Marcenco, Alexandra.* Structura glicozidelor steroidice şi fenolice din plantele *Veronica chamaedrys L.* şi activitatea lor biologică. Autoreferatul tezei de doctor în chimie. Chişinău 2011, C.Z.U.: 581.19:547.918.

8. *Nicoleta, Feldrihan*. Substanţe vegetale de origine secundară. Fitohormonii. Bucureşti 2013.

9. *Soren, Damtoft; Soren, Brun Hansen; Birthe, Jacobsen; Soren, Rosendal; Jensen and Bent Juhl, Nielsen.* Iridoid glycosides from *Melampyrum.* //Jurnal Phytochemistry, Vol. 23, No. 10, pp. 2387-2389, Great Britain, 1984.

10. *Vasilachi, I.; Botnari, V.; Chintea, P.* Influenţa glicozidelor asupra energiei germinative a seminţelor de castraveţi. /Al III-lea Simpozion naţional cu participare internaţională „Biotehnologii avansate - realizări şi perspective ”, Chişinău 2013, pag. 134, ISBN 978-9975-56-111-2.

11. *Vasilachi, I.; Botnari, V.; Gumaniuc, A.* Influenţa glicozidelor asupra germinaţiei seminţelor de tomate./ Conferinţa Ştiinţifică Internaţională a doctoranzilor „Tendinţe contemporane ale dezvoltării ştiinţei: viziuni ale tinerilor cercetători” , Chişinău 2014, p. 55, ISBN 978-9975-4257-2-8.

12. *Yang, Ch.-R.; Zhang, Y.; Jacob, M.R. et al.* Antifungal activity of C-27 steroidal saponins. // Antimicrob. Agen. Chem., 2006, vol. 50, nr. 5, p. 1710-1714.

13. *Василаки, Ю.Л.; Кинтя, П.К.; Ботнарь, В.Ф.; Недова, И.И.* Влияние гликозидов на энергию прорастания семян огурцов, /Материалы X международного симпозиума, том II, Москва 2013, с. 185-188.

14. *Гусев, Николай Федорович.* Биологические особенности и перспективы использования растений рода *Veronica L. (сем.. Scrophulariaceae Juss.)* лесостепного и степного. / Автореферат диссертации доктора биологических наук. Оренбург. 2010.

15. *Кинтя, П.К.; Лазуревский, Г.В.; Балашова, Н.Н.; Балашова, И.Т.; Суружиу, А.И.; Лях, В.А.* Стрение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана, Кишинев «Штиинца», 1987.

16. *Машковский, М.Д.;* Лекарственные средства. М. Медицина, 1972. Часть II, 648 с.

Autorul aduce sincere mulţumiri, mult respect şi recunoştinţă conducătorului D-lui dr. hab. Vasile Botnari şi colaboratorilor Borovskaia Ala şi Gumaniuc Alexei pentru ajutorul acordat la redactarea articolului, efectuarea experienţelor şi interpretarea rezultatelor.

ГРАДИЕНТЫ ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА, ТРАНСПИРАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ РАСТЕНИЯМИ СОИ *GLYCINE MAX* L.

Кириллов Александр, Харчук Олег, Козьмик Раиса, Кириллова Элеонора, Баштовая Светлана, Кистол Марчела

Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии наук Молдовы

Rezumat

În condiţiile complexului de vegetaţie au fost studiate particularităţile modificării potenţialului hidric în sistemul „ rădăcini-tulpină-frunze” la plantele de soia *Glycine max* L., soiurile Bucuria, Klavera şi Aura, în funcție de acțiunea secetei și conținutului sporit de bicarbonat de sodiu în sol în legătură cu intensitatea transpiraţiei frunzelor şi indicatorii productivității plantelor. Se constată că atât la nivelul lamei frunzei, cât și la nivelul plantei întregi, între partea apicală și cea bazală are loc un gradient al potenţialului

apei (ΔΨw), care poate avea diferită orientare în funcție de asigurarea plantei cu apă. La o umiditatea solului de 70% CTA ΔΨw între părţile apicală şi bazală este negativ, contribuind la curentul de apă, iar la 35% CTA devine pozitiv, poprind fluxul de apă spre partea apicală a frunzei. În gradientul potenţialului apei la nivelul plantei intregi sunt deosebite două subsisteme - "tulpină-rădăcini" şi "frunze - tulpină". În condiții optime de asigurare cu apă gradientul potențialului hidric (ΔΨw) în cadrul subsistemului de sus («frunze-tulpină») se caracterizează prin valori negative mai pronunţate, în comparație cu ΔΨw a subsistemului de jos al plantei. La acţiunea salinităţii moderate ΔΨw între frunze şi tulpini, deşi variază, însă rămâne negativ şi (ca şi pe sol nesalinizat) nu împiedică transportul acropetal al apei din tulpină în frunze. La acţiunea secetei ΔΨw în subsistemul «tulpină-rădăcini» se modifică până la valori pozitive, poprind transportul apei din rădăcini în tulpini, ceea ce reduce transpirația, chiar și atunci când ΔΨw în subsistemul apical ("frunze-tulpină") este semnificativ negativ. În condiţii de secetă gradientul potenţialului apei în subsistemul bazal (tulpină-rădăcini) este veriga limitativă a reglării statusului apei la nivel de organism, afectând suprafața foliară și productivitatea plantelor. Pentru a evalua eficienţa utilizării apei de către plante a diferitor soiuri de soia s-a folosit în calitate de indicatori recolta de semințe raportată la o unitate de masă uscată şi la o unitate de suprafață foliară a plantelor. Reducerea suprafeței foliare la acțiune factorilor nefavorabili este un mecanism adaptiv care contribuie la menținerea la nivel înalt a indicelui de recoltă numai în cazul dacă se menține la un nivel ridicat productivitatea de semințe raportată la o unitate de suprafată foliară. Reducerea productivităţii de semințe raportată la o unitate de suprafață foliară duce la scăderea indicelui de productivitate a plantelor.

Cuvinte cheie: soia *Glycine max* L., frunze, tulpină, rădăcini, potenţialul apei, gradient, transpiraţia, eficienţa utilizării apei, productivitate, secetă, salinitate

Depus la redacţie 23 aprilie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Chirilov Alexandru, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD-2002 Chişinău, Republica Moldova; biologia.asm@gmail.com; tel. (+343 22) 72 50 71

Введение.

Территория Молдавии характеризуется засухами и высокими температурами [4], а также высокой минерализацией подземных и поверхностных вод [16], что, как и в других засушливых регионах, ставит успешность возделывания многих сельскохозяйственных культур в зависимость от их устойчивости и эффективного использования воды. Современные концепции связывают эффективное использование воды с повышением индекса урожая посредством улучшения водного статуса растений [2]. Одним из средств численной оценки устойчивости к тем абиотическим стрессам (засуха, засоление, экстремальные температуры), которые действуют на растение через изменение водного статуса, является водный потенциал(Ψ_w) [10]. Водный статус растений, в частности его гетерогенность в системе целого растения, является предметом исследования в течение долгого времени [1,3], начиная с работы Urshprung A., Blum G. по градиентам сосущей силы между органами плюща [11], однако практически отсутствуют системные данные измерения водного потенциала, проводимые одновременно в разных органах целого растения, особенно в связи с действием неблагоприятных факторов. На обеспеченных влагой растениях подсолнечника

Helianthus annuus показано, что с ростом интенсивности транспирации листьев от 2 до 10 *ммоль×м*$^{-2}$*×сек*$^{-1}$ градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$) между листьями и стеблем изменяется от -0,15 до -0,40 *МПа* [6]. Мало прямых измерений водного потенциала корней, которые обычно заменяются измерением водного потенциала почвы.

Нами была поставлена задача выявить изменения величин водного потенциала и его градиентов в системе «корень-стебель-лист» растений сои в связи с интенсивностью транспирации и формированием листовой поверхности (которая является мерой фотосинтетического потенциала [14] и фактором продуктивности [13,17]) на фоне повышенного содержания солей в почве (далее – засоления) и засухи.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2011-14 гг. в условиях вегетационного комплекса на растениях районированных в Молдове сортов сои *Glycine max* L.- Букурия, Клавера и Аура, выращенных в 10 литровых сосудах на черноземной почве. Растения подвергали действию смоделированных условий слабого засоления, повторяющейся засухи (влажность почвы 35% ПВ) и комплексному действию засоления и засухи. Засоленный фон создавали внесением в почву 0,15% бикарбоната натрия при набивке сосудов. Водный потенциал отдельных органов растений определяли компенсационным методом [9,15]. Для определения водного потенциала листьев применяли также вариант компенсационного метода с регистрацией изменения размеров высечек из листьев в растворах осмотика [5], модифицированный нами использованием осмотика ПЭГ 6000 и цифровой фотографии. Для определения водного потенциала стеблей отбирали кусочки стеблей длиной 2-3 см с 5-го междоузлия от основания. Транспирацию листьев определяли по [12] и портативным инфракрасным газоанализатором LCA-4 ADC (Analytical Development Company, Hoddeson, England). Листовую поверхность растений сои определяли недеструктивным измерением размеров всех тройчатых листьев с учетом различия их формы [17].

Результаты и обсуждение

Отметим, что наши исследования по изучению водного потенциала в связи оценкой действия разных неблагоприятных факторов на водный статус растений сои проводились на протяжении 2006-2014 гг.: на листьях (2006-2011гг.), на листьях и корнях (2012-2013), на листьях, стебле и корнях (2014 г.).

При изучении параметров водного статуса в пределах листовой пластинки тройчатого листа растений сои (с. Букурия) была выявлена гетерогенность водного статуса листа в норме и при воздействии неблагоприятных факторов. На фоне известного явления – снижения водного потенциала листа при засухе, было установлено, что при влагообеспеченности 70% ПВ водный потенциал (Ψ_w) апикальной части листа ниже, чем Ψ_w базальной части листа, а при засухе, наоборот, Ψ_w апикальной части листа выше, чем Ψ_w базальной части листа (таб. 1). Т.е. имеется градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$) между апикальной и базальной частью листа и этот градиент может иметь разную направленность в зависимости от влагообеспеченности растения. При влажности почвы 70% ПВ градиент водного потенциала между апикальной и базальной частями листа

является отрицательным (-0,05 *МПа*), что способствует восходящему току воды, а при 35% ПВ этот градиент положителен (+0,25 М*Па*) и препятствует притоку воды к апикальной части листа (таб. 1, [21]).

Таблица 1. Водный потенциал (Ψ_w) и его градиент ($\Delta\Psi_w$) для разных частей листовой пластинки тройчатого листа растений сои, сорт Букурия, при разной влагообеспеченности (2011 г.).

Вариант	Ψ_w, *МПа*		$\Delta\Psi_w$, *МПа* верх-низ
	верх листа	низ листа	
70% ПВ (контроль)	-0,38± 0,01	-0,33± 0,01	-0,05
35% ПВ	-0,72± 0,02	-0,97± 0,03	+0,25

Основываясь на полученных данных по гетерогенности параметров водного статуса по листу, в дальнейших исследованиях было обращено внимание на возможную гетерогенность водного статуса и на уровне целого растения. В этом плане было показано, что существенное (в 3 раза) снижение при засухе интенсивности транспирации листьев растений сои по сравнению с влагообеспеченными растениями тесно связано с уменьшением водного потенциала корней. Снижение водного потенциала корней с -0,09÷-0,14 МПа при 70% ПВ до -0,40÷-0,45 МПа при засухе сопровождалось уменьшением интенсивности транспирации с 2,58÷2,75 до 0,79÷0,93 *ммоль*$\times$ *м*$^{-2}\times$*сек*$^{-1}$ (таб. 2).

Таблица 2. Водный потенциал (Ψ_w) корней и интенсивность транспирации листьев (ИТ) растений сои при разной влагообеспеченности (2012).

сорт	Ψ_w, *МПа*	ИТ, *ммоль*$\times$ *м*$^{-2}\times$*сек*$^{-1}$
70% ПВ, контроль		
Аура	-0,14±0,13	2,75 ± 0,02
Букурия	-0,09±0,11	2,58 ± 0,04
35% ПВ засуха		
Аура	-0,45±0,07	0,93 ± 0,23
Букурия	-0,40±0,00	0,79 ± 0,12

Тот факт, что при действии неблагоприятных факторов изменяется водный статус как листа, так и корней, не исключает возможности разного вклада отдельных органов в регуляцию водного статуса целого растения (подобно гетерогенности водного статуса в пределах листовой пластинки). В связи с этим нами были проведены измерения водного потенциала разных органов растений сои как в оптимальных условиях, так и при действии неблагоприятных факторов. Эти исследования показали, что изменения Ψ_w в листьях и корнях различаются количественно, что является причиной изменения градиентов водного потенциала ($\Delta\Psi_w$) между этими органами растений сои. При последующем анализе полученных данных установлено, что градиенты водного потенциала между листьями и корнями могут изменяться не только по величине, но и векториально, характеризуя степень нарушения функциональной целостности водного статуса на уровне организма.

Далее представлены данные исследований водного потенциала и его градиентов между полярными органами (листьями и корнями), а также между листьями и стеблями, стеблями и корнями растений сои при действии на них изучаемых стрессогенных факторов (таб. 3-5).

Таблица 3. Влияние засухи и комплексного действия засоления и засухи на величину водного потенциала (Ψ_w), его градиента «лист-корни» ($\Delta\Psi_w$) и интенсивности транспирации листьев (ИТ) растений сои, сорт Клавера, в период цветения (2013 г., 55 ДПС).

Варианты	Ψ_w, *МПа*		$\Delta\Psi_w$, *МПа* лист - корни	ИТ, *г×м$^{-2}$×час$^{-1}$*
	лист	корни		
незасоленная почва, 70% ПВ (контроль)	**-0,14**±0,13	**-0,02**±0,00	**-0,12** ±0,03	**92,4** ±14,6
засоленная почва, 70% ПВ	**-0,26**±0,04	**-0,18**±0,04	**-0,08** ±0,02	**89,2** ±23,4
незасоленная почва, 35% ПВ	**-0,69**±0,04	**-0,72**±0,01	**+0,03** ±0,02	**25,5** ±3,9
засоленная почва, 35% ПВ	**-0,72**±0,04	**-0,85**±0,09	**+0,13** ±0,04	**22,3** ±3,9

Величина $\Delta\Psi_w$ между разными органами зависит от специфики неблагоприятных факторов: в контроле (незасоленная почва, 70% ПВ) разность водного потенциала «лист минус корни» -0,12 *МПа*; при засолении (70% ПВ) $\Delta\Psi_w$ -0,08 *МПа* (Табл. 3), т.е. при 70% ПВ $\Delta\Psi_w$ способствует транспорту воды по растению в вертикальном направлении (от корней к листьям) – однако при засолении в меньшей степени по сравнению с незасоленным контролем. Засуха на незасоленном фоне приводит к положительным значениям $\Delta\Psi_w$ между полярными органами, до +0,03 *МПа*. Комплексное влияние засоления и засухи приводит к величине $\Delta\Psi_w$ +0,13 *МПА*, т.е. препятствует движению воды от корней к листьям. На уровне отдельного листа B. Slavík [8] объяснял различия водного статуса частей листа его предшествующим онтогенетическим развитием как полярного органа. В наших опытах, на уровне целого растения при недостатке влаги во время первого (фаза цветения) засушливого периода (35% ПВ) как на незасоленном фоне, так и при засолении изменение градиента водного потенциала между корнями и листьями коррелирует с уменьшением относительной тургоресцентности листьев до критических значений (~0,6), а также с уменьшением, в 1,5-2,5 раза, листовой поверхности растений по сравнению с влагообеспеченным контролем [17].

Дальнейшими исследованиями установлено, что градиенты водного потенциала изменяются не только в системе целого растения (лист – корни), но и в подсистемах «лист-стебель» и «стебель-корни» (Табл. 5).

Величины $\Delta\Psi_w$ между листьями и стеблем растений сои с. Аура на всех вариантах опыта 2014 г., как в контроле, так и при засухе и засолении, имеют отрицательную величину и варьируют незначительно: от -0,27 до -0,40 *МПа* при большом диапазоне изменения интенсивности транспирации листьев - от 35 до 127 *г× м$^{-2}$×час$^{-1}$* , т.е. от 0,5 до 2,0 *ммоль×м$^{-2}$×сек$^{-1}$*.

Таблица 4. Водный потенциал (Ψ_w) органов растений сои в период цветения (2014, 65 ДПС, с. Аура).

Варианты	Ψ_w, *МПа*		
	лист	**стебель**	**корни**
незасоленная почва, 70% ПВ (контроль)	**-0,74**±0,23	**-0,39**±0,01	**-0,26**±0,06
засоленная почва, 70% ПВ	**-0,78**±0,16	**-0,51**±0,03	**-0,34**±0,03
незасоленная почва, 35% ПВ	**-1,58**±0,46	**-1,18**±0,12	**-1,44**±0,05
засоленная почва, 35% ПВ	**-1,64**±0,22	**-1,31**±0,35	**-1,48**±0,33

Таблица 5. Разность потенциалов воды ($\Delta\Psi_w$) между органами растений сои и интенсивность транспирации листьев (ИТ) в период цветения (2014, 65 ДПС, с. Аура).

Варианты	$\Delta\Psi_w$, *МПа*			ИТ, г× м$^{-2}$×час$^{-1}$
	«лист - стебель»	**«стебель - корни»**	**«лист - корни»**	
незасоленная почва, 70% ПВ (контроль)	-0,35	-0,13	-0,48	**127** ±14
засоленная почва, 70% ПВ	-0,27	-0,17	-0,44	**104** ±8
незасоленная почва, 35% ПВ	-0,40	0,26	-0,14	**35** ±6
засоленная почва, 35% ПВ	-0,33	0,17	-0,16	**35** ±9

Полученные нами данные по системе «лист-стебель» для стрессовых фонов практически тождественны данным Simonin et al. [6], полученным на фоне постоянной высокой влагообеспеченности (на растениях подсолнечника *Helianthus annuus*), где градиент водного потенциала между листьями и стеблем изменялся практически в том же диапазоне, от -0,15 до -0,40 *МПа*, при пятикратном изменении интенсивности транспирации листьев, от 2 до 10 *ммоль×м$^{-2}$×сек$^{-1}$* [6]. Это указывает в целом на слабую зависимость верхней (лист-стебель) подсистемы водного статуса целого растения от водного и солевого режима почвы. При достаточной влагообеспеченности наблюдается общая закономерность: увеличение интенсивности транспирации прямо коррелирует с увеличением отрицательности градиента водного потенциала между листом и стеблем – в опытах Simonin et al. [6] на подсолнечнике при снижении влажности воздуха, а в наших опытах – при повышении содержания солей в почве (где $\Delta\Psi_w$ = - 0,27 МПа против -0,35 МПа в незасоленном контроле, при интенсивности транспирации 104 и 127 *г×м$^{-2}$×час$^{-1}$*, соответственно). В отличие от влагообеспеченных растений, $\Delta\Psi_w$ между листьями и стеблем сои при засухе (как на незасоленном, так и на засоленном фоне) с падением транспирации не увеличивается (т.е. не становится менее отрицательным), а снижается (становится более отрицательным): на незасоленном фоне при падении транспирации со 127 до 35 *г×м$^{-2}$×час$^{-1}$*, $\Delta\Psi_w$ между листьями и стеблем изменяется от -0,35 до – 0,40 *МПа*, а на засоленном

фоне при падении транспирации со 104 до 35 *г×м*$^{-2}$*×час*$^{-1}$, $\Delta\Psi_w$ между листьями и стеблем изменяется от -0,27 до – 0,33 *МПа*.

Полученные данные позволяют выделить в градиенте водного потенциала целого растения две подсистемы - «корни-стебель» и «стебель-лист». Разделение $\Delta\Psi_w$ в системе целого растения («корни-лист») на две подсистемы – верхнюю («лист-стебель») и нижнюю («стебель-корни») демонстрирует более отрицательную величину $\Delta\Psi_w$ в верхней подсистеме растения (-0,27 ÷ -0,40 *МПа*) по сравнению с величиной $\Delta\Psi_w$ в нижней подсистеме растения (Табл. 5). Отрицательный $\Delta\Psi_w$ между листом и стеблем не препятствует акропетальному транспорту воды из стебля в листья. При засолении $\Delta\Psi_w$ между листом и стеблем, хотя и уменьшается (что изменяет водный статус листьев), однако остается существенно отрицательным и (как на незасоленной почве) не препятствует акропетальному транспорту воды из стебля в листья.

Принципиально иной характер градиента водного потенциала в нижней подсистеме («стебель-корни») наблюдается при засухе 35% ПВ (табл. 5). $\Delta\Psi_w$ стебля и корней при засухе положителен (0,17 ÷ 0,26 *МПа*), что препятствует транспорту воды из корней в стебли, несмотря на суммарно отрицательный $\Delta\Psi_w$ (-0,14 ÷ -0,16 *МПа*) в системе целого растения («лист-корни»), за счет существенного отрицательного $\Delta\Psi_w$ (-0,33 ÷ -0,40 *МПа*) в верхней, апикальной подсистеме «лист-стебель». Таким образом, при засухе в период цветения градиент водного потенциала в базальной подсистеме (стебель-корни) целого растения является лимитирующим звеном регуляции водного статуса апикальной части целого растения и, как будет показано далее, влияет на величину фотосинтетического потенциала (листовую поверхность, ЛП) и на продуктивность растений сои. Известно, что при снижении доли доступной для транспирации почвенной воды ниже 0,30-0,45 газообмен растений сои снижается линейно этой доле, что говорит о важности градиента водного потенциала между почвой и корнем [7]. Вышеуказанные факты указывают на значенние базальной (стебель-корень) подсистемы целого растения в эффективном использовании воды и засухоустойчивости.

Неблагоприятные факторы воздействуют, в разной степени, на продуктивность растений сои. При недостатке влаги, особенно в условиях повторной засухи, относительно контрольных растений, уменьшается общая сухая масса и семенная продуктивность растений сои (табл. 6 и 7). Ранее нами в качестве показателя распределения ассимилятов между вегетативной и генеративной частями растений сои предложена семенная продуктивность на единицу листовой поверхности [22], что дополняет оценку продуктивности по индексу урожая (ИУ).

Сорт Букурия полудетерминантный, обладает относительно высокой силой роста в сравнении с другими сортами сои. На фоне повышенного содержания бикарбоната в почве происходит изменение соотношения генеративных и вегетативных процессов в сторону последних, что приводит к удлинению онтогенеза растений. Теплая осень 2011 года позволила собрать семена, дозревшие за пределами сортоспецифичного для сорта Букурия срока, 135 дней после сева (ДПС), что смягчило отрицательное действие бикарбоната (Табл. 6).

Таблица 6. Семенная продуктивность растений сои сорт Букурия при действии недостатка влаги и повышенного содержания бикарбоната в почве. 2011г.

вариант	Семенная продуктивность, г/растение			ЛП, *дм²*	Индекс урожая (ИУ)	
	первая уборка (115 ДПС*)	вторая уборка (135 ДПС)	суммарно		г/г	г/дм²
70% ПВ (контроль)	8,29 ± 1,43	5,3 ± 1,5	13,6 ± 0,2	26,0	0,30±0,01	0,52±0,01
70% ПВ + бикарбонат	5,65 ± 0,37	8,3 ± 0,3	13,9 ± 0,6	24,2	0,44±0,01	0,57±0,02
одна засуха	9,71 ± 0,36	0,8 ± 0,5	10, 6 ± 0,4	15,6	0,32±0,03	0,68±0,01
две засухи	3,62 ± 2,40	4,3 ± 1,7	7,9 ± 0,4	12,8	0,26±0,02	0,62±0,04
две засухи + бикарбонат	5,80 ± 1,32	3,7 ± 1,3	9,5 ± 0,6	13,8	0,28±0,02	0,69±0,05

сортоспецифичный срок

Одним из результатов снижения при засухе градиента водного потенциала в системе «корень-лист» целых растений сои является не только уменьшение листовой поверхности растений, но и снижение доли зерна в полной сухой массе растений. В настоящее время урожайный индекс (уровень целого растения) методологически считается более объективным критерием эффективного использования воды растением, чем соотношение транспирации и фотосинтеза (уровень отдельного органа) [2]. Ранее было установлено, что, хотя в онтогенезе растений на фонах низкой влажности уменьшались водный потенциал, оводненность апопласта и устьичная проводимость листьев, увеличивалась водоудерживающая способность, а на уровне листа уменьшался расход транспирационной воды на ассимиляцию единицы CO_2, однако на уровне целого растения, по критерию доли хозяйственно-полезной части в сухой массе растений, эффективность использования воды была самая низкая при низкой влажности. Наибольшая эффективность использования воды установлена при уровнях влагообеспеченности 55 и 70% ПВ, на этих фонах влажности было и самое высокое качество семян по содержанию в них масла. Результаты многолетних исследований указывают на целесообразность снижения уровня оптимальной влагообеспеченности для растений сои с 70 до 55% ПВ [18, 19, 22].

Как следует из полученных данных (таб. 7), для разных сортов сои урожай семян на единицу сухой массы (*г/г*) растений в целом положительно коррелирует с урожаем семян на единицу листовой поверхности растений (*г/дм²*), что позволяет использовать последний показатель, наравне с индексом урожая, для оценки эффективного использования воды растениями. Сокращение листовой поверхности при действии неблагоприятных факторов (засуха, слабое засоление) в случае поддержания высокого уровня семенной продуктивности на единицу листовой поверхности является адаптивным механизмом, способствующим поддержанию высокого индекса урожая (Аура, засуха 2012 и засоление 2014, Клавера, засоление 2013). Снижение семенной продуктивности на единицу

листовой поверхности приводит к снижению индекса урожайности (Клавера, засуха 2013; Аура, засуха 2014).

Таблица 7. Влияние повышенного содержания солей и недостаточной влагообеспеченности на показатели продуктивности растений сои (2012-2014 гг.).

Варианты	Сухая масса растений, *г/растение*	ЛП, *дм²*	Семенная продуктивность, *г/растение*	УИ	
				г/г	г/дм²
2012, с. Аура					
70% ПВ	**19,8** ±1,8	**9,2** ±0,6	**6,0** ±0,4	**0,27** ±0,04	**0,65** ±0,05
35% ПВ	**13,2** ±1,9	**5,6** ±0,7	**3,9** ±0,2	**0,26** ±0,05	**0,70** ±0,04
2013, с. Клавера					
70% ПВ	**24,2** ±0,3	**14,6** ±0,8	**7,46** ±0,36	**0,27** ±0,03	**0,51** ±0,04
засоление, 70% ПВ	**19,6** ±1,4	**9,4** ±0,9	**7,55** ±0,38	**0,34** ±0,02	**0,80** ±0,07
35% ПВ	**19,2** ±2,0	**15,4** ±1,6	**4,45** ±0,24	**0,20** ±0,02	**0,29** ±0,02
засоление, 35% ПВ	**13,7** ±1,9	**6,1** ±0,8	**4,49** ±0,61	**0,29** ±0,04	**0,74** ±0,10
2014, с. Аура					
70% ПВ	**25,8** ±1,1	**15,5** ±0,7	**11,0** ±1,7	**0,43** ±0,04	**0,71** ±0,05
засоление, 70% ПВ	**25,2** ±6,0	**13,2** ±2,9	**10,3** ±2,7	**0,41** ±0,03	**0,78** ±0,09
35% ПВ	**14,8** ±3,2	**10,8** ±1,5	**4,2** ±1,0	**0,28** ±0,03	**0,39** ±0,07
засоление, 35% ПВ	**12,1** ±0,8	**9,8** ±0,6	**3,2** ±0,2	**0,26** ±0,02	**0,33** ±0,02

Выводы.

- На уровне листовой пластинки растения сои между апикальной и базальной частями имеется градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$), который может иметь разную направленность в зависимости от влагообеспеченности растения. При влажности почвы 70% ПВ градиент водного потенциала между апикальной и базальной частями листа отрицателен, способствуя току воды, а при 35% ПВ этот градиент положителен, препятствуя притоку воды к апикальной части листа.
- На основании данных вегетационных опытов в градиенте водного потенциала целого растения выделены две подсистемы - «стебель-корень» и «лист-стебель». В условиях оптимальной влагообеспеченности градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$) в верхней подсистеме («лист-стебель») характеризуется более отрицательными величинами по сравнению с $\Delta\Psi_w$ в нижней подсистеме растений. При слабом засолении $\Delta\Psi_w$ между листом и стеблем, хотя и изменяется, однако остается отрицательным и (как на незасоленной почве) не препятствует акропетальному транспорту воды из стебля в листья.

- При засухе $\Delta\Psi_w$ в подсистеме «стебель-корень» изменяется вплоть до положительных значений, препятствуя транспорту воды из корней в стебли, что снижает транспирацию даже при существенно отрицательном $\Delta\Psi_w$ в апикальной подсистеме («лист-стебель»). При засухе градиент водного потенциала в базальной подсистеме (стебель-корни) целого растения является лимитирующим звеном регуляции водного статуса целого растения, влияя на листовую поверхность и продуктивность растений сои.
- Для разных сортов сои урожай семян на единицу сухой массы (*г/г*) растений положительно коррелирует с урожаем семян на единицу листовой поверхности растений (*г/дм*^{2}), что позволяет использовать последний показатель, наравне с индексом урожая, для оценки эффективного использования воды растениями. Сокращение листовой поверхности при действии неблагоприятных факторов (засуха, слабое засоление) является адаптивным механизмом, способствующим поддержанию высокого индекса урожая только в случае поддержания высокого уровня семенной продуктивности на единицу листовой поверхности. Снижение семенной продуктивности на единицу листовой поверхности приводит к снижению индекса урожайности.

Авторы выражают благодарность д.б.н., проф. А.А. Штефырцэ за полезные советы при обсуждении результатов.

Литература.

1. *Aluchi N., Ştefîrţă A*. Gradienţii status-ului hidric la plantele de *Zea Mays* L. în condiţii de stres hidric//Mater. Simpoz. II „Secetă şi căile fiziologo-biochimice de atenuare a consecinţelor ei asupra plantelor de cultură”. Chişinău, 1999, p. 43-46.

2. *Blum A.* Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. Field Crops Research, 2009, 112, 119-123.

3. *Cernat V., Aluchi N., Ştefîrţă A.* Rolul gradienţilor status-ului apei în adaptarea plantelor la condiţii de variaţie a umidităţii.//Mater. Confer. „Apele Moldovei” Chişinău, 1998, p. 185-186.

4. *Constantiniv T.*. Distribuirea în timp a precipitaţiilor diurne în Republica Moldova. Seceta şi căile fiziologo-biochimice de atenuare a consecinţelor ei asupra plantelor de cultură. (Materialele Simposionului al II-lea), Chişinău, Moldova 23 iunie 1999, 1999, p. 4-14.

5. *Ito R. and Kumura A.,*. Acclimation of Soybean Plants to Water Deficit. III. Changes in leaf growth as regulated by “leaf extensibility” and pressure potential under various soil water regimes. // Japan. Jour. Crop Sci. 1987, 56 (1) : 109-114.

6. *Simonin K.A., Burns E., Choat B., Barbour M.M., Dawson T. E. and Franks P.J.* Increasing leaf hydraulic conductance with transpiration rate minimizes the water potential drawdown from stem to leaf.// Journal of Experimental Botany, 2015, Vol. 66, No. 5, pp. 1303–1315.

7. *Sinclair T.R., Zwieniecki M.A., Holbrook N.M.* Changes in plant–soil hydraulic pressure gradients of soybean in response to soil drying. // Annals of applied biology 2008, 152 (1), 49-57.

8. *Slavík B.,*. Gradients of osmotic pressure of cell sap in the area of one leaf blade. //Biologia Plantarum, 1959, vol. 1, N. 1, 39-472.

9. *Slavík B.,*. Methods of studying plant water relations. Springer-Verrlag, Berlin, 1974, 39-47.

10. *Verslues P. E., Agarwal M., Katiyar-Agarwal S., Zhu J. and Zhu J.-K.* Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. //The Plant Journal. 2006, 45, 523–539.

11. *Urshprung A., Blum G.* Bespreshung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. //Ber. Dt. Bot. Ges. 1918, 36, 599-618.

12. *Бабушкин Н.* Прибор для измерения суточного расхода воды на транспирацию. Тр. Молд. науч.-исслед ин-та орошаемого земледелия и овощеводства. Т. 4, вып. 1. Кишинев: Изд-во с/х литературы. 1962. С. 69-73.

13. *Будак А.Б., Харчук О.А*. Форма листьев как фактор продуктивности фенотипов сои. В: Современная физиология растений: от молекул до экосистем./Материалы докладов Международной конференции (в трех частях). Часть 3. Сыктывкар, 2007, стр. 304-306.

14. *Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М*. Краткий справочник по физиологии растений. Киев, «Наукова думка», 1973. 592 с.

15. *Колесник Т.И., Егоров В.Е*Водный режим и продуктивность пшеницы в связи с адаптацией к условиям увлажнения. / Водный режим сельскохозяйственных растений (Материалы I Республиканского симпозиума физиологов и биохимиков Молдавии, 25-27 мая 1988г.), Кишинев, «Штиинца», ., 1989. 119-121.

16. Почвы Молдавии (ред. *А.Ф.Урсу и др.*), 1984, изд-во «Штиинца», т.1, 352 стр.

17. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Будак А.Б., Козьмик Р.А., Баштовая С.И., Кириллова Э.Н.* Листовая поверхность растений сои при слабом засолении и недостатке влаги в связи с продуктивностью. /Международная научная конференция и школа молодых ученых «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий» (Россия, Калининград, 2014): материалы : в двух ч. //под ред. Е.С. Роньжиной – Калининград: Аксиос, 2014. – Ч. II., стр. 462-464.

18. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Болотин О.А., Бригидина Т.Ю.,Клейман Э.И., Беззубов И.Н., Баштовая С.И., Козмик Р.А., Тома С.И.* Слабое засоление как фактор усиления теплового стресса. В: Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2008, № 1 (304), с. 67-75.

19. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Козмик Р.А., Кириллова Э.Н., Баштовая С.И., Кинтя П.К., Тома С.И.* Особенности водного статуса и реализации продуктивности растений сои при разных уровнях влагообеспеченности. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования; материалы IX Международного симпозиума Москва. Российский Университет дружбы народов. 2011, 177-181.

20. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Козмик Р.А., Кириллова Э.Н., Баштовая С.И., Митина Т.* Градиент водного потенциала в системе «корень-лист» растений сои *Glycine max* L. при недостаточной влагообеспеченности и повышенном содержании солей в почве. // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений: материалы XI Международной научно-методической конференции, 9-14 июня 2014 г. – Махачкала: 2014., стр. 184-188.

21. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Козмик Р.А., Митина Т., Кириллова Э.Н., Баштовая С.И., Кинтя П.К.* Гетерогенность водного статуса листа растений сои в условиях недостаточной влагообеспеченности. / Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы X Международной научно-методической конференции, посвященной памяти академика РАСХН Немцева Николая Сергеевича, 25-28 июня 2012 года /под ред. д-ра с.-х. наук С. Н. Немцева. В 2 т. Т. 1. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 528 с., стр. 347-355.

22. *Харчук О.А., Кириллов А.Ф., Тома С.И., Будак А.Б., Баштовая С.И., Козмик Р.А.* Исследование некоторых параметров водного статуса растений сои в связи с их засухоустойчивостью и продуктивностью при разной влагообеспеченности. // Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2005, № 2 (297), с. 34-42.

GENETICA, BIOLOGIA MOLECULARĂ ŞI AMELIORAREA

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИИ МУТАНТОВ ТОМАТА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Маковей М.Д., Ганя А.И.

Институт генетики, физиологии и защиты растений Академии Наук Молдовы

Rezumat

În articol sunt expuse rezultatele evaluării colecţiei formelor mutante de tomate (105 genotipuri) în baza manifestării fenotipice a caracterelor marker la diferite faze ale ontogenezei. S-a evidenţiat o diversitate înaltă şi eterogenitate a formelor mutante după specificul manifestării caracterelor morfo-biologice şi agronomice. A fost efectuată diferenţierea şi sistematizarea mutantelor după gradul de expresivitate a caracterelor marker în condiţiile concrete ale mediului, precum şi identificarea donatorilor de rezistenţă la stresurile abiotice (arşiță, frig, secetă), cea ce va permite de a le utiliza direcţionat la soluţionarea multor probleme de genetică specială şi ameliorare practică a tomatelor.

Cuvinte cheie: forme mutante, colecţia, gene mutante, caractere morfo-biologice, caractere marker, identificare, rezistenţă.

Depus la redacţie 23 ianuarie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Makovei Milania, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Pădurii, 20, MD 2002 Chişinau, Republica Moldova; E-mail: *m_milania@mail.ru;* tel. (+373 22) 66.04.24. mob. 069408106

Введение

Изменение климата на планете и вирусные эпифитотии, которые имеют место в Молдове за последние годы, приводят к интенсивной генетической эрозии культуры томата и, соответственно, производство её требует новых подходов к селекционному процессу, результатом которого является создание новых более совершенных сортов и гетерозисных гибридов. Для решения этой актуальной и сложной проблемы возникает необходимость активного вовлечения в селекционный процесс новых источников зародышевой плазмы. Одним из возможных путей является использование в селекционных программах мутантных форм томата, которые открывают новые возможности расширения генетической изменчивости культурного томата, повышая тем самым и спектр морфо-биологического и хозяйственно-ценного потенциала. Некоторым авторам [4,12] удалось экспериментально доказать, что мутантные гены обладают громадным потенциалом хозяйственно-ценной качественной изменчивости, способной значительно расширить генетическую норму реакции количественных признаков.

Наиболее важные исследования по изучению влияния мутаций на формирование культурного вида томата (*Solanum lycopersicum L.*) были проведены Г.Штуббе [13]. Автором впервые экспериментально доказана возможность возникновения культурного томата от диких форм в результате генных мутаций. Такой же вывод о прогрессивном влиянии мутантных генов на окультуривание томата делают и другие исследователи, занимающиеся изучением его эволюции [2; 5; 7; 9; 11]. Известно, что мутации – это спонтанные, внезапные изменения, происходящие естественным или искусственным путем на разных генетических уровнях (геном, хромосома, ген). Генные мутации являются первичным источником новых аллелей, во многом способствующих расширению генетической изменчивости любого признака. Поэтому, для решения проблем, которые стоят перед генетиками и селекционерами на современном этапе при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной науки, особый интерес вызывают коллекции мутантов, как исходный материал селекционно-важных признаков. Ещё Н.И. Вавилов [6] говорил о планомерном создании коллекции исходного материала в отличие от механического коллекционирования, характерного для многих центров интродукции. Следовательно, процедура описания и оценки имеющихся генетических ресурсов и поступающего материала, его поддержка и репродукция являются одним из важнейших направлений современных исследований.

В связи с этим, целью наших исследований являлось изучение генетического потенциала коллекции мутантов томата через фенотипическую выраженность мутантных генов, дифференциация и систематизация его по степени проявления морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков для последующего использования их в селекционных программах.

Материал и методы

Объектом для проведения исследований послужили мутантные формы томата разного генетического и географического происхождения из коллекции Лаборатории генетических ресурсов растений Института генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы. В условиях Молдовы было изучено и описано 105 мутантных форм: Mo 24 (wv), Mo 36 (Va-2), Mo56 (fu), Mo 63 (Me), Mo 74 (div), Mo 113 (gf), Mo 120 (t), Mo 122 (res), Mo 136 (alb), Mo 137 (aud), Mo 147 (Mi), Mo 158 (ms,sp), Mo 162 (u), Mo 163 (Ve), Mo 305 (d, aw, wv), Mo 311 (Op), Mo 316 (gs), Mo 324 (Ver), Mo 328 (c, a, lut), Mo 331 (br, ch), Mo 341 (W^m), Mo 343 (aw, o), Mo 350 (vit), Mo 372 (ven), Mo 377 (oc), Mo 385 (br, wt, y), Mo 392 (coa), Mo 409 (nv), Mo 421 (l-2, u), Mo 432 (Ge), Mo 443 (ls), Mo 446 (o), Mo 451 (sp, hp, u, og^c), Mo 463 (Tm^{2a}), Mo 466 (j), Mo 489 (Tm-2), Mo 500 (wo, d, aw, c, m-2), Mo 504 (aw, bk, d, o, p, s, wo), Mo 519 (r, c, wd), Mo 529 (Tor), Mo 534 (bul), Mo 544 ($ds/^+$), Mo 558 (V-3), Mo 561 ($Xa\text{-}2^{(+)}$), Mo 562 ($Xan/^+$), Mo 565 (Xan-4), Mo 576 ($V\text{-}5/^+$), Mo 585 (int, al), Mo 589 (apn), Mo 593 ($dd/^+$), Mo 598 (etf), Mo 600 (syv), Mo 606 (Cu), Mo 620 ($lur/^+$), Mo 632 (ag, h, t, u, pl, e), Mo 634 (per, c, r, l alb), Mo 637 (V-2, sp, u), Mo 638 (V-2, c, a, u, ut, gs, gf, u, ms), Mo 640 (int, yg-6), Mo 651 (Xa-3, al), Mo 663 (rvt, vo d, gf, sp), Mo 670 (ig, ltf,), Mo 722 (mup), Mo 723 (mux), Mo 724 (pat), Mo 738 ($stl/^+$), Mo 755 (aa, wv, d), Mo 756 (ru, st, sy), Mo 759 (bls, aut), Mo 762 (ful, e, ra), Mo 779 (ms-31, l, bu, dl, al), Mo 781 (wd, marm), Mo 786 (inc, ag), Mo 787

(ms-2, a, hl), Mo 791 (alb, mua), Mo 794 (afl), Mo 805 (cg), Mo 822 (glf, spl), Mo 833 (imp^{dia}), Mo 835 (Ln), Mo838 mult), Mo 851 (clau, di, inc, ag), Mo 900 (pu-2), Mo 917 (ta), Mo 924 (lg, vi,y), Mo 952 (bls, st), La 1159 (ep,obl), La 1563 (lp), La 1175 (bls, aut), La 2529 (alc), La 2644 (sh), La 2921 (Del), La 2999 (gf), La 3013 (nor), La 3179 (B^c), La 3535 (at), La 3539 (ug), La 3616 (ep), La 3738 (el), La 3770 (nor).

Растения мутантных форм томата выращивали в 2011-2014гг. на экспериментальном поле института по общепринятой для данной культуры методике. Для дифференциации их по важнейшим морфо-биологическим и другим хозяйственно-ценным признакам использовали два вида скрининга: пассивный и активный.

Пассивный скрининг применяли для изучения морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков согласно Международному дескриптору для рода *Solanum lycopersicon L*. [1]. Каждая мутантная линия описана по 50 признакам.

Активный скрининг позволил провести оценку и дифференциацию мутантных форм по степени их устойчивости к стрессовым абиотическим факторам. Оценку мутантных образцов (105) на устойчивость к жаре, засухе, холоду проводили на стадии зрелого мужского гаметофита. Для этого в условиях лаборатории применяли искусственно смоделированные стрессовые фоны. Жаростойкость определяли путем предварительного прогревания свежесобранной пыльцы при температуре (45°C) в течение 8 часов с последующим проращиванием её при оптимальной температуре (24°C/3часа). Проращивание пыльцы на искусственной питательной среде в чашках Петри при температуре 6°C в течение 24 часов с последующим подсчетом количества проросших пыльцевых зерен и замером длины пыльцевых трубок (деления окуляр - микрометра) дало возможность определить реакцию каждого генотипа на низкотемпературный стресс. Использование искусственной питательной среды с высокой концентрацией сахарозы, имитирующей засуху, позволило оценить экспериментальный материал на устойчивость к засухе.

Уровень устойчивости к изученным факторам стресса определяли по изменению процента прорастания пыльцы и длины пыльцевых трубок в опытном варианте по сравнению с контролем (свежесобранная пыльца). По степени проявления изученных признаков мутантные линии были разбиты на соответствующие группы [8].

Результаты и их обсуждение

В литературе имеется достаточно информации о том, что через сформировавшиеся в определенных почвенно-климатических условиях морфологические признаки как бы реализуется реакция растений на комплекс внешних условий. В основе таких морфологических различий лежит характер обмена, ритм роста и плодоношения, и, следовательно, скороспелость, продуктивность и другие важные показатели. Вследствие этого одним из условий целенаправленного использования генетического потенциала мутантных форм томата при решении актуальных задач практической селекции является правильная организация и классификация на группы источников генетической изменчивости по характеру проявления мутантных генов на разных фазах роста и развития растений,

а также идентификация доноров устойчивости к абиотическим стрессорам (жара, холод, засуха).

Представленная схема работы с коллекцией мутантов томата (рисунок 1) позволяет охватить все фазы развития одного конкретного растения и выявить характер проявления того или иного признака.

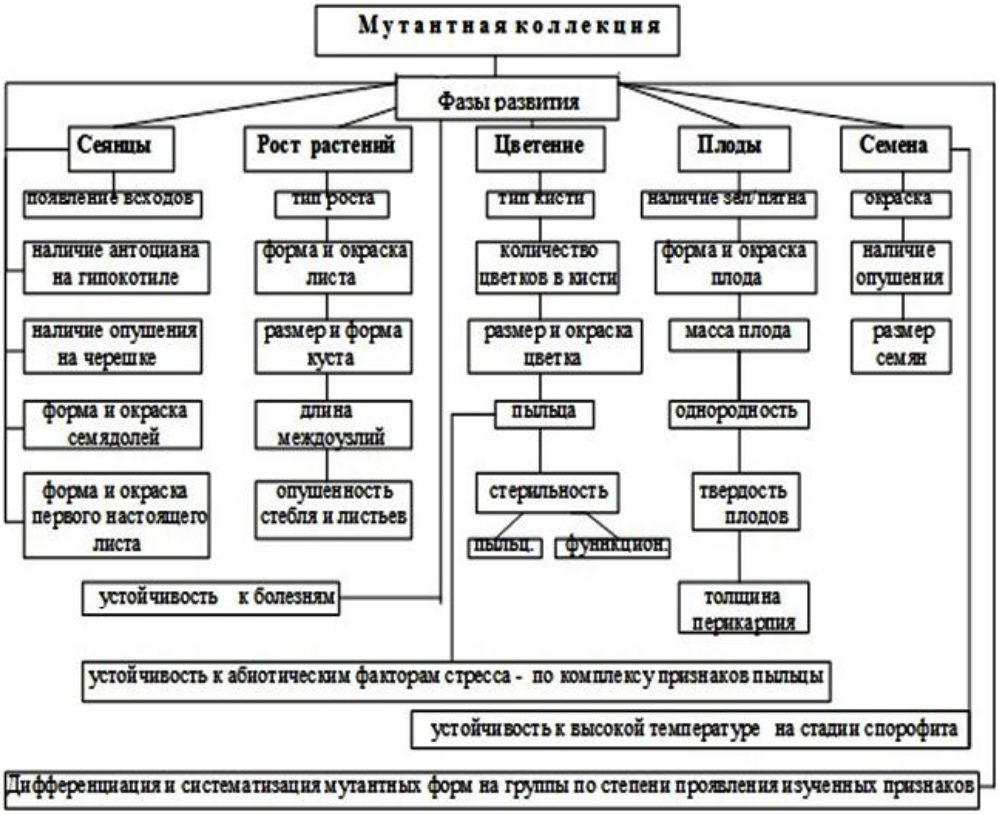


Рисунок 1. Схема организации работы с мутантной коллекцией.

Первым этапом проведенных исследований являлось изучение мутантных генов, проявляющихся на ранних стадиях онтогенеза и влияющих на признаки сеянцев (появление всходов, окраска гипокотиля, форма и окраска семядолей, опушенность черешка, форма и окраска первых настоящих листьев).

Маркеры, контролирующие синтез антоциана, могут быть идентифицированы в день появления всходов. Эта группа представлена огромным числом генов, благодаря ранней идентификации которых в фазе всходов, появляется возможность быстрее решать задачи за счет отбора нужных генотипов, контролировать гибридность рассадного материала и тем самым значительно сократить объем и продолжительность проводимых экспериментов. В эту группу входят одномаркерные - Mo 588 (aa), Mo 305 (aw), Mo 343 (aw), 581 (ag), Mo 585 (al), Mo 651 (al), Mo 787 (a, hl), Mo 952 (bls) и многомаркерные мутантные линии Mo 500 (wo, d, aw, c, m-2), Mo 504 (aw, bk, d, o, p, s, wo), Mo 632 (ag, h, t, u, pl, e), Mo 638 (V-2, c, a, u, ut, gs, gf, u, ms), Mo 755 (aa, wv, d), Mo 779 (ms-31, l, bu, dl, al), Mo 851 (clau, di, inc, ag), Mo 924 (lg, vi,y).

Следующая группа маркеров характеризует стадию семядольных и первых настоящих листьев. Выявлен высокий полиморфизм коллекции по степени нарушения формы, окраски (ярко-желтые, желтые, бело-желтые, желто-зеленые, серо-белые, светло-зеленые и др.) семядольных и первых настоящих листьев контролируемых генами: aut, apn, alb; afl, gil, gs, Cu, cg, c, dt, fu, inf, inta, lur/$^{+}$; lut; ltf; lg-2, Me, marm, marm^{2}, marm^{3}, nv, oc, Op, pu^{2}, pl, res, ru, sf, sy, syv, Tor, ver, vo, V-5/$^{+}$, wwd, wv, Xan/$^{+}$; Xan-4. Для селекционно-генетических исследований эта группа генов представляет особый интерес, так как позволяет работать с большим количеством растений и на ранних этапах отбирать ценные искомые генотипы. Выявлены 33 формы, которые являются носителями маркерных признаков, определяющих тип, форму, окраску, степень опушения корешка и листьев.

Наряду с мутациями, идентифицируемыми на ранних стадиях, выделяется группа мутантных генов, контролирующих рост растений. Морфологические различия, возникшие в процессе эволюции томата в определенных условиях, коренным образом переопределили сформировавшуюся модель томатного растения. Первоначально для культуры томата характерным был индетерминантный тип роста. Появление других форм – детерминантных, супердетерминантных, штамбовых, карликов - является результатом начала хозяйственной деятельности человека. Как полагают Ф. Бриггс и П. Ноулз [5], история окультуривания растений и их улучшение на протяжении столетий - это в основном, история использования человеком генных мутаций. В практической селекции наибольшее применение получили такие мутантные признаки, как тип роста и габитус растения. Изученная коллекция по типу роста растений сильно дифференцирована. Индетерминантный тип роста, который контролируется геном sp^{+}, имеют 31 мутантная форма – Mo 36, Mo 56, Mo 74, Mo 120, Mo 122, Mo 137, Mo 162, Mo 163, Mo 311, Mo 324, Mo 328, Mo 331, Mo 343, Mo 377, Mo 385, Mo 463, Mo 489, Mo 547, Mo 585, Mo 722, Mo 724, Mo 787, Mo 952, La 2644, La 3013, La 3535, La 3539, La 3616, La 3770.

Выявлено 35 мутантных форм, характеризующихся детерминантным (sp) типом роста - Mo 136, Mo 147, Mo 158, Mo 316, Mo 341, Mo 350, Mo 372, Mo 392, Mo 409, Mo 421, Mo 443, Mo 451, Mo 466, Mo 519, Mo 558, Mo 576, Mo 588, Mo 589, Mo 593, Mo 598, Mo 600, Mo 637, Mo 640, Mo 651, Mo 663, Mo 738, Mo 756, Mo 762, Mo 794, Mo 835, Mo 851, La 1563, La 2999, La 3738. Рост основного побега у этих форм прекращается после образования 4-5 соцветий, которые закладываются через 1 – 2 листа. Открытие детерминантности, контролируемой геном sp, способствовало созданию сортов нового поколения, являющихся в настоящее время самой многочисленной группой в мировом и отечественном сортименте. Это является примером того, насколько эффективным с практической точки зрения могут быть морфологические изменения структур растения, связанные с мутациями.

Наряду с индетерминантным (sp^{+}) и детерминантным (sp) типами роста в мировой литературе имеется описание растений томата с полудетерминантным (sp$^{\pm}$) и супердетерминантным типами роста (ssp). В коллекции 11 мутантных форм имели полудетерминантный тип роста – Mo 147, Mo 341, Mo 432, Mo 446,

Mo 544, Mo 620, Mo 723, La 1159, La 2529, la 2921, La 3179. Супердетерминантным типом роста характеризуются 6 мутантных линий – Mo 63, Mo 637, Mo 638, Mo 779, Mo 900, Mo 917. Это растения с очень короткими междоузлиями и один за другим чередующимися соцветиями. Разнообразие по форме куста в основном связано с размером растения, числом боковых побегов, контролируемых геном ls, и степенью их разветвления (cg, bu, atn).

Особую группу в коллекции представляют формы с мутантными генами ssp, br, com, sd, d, dd, bls, повышающими компактность растения. Эти формы представляют собой своеобразный тип растения: листья их отличаются повышенной плотностью, имеют более темную окраску и сильно сморщенную, гофрированную поверхность. Это новая жизненная форма томата, сформировавшаяся в результате морфо-биологических преобразований, обусловленных генетическими (мутационными) изменениями в геноме. В результате всестороннего изучения и анализа коллекции мутантов томата выявлены 24 формы, которые объединены серией мутантных генов, имеющих сходное фенотипическое проявление. К ним относятся: Mo 36 (Va-2); Mo 113 (dt); Mo 122 (d); Mo 305 (d); M0 331 (br); Mo 372 (dd); Mo 385 (br); Mo 392 (coa); Mo 443 (ls); Mo 500 (d); Mo 504 (d); Mo 593 ($dd/^{+}$); Mo 651 (Xa-3); Mo 663 (d); Mo 732 (psu); Mo 755 (d); Mo 781 (wd); Mo 791 (mua); Mo 805 (cg); Mo 822 (glf); Mo 833 (imp^{dia}); Mo 900 (dd, pu^{2}); Mo 917 (ta). Все они проявляют фенотипические разновидности штамбового типа роста: растения уменьшены, междоузлия укорочены. Карликовость предположительно [12] связана с наличием в одном геноме генов – d, br, bu или d, sp, br, bl. Раннее фенотипическое проявление признаков штамбовости и карликовости, ограниченный вегетативный рост этих форм, позволяет проводить отборы на начальных этапах вегетации и, тем самым сократить период исследований на небольших участках. Эти признаки имеют большое значение в формировании практической ценности сортов томата, так как определяют область их использования, и, потому в последние годы они стали активно вовлекаться в селекционно-генетические исследования.

Одним из основных апробационных признаков, который положен в основу внутривидовой дифференциации культурного томата, является форма листа. По данному признаку коллекция мутантных форм достаточно разнообразна (окраска, форма, тип листовой пластинки, рассеченность края листа, гофрированность, степень опушения листьев и др). Вариации по этим признакам у взрослого растения определяются следующими генами: fu; me; div; dt; res; aut; d; Op; m-2; coa; Ver; inc; c; a; lut; ch; marm; Wo^{m}; Ven; wt; nv; l-2; wd; $Xan/^{+}$; Xa-3; bls; ful; mua; alf; spl; ag; ta; inta; apn; lur; pl; per; ug-6; clau; oc; alb; ig; vo; etf; lg; Tor; bul; V-3; hl; syv; Cu; e; ra. Из изученных и описанных мутантных форм 36 линий имеют разное сочетание генов, вызывающих нарушение формы, окраски, структуры и других признаков листа.

Другая группа мутантных генов отвечает за проявление признаков на стадии цветка и соцветия. В коллекции имеются мутантные линии с очень разветвленными (am, s, mult, mp, mux, mua) или уменьшенными соцветиями (hg, di), а также те, которые отличаются меньшим числом цветков в соцветии (1-3) и ограничивают свой рост образованием фасциированного соцветия. В коллекции

также имеются мутантные формы с разными типами стерильности – Mo 544 (ds), Mo (ex), Mo 432 (Ge), Mo 638 (ms), Mo 787 (ms-2), Mo 779 (ms-31, Mo 732 (psu), Mo 504 (s), Mo 732 (ste), Mo 738 (ste), Mo 756 (st), Mo 822 (spl). Цветки форм, носителей этих генов, обладают значительной изменчивостью в отношении числа элементов околоцветника и андроцея. Доли чашечки по длине могут быть короче долей венчика, равны или значительно больше их. Эти гены вызывают активный интерес селекционеров с целью создания стерильных материнских линий при гетерозисной селекции для облегчения гибридизации и возможного удешевления процесса получения гибридных семян.

Изученная мутантная коллекция широко представлена генами, контролирующими признаки плода, что является особо ценным для вовлечения их в селекционные программы с целью улучшения существующих и получения новых сортов и гибридов томата. По цветовой гамме плодов коллекция очень разнообразна. Разнородность окраски их связана с большим количеством мутантных генов: o at, ep, gs, gf, hp, t, u, ug, Ip, l, r, sh, y. Специфичность коллекции по форме плода придает присутствие в ней другой группы генов - O^l, o, obl, el, n, n-2. Поверхность плода изученных форм гладкая или в разной степени ребристая, вершина плода гладкая, иногда, вытянута в более или менее острый носик, а также представляет собой округлую впадину.

Особую ценность в коллекции представляют маркерные гены “rin”, “nor” и “alb”. Присутствие генов лёжкости обеспечивает сохранность плодов до 2-3 месяцев. Эти гены имеют промежуточное наследование в F_1 [10] и могут с успехом использоваться в селекции при создании гетерозисных гибридов.

Содержание ликопина и β - каротина в плодах контролируется генами B, B^c, B^{og}, Del. Мясистость и высокую упругость плодам придают гены pat и pat-2. Использование их в селекции улучшает плодообразование и размер плода при выращивании растений в неблагоприятных условиях. В коллекции есть формы с генами j и j^2 , контролирующими обрыв плодов у промышленных сортов, предназначенных для механизированной уборки.

Сильная степень опушения разных частей растения, в том числе плодов, определяется генами Ln, p, vi, Wo^m.

В коллекции имеются формы - носители мутантных генов a, aw, e, bs, e, которые проявляются на стадии семян. Р.Х.Бекову, удалось экспериментально доказать, эффективность использования маркерных генов (bs и bs-2), в гибридном семеноводстве [3]. Наличие этих маркеров позволяет контролировать чистоту гибридных семян (происходит это за счет фенотипического проявления различных аллелей), и, тем самым значительно сокращать расходы на проведение грунтконтроля по определению гибридности.

Устойчивость к наиболее вредоносным болезням является одним из главных условий селекции новых сортов и гибридов томата. В этой связи большую ценность для практической селекции представляет наличие в коллекции форм, носителей генов, контролирующих устойчивость растений к болезням: Mi - корневой нематоде; Tm, Tm^{2a}, Tm-2 - против штаммов ВТМ; Ve – вертицилезу; Cf, Cf-2, Cf-3, Cf-4 – кладоспориозу. Эти гены особо интересны для селекционеров тем, что устойчивость к болезням можно передать от культурной формы, а не от

дикого вида, устойчивость которого часто сцеплена с рядом нежелательных для селекции признаков.

Для цитогенетических исследований особую важность могут представлять многомаркерные мутантные формы: Mo 500 (wo, d, aw, c, m-2), Mo 504 (aw, bk, d, o, p, s, wo), Mo 632 (ag, h, t, u, pl, e), Mo 634 (per, c, r, l alb), Mo 637 (V-2, sp, u), Mo 638 (V-2, c, a, u, ut, gs, gf, u, ms), 663 (rvt, vo d, gf, sp), Mo 755 (aa, wv, d), Mo 756 (ru, st, sy), Mo 762 (ful, e, ra), Mo 779 (ms-31, l, bu, dl, al), Mo 851 (clau, di, inc, ag), Mo 924 (lg, vi, y).

Проявление признаков у них наблюдается на разных фазах роста и развития растений и варьирует в зависимости от сочетания генов в образце. Изучение корреляционных связей между проявляющимися на стадии сеянцев и другими ценными признаками, которые обнаруживаются только у взрослого растения, могут позволить значительно ускорить селекционный процесс за счет отбора искомых генотипов на ранних этапах и тем самым значительно сократить сроки создание новых форм томата.

Наряду с комплексом морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков проведена оценка каждой мутантной линии на устойчивость к жаре, холоду и засухе на стадии зрелого мужского гаметофита. По итогам трехлетней оценки (105 форм) на трех различных стрессовых фонах мутантные линии разделены на группы по типу и уровню устойчивости их к изученным абиотическим стрессам (таблица 1).

Таблица 1. Группирование коллекции мутантных форм томата по типам устойчивости к жаре, холоду и засухе (2011-2014 годы).

№ группы	Тип устойчивости	Количество генотипов в группе	Генотипы
1	*2*	*3*	*4*
1	Высоко устойчивые ко всем факторам стресса (жара, холод, засуха)	21	Mo 36, Mo 147, Mo 324,Mo 409, Mo 519, Mo 544, Mo 558, Mo 593, Mo 620, Mo 632, Mo 637, Mo 670, Mo 732, Mo 738, Mo 779, Mo 794, Mo 833, Mo 900, Mo 924, La 1563, La 3013
2	Устойчив только к жаре	7	Mo 120, Mo 305, Mo 316, Mo 343, Mo 350, Mo 489, Mo 534
3	Устойчив только к холоду	13	Mo 122, Mo 136, Mo 341, Mo 377, Mo 443, Mo 547, Mo 585, Mo 600, Mo 640, Mo 724, Mo 762, Mo 838, Mo 851
4	Устойчив только к засухе	11	Mo 311, Mo 316, Mo 331, Mo 446, Mo 451, Mo 835, Mo 917, La 2521, La 2529, la 3616, La 3738
5	Устойчив к двум факторам (жара, засуха)	10	Mo 162, Mo 328, Mo 163, Mo 327, Mo 372, Mo 463, mo 562, Mo 606, La 3539

Таблица 1 (Продолжение).

1	*2*	*3*	*4*
6	Устойчив к двум факторам (жара, холод)	6	Mo 432, Mo 651, Mo 723, Mo 787, Mo 791, Mo 822, La 3536
7	Устойчив к двум факторам (засуха, холод)	11	Mo 63, Mo 74, Mo 466, Mo 598, Mo 722, Mo 756, Mo 759, Mo 805, La 1159, La 2644, La 3770
8	Одинаково чувствительны ко всем факторам стресса (жара, холод, засуха)	26	Mo 24, Mo 56, M0 113, M0 137, Mo 158, Mo 162, Mo 392, Mo 421,Mo 500, Mo 504, Mo 529, Mo 561, Mo 565, Mo 576, Mo589, Mo 634, Mo 638, Mo 663, Mo 755, Mo 781, Mo786, Mo 832, Mo 952, La 1175, La 2999, la 3535

Наиболее ценными являются формы (21), сочетающие высокую устойчивость (63,1%....99,7%) ко всем факторам стресса. Эта группа мутантных форм представляет особый интерес для селекции томата в качестве доноров устойчивости. Наряду с этой группой генотипов выявлены те (26), пыльца которых в равной степени оказалась чувствительной (0 … 11,7%) к воздействию всех изученных стрессовых факторов. Пыльца данной группы генотипов характеризовалась не только низкими показателями прорастания, но и тем, что в стрессовых условиях эти генотипы формировали очень короткие, деформированные пыльцевые трубки. Остальная часть мутантных форм характеризовались сочетанием разных типов устойчивости (устойчивые к одному из изученных факторов стресса или двум стрессорам) (таблица 1).

Такое распределение изученных мутантных линий свидетельствует о том, что признаки устойчивости к абиотическим факторам стресса на стадии мужского гаметофита являются очень сложными и вероятно находятся под полигенным контролем.

Выводы

- Изучен генетический потенциал мутантного генофонда томата, который дифференцирован и систематизирован по характеру проявления признаков на разных фазах роста и развития растений. Выделены мутантные формы разного типа роста, карлики, хлорофильные мутанты, образцы со стерильностью разного типа, а также формы с различного типа деформациями листа, стебля и других частей растения. Высокое разнообразие по признакам плода открывает широкие возможности для использования этих генов при создании новых сортов и гибридов томата.

- Выявлена высокая генетическая разнородность коллекции мутантных форм томата по устойчивости мужского гаметофита к жаре, засухе и холоду. Выделены образцы с разным уровнем и типами устойчивости. Особый интерес в качестве доноров устойчивости для селекции томата представляют формы, сочетающие высокую устойчивостью к комплексу факторов стресса - Mo 36, Mo 147, Mo 324,Mo 409, Mo 519, Mo 544, Mo 558, Mo 593, Mo

620, Mo 632, Mo 637, Mo 670, Mo 732, Mo 738, Mo 779, Mo 794, Mo 833, Mo 900, Mo 924, La 1563, La 3013.

- Выявленный генетический потенциал коллекции мутантов томата, представляет большую ценность и может служить научной основой для специалистов при решении многих вопросов частной генетики, создании гомозиготных и многомаркерных линий для гетерозисной селекции и разработки теории взаимодействия и комбинирования носителей маркерных признаков в одном генотипе

Литература

1. Deskriptors for Tomato (*Solanum lycopersicon L,)* IPGRI. 2001, 46 p.

2. *Алпатьев А.В*. К вопросу об эволюции томата вида *Lycopersicon esculentum* Mill. // Сельскохозяйственная биология. 1981, Т. XVI, № 1. с. 61-65.

3. *Беков Р.Х*. Создание исходного материала томата с использованием генетических маркеров и эффективные пути его применения в практической селекции // Дис. докт с.-х. наук. Москва. 2012. 461 с.

4. *Бочарникова Н.И.* Мутантный генофонд томата и его использование в селекционно-генетических исследованиях. // Вестник ВОГиС. 2008, Т.12, № 4, с. 644-653.

5. *Бриггс Ф., Ноулз П.* //Научные основы селекции растений: Пер. с анг. – М.: Колос, 1972. - 400 с.

6. *Вавилов Н.И.* Ботанико-географические основы селекции (учение об исходном материале в селекции) // В кн. Теоретические основы селекции растений. – Л. 1935, Т. 1, с. 17 - 74.

7. *Георгиева Р*. Род Lycopersicon Mill. // Биосистематическое и генетическое исследование. София: Издательство Болгарской академии наук. 1976, 564 с.

8. *Доспехов Б.А*. // Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1979, 420 с.

9. *Жученко А.А*. //Генетика томатов. Кишинёв: Штиинца. 1973, 644 с.

10. *Игнатова С.И., Гаранько И.Б. и др*. Перспективы использования генов nor и rin в селекции гибридов томата с длительным периодом хранения плодов // Докл. ВАСХНИЛ – М. 1985, № 10, с. 46-54.

11. *Кузёменский А.В.* Роль мутантных генов в окультуривании томата и возможности их дальнейшего использования в практической селекции // Овочівництво і баштанництво. 2001, Вип. 45, с. 36-49.

12. *Куземинский А.В.* //Селекционно-генетические исследования мутантных форм томата. Харьков. 2004, 391 с.

13. *Штуббе Г.* О связях между естественным и искусственно полученным многообразием мутантных форм и о некоторых экспериментальных исследованиях по эволюции культурных растений // Генетика. 1966, №11, с. 9-30.

ZOOLOGIA

IMPORTANŢA ZONELOR UMEDE PENTRU MENŢINEREA IHTIOFAUNEI NISTRULUI ŞI PRUTULUI INFERIOR

Bulat Dumitru, Bulat Denis, Toderaş Ion, Usatîi Marin, Zubcov Elena, Ungureanu Laurenţia, Ene Antoaneta*, Davideanu Grigore, Şaptefraţi Nicolae**

Institutul de Zoologie, Academia de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1
**Universitatea „Dunărea de Jos”, Galaţi, România*
***Universitate „Alexandru Ioan Cuza”, Iaşi, România*

Rezumat

Lucrarea de faţă reprezintă o sinteză a studiului ihtiofaunistic multianual efectuat în zonele umede ale Prutului şi Nistrului inferior. Ca rezultat s-au evidenţiat diverse tipuri de migraţii piscicole între ecosistemul de albie şi zonele inundabile (cu apă permanentă sau temporară). S-a constatat că diversitatea şi intensitatea acestor migraţii reprezintă o condiţie de importanţă majoră pentru conservarea bogăţiei specifice şi asigurarea unei productivităţi piscicole înalte a ecosistemelor lotice în întregime.

Cuvinte cheie: ihtiofauna, zonă umedă, migraţii reproductive, specii fitofile.
Depus la redacţie 10 aprilie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Bulat Dumitru, Institutul de Zoologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova, e-mail: bulatdm@yahoo.com, izooasm@asm.md; tel. (+373 22) 73-98-09

Introducere

Zonele inundabile sunt definite ca fiind suprafeţe de teren de altitudine joasă care sunt inundate de apa venită din râuri, dar pot fi definite şi zone de ecoton între mediul acvatic şi cel terestru [3].

Zonele inundabile şi apele curgătoare sunt două sisteme interdependente, care se influienţiază reciproc cu efecte benefice pentru ambele părţi. Astfel, zona inundabilă reprezintă pentru râu un reglator al nivelului apei şi al vitezei de curgere, un reglator al chimismului, un filtru al suspensiilor. În plus, zonele inundabile aprovizionează apele curgătoare cu plancton şi asigură multor specii de peşti, amfibii, păsări şi mamifere loc de reproducere, creştere şi dezvoltare. De cealaltă parte, apele curgătoare constituie pentru zonele inundabile, sursă de elemente minerale nutritive. Iar acolo, unde „viaţa mişună”, circuitul de energie, materie şi informaţie în ecosistem poartă un caracter mult mai complex şi accentuat.

În plus, academicianul Alimov A.F. a demonstrat că, producţia unui ecosistem înalt productiv se datorează în mare parte proceselor de asimilare şi reciclare a compuşilor biogeni rezultaţi din procesele de excreţie a organismelor existenţi în acest biotop. În aşa fel, concentraţia mare de păsări, peşti, mamifere şi alte vietăţi în aceste zone are nu numai o importanţă incontestabilă în conservarea biodiversităţii, dar şi la menţinerea unei productivităţi biologice înalte [8].

De asemenea, merită o deosebită atenţie **Teoria inundaţiilor ritmice** (The Flood Pulse Concept), potrivit căreia în „zona de tranziţie între acvatic şi terestru- ATTZ" (într-un sistem larg râu-zonă inundabilă) se formează o diversitate mare şi unicală de animale şi plante acvatice, care în ciuda considerabilului efort de adaptare pe care îl fac, asigură biomase foarte mari. Aceasta deoarece „litoralul mişcător" al ATTZ împiedică stagnarea apei, permiţând o reciclare rapidă a nutrienţilor, rezultatul fiind o productivitate cu mult mai mare faţă de cea care ar fi fost dacă această zonă ar fi ocupată de ape permanente sau terenuri uscate.

Mai mult ca atât, potrivit acestei teorii, producţia primară şi secundară din această zonă de tranziţie (ATTZ) este esenţială şi determinantă pentru fauna din canalul principal (albie). Producţia biologică şi producţia de peşte sunt, în cea mai mare parte, realizate în cursul ATTZ, în timp ce cursul normal al fluviului este utilizat precum cale de migraţie pentru cea mai mare parte a peştilor [6,8].

Marele savant Grigore Antipa, fondatorul hidrobiologiei ecologice, de nenumărate ori menţiona importanţa majoră a acestor zone pentru asigurarea bunăstării generale atât a lumii vii cât şi a proceselor „nevii" în natură. El spunea că, „cu cât suprafeţele inundate sunt mai mari, cu cât apele crescute au o durată mai îndelungată, cu atât productivitatea acestor ecosisteme va fi mai ridicată" [2].

Printre cele mai importante servicii ecosistemice pe care le oferă zonele umede putem menţiona: 1. **Servicii de asigurare** - cu hrană (peşte, vânat, fructe, culturi de graminee), apă (sub formă de rezerve stocate), materiale de construcţie şi combustibil (lemn, stuf, petrol, ş.a.), biochimicate (preparate medicamentoase), sursă de material genetic (genotipuri „pure" şi cele cu grad înalt de rezistivitate, ş.a.) 2. **Servicii de reglare** climatică, hidrologică, de epurare naturală a apelor, reglare a proceselor erozionale, amortizarea inundaţiior, ş.a. 3. **Sevicii culturale**, de cercetare şi educare, turistice, estetice, ş.a. 4. **Servicii de susţinere** a procesului de pedogeneză, a schimbului de materie, energie şi informaţie cu/între diverse alte ecosisteme, ş.a [9].

Moldova nu se poate lăuda cu mari zone umede, deoarece o mare parte din ele au fost pierdute în urma extinderii lucrărilor de ameliorare. Politica agrară din anii 50-70 a secolului trecut direcţionată spre majorarea terenurilor agricole a condus la desecarea largă a luncilor inundabile a râurilor şi la reducerea esenţială a suprafeţelor zonelor umede. Numai îndiguirea albiei fl. Nistru în aval de barajul Dubăsari a provocat secarea a peste 40 mii ha de bălţi din lunca inundabilă a Nistrului şi circa 33 mii ha din lunca Prutului care au dus la distrugerea locurilor pentru reproducerea şi dezvoltarea multor specii de animale.

Abia după conştientizarea dezastrului produs în echilibrul naturii, Republica Moldova a ratificat Convenţia asupra Zonelor Umede de Importanţă Internaţională, în special ca habitat pentru păsările acvatice prin Hotărârea Parlamentului nr. 504-XVI din 14 iulie 1999 şi a devenit membru al acestei Convenţii în iunie 2000 atunci când zona „Lacurile Prutului de Jos" (191,5 km^2) a fost inclusă în Lista zonelor umede de importanţă internaţională. A doua zonă umedă acceptată de Secretariatul Convenţiei este reprezentată de aria naturală „Nistrul Inferior", care cuprinde sectorul de luncă a Nistrului de Jos dintre comunele Copanca şi Palanca. În septembrie 2005 în Lista zonelor umede de importanţă internaţională a fost inclusă zona „Unguri-Holoşniţa".

La moment, cele trei zone umede din Republica Moldova deţin o suprafaţă totală de 94 705 ha [1].

Gr. Antipa a studiat şi înţeles cel mai bine mecanismul relaţiilor în cadrul macroecosistemului Dunării inferioare (Prutul de Jos fiind parte componentă a bazinului danubial) şi zonele inundabile, şi rolul acestora pentru structurarea ihtiofaunei. Fiind permanent unite prin reţeaua de canale, acestea constituiau căile de migraţie a speciilor de peşti din râu în lacuri şi invers [2].

Material şi metode

Prelevările de material ihtiologic s-au efectuat în ecosistemele acvatice ale Prutului şi Nistrului inferior în perioada anilor 2010-2014. Analiza materialului ihtiologic s-a efectut utilizând metodele clasice ecologice şi ihtiologice [10, 11, 12].

Rezultate şi discuţii

În lucrarea de faţă vom încerca să descriem particularităţile fiecărui tip de migraţiune a faunei piscicole din cadrul zonei umede a Nistrului inferior şi a Prutului de Jos, care, cu părere de rău, în ultimul timp au suferit modificări substanţiale (Tabelul 1).

Tabelul 1. Tipurile de migraţiuni şi speciile reprezentative de peşti din zonele umede ale Prutului şi Nistrului Inferior.

Migraţiunea peştilor în lacuri şi bălţi la inundarea acestora în urma topirii zăpezilor	Migraţiunea de reproducere pe întinsurile inundabile	Migraţiunea de primăvară-vară din lacuri şi bălţi în râu, la scăderea apelor din lacuri	Migraţiunea de vară şi toamnă din râu spre bălţi şi lacuri la creşterea bruscă a nivelului apei	Migraţiunea de iernare din lacuri şi bălţi în râu
Speciile reprezentative sunt cele euriterme şi euritope ca: *ştiuca, platica, babuşca, sp. de ghiborţ, bibanul, văduviţa, avatul, şalăul.*	Speciile fitofile de peşti ca: *ştiuca, crapul, carasul argintiu, platica, babuşca, somnul, obleţul, batca, roşioara.* Unele specii litofile şi psamofile ce se reproduc în zona gârlelor lacului Beleu şi Manta: *speciile de ghiborţ, porcuşorii, cleanul, mreana comună, scobarul, soretele, ş.a.*	Reproducătorii speciilor fitofile de talie medie şi mare, speciile oxifile şi relativ stenoterme. Râmân speciile de talie mică şi puietul de *crap, batcă, platică, babuşcă, avat.*	Majoritatea speciilor euritope de peşti, inclusiv speciile alogene şi interveniente, majoritatea speciilor autohtone cu ciclul vital scurt, de asemenea speciile ihtiofage de talie mare cu potenţial hidrobiotopic înalt ca *ştiuca, văduviţa, somnul, avatul, şalăul.*	Din zonele cu adâncimi mici şi regim termic şi gazos nefavorabil se retrag spre râu majoritatea speciilor de peşti. Speciile care îndeplinesc migraţiuni de iernare bine pronunţate sunt: *somnul, crapul, ciprinidele introducente de origine asiatică, batca, ocheana, obleţul, porcuşorii.*

1. Migraţiunea peştilor în lacuri şi bălţi la inundarea acestora în urma topirii zăpezilor. Primăvara devreme, cu topirea zăpezilor, care pentru bazinul fl. Nistru şi r. Prut reprezintă cel mai mare aport în formarea viiturilor de primăvară, începe migrarea unor specii euriterme în locurile cu pantă lină. Ca semnal de demarare a acestor migraţii serveşte chimismul apei din topirea zăpezilor şi alungirea perioadei zilelor cu lumină. Pe malurile cu pantă lină, regimul termic mai favorabil conduce la intensificarea

metabolismului generativ, de asemenea, are loc o dezvoltare mai accentuată a bazei trofice naturale (fitoplancton, zooplancton), fiind condiţii importante pentru restabilirea rapidă a resurselor energeteice consumate în procesul de iernare şi pregătire către sezonul reproductiv. Speciile de peşti caracteristice acestei perioade în biotopurilor marginale ale ecosistemelor lotice din zona Nistrului şi Prutului inferior sunt bibanul – *Perca fluviatilis,* speciile de ghiborţ – *Gymnocephalus sp.,* babuşca – *Rutilus rutilus,* plătica – *Abramis brama,* ştiuca – *Esox lucius,* avatul – *Aspius aspius,* carasul argintiu – *Carassius gibelio,* şalăul – *Sander lucioperca,* văduviţa – *Leuciscus idus,* unele sp. de guvizi, ş.a.

2. Migraţiunea de reproducere pe întinsurile inundabile. Cum s-a menţionat anterior, pentru ciprinide este foarte important ca progeniturile acestora să trăiască şi să se dezvolte în ape cu adâncimi mai mici, unde productivitatea biologică este net superioară (datorită „coeficientului ridicat de mal”) şi unde se pot refugia printre desişurile de macrofite. Astfel, pe întinsurile mari de apă, producţia primară este maximă (tot grosul apei reprezintă zona eufotică), iar resursele nutritive se majorează semnificativ pe baza aportului, atât endogen, cât şi a celui alogen [6]

În astfel de cazuri, speciile fitofile venite la reproducere în zonele inundabile, îşi asigură progeniturile la maxim din punct de vedere trofic, iar cu cât creşterea de start va fi mai mare, cu atât mai repede noua generaţie va ieşi de sub presingul răpitorilor şi respectiv va fi asigurată o rată mai mare de supravieţuire, şi implicit - o productivitate biologică mai mare.

Prima la depunerea icrelor în zonele inundabile vine ştiuca - *Esox lucius* (încep. lunii martie), ulterior, în formă consecutivă pot fi menţionaţi următorii taxoni reprezentativi: văduviţa - *Leuciscus idus,* sp. de ghiborţ - *Gymnocephalus sp.,* bibanul - *Perca fluviatilis,* şalăul - *Sander lucioperca,* babuşca - *Rutilus rutilus,* platică - *Abramis brama,* batca – *Blicca bjoerkna,* carasul argintiu - *Carassius gibelio,* crapul – *Cyprinus carpio,* somnul – *Silurus glanis.*

În perioada de primăvară, s-a constatat că lacul Beleu devine un loc de importanţă strategică pentru reproducerea rizevcei – *Alosa tanaica,* care în comparaţie cu alte clupeide (scrumbia de Dunăre – *Alosa immaculata,* gingirica – *Clupeonella cultriventris*) depune icrele pe fundul apei, inclusiv pe vegetaţia acvatică submersă.

3. Migraţiunea de primăvară-vară din lacuri şi bălţi în râu, la scăderea apelor din lacuri. După reproducerea peştilor pe terenurile inundabile, când începe să scadă nivelul apei, pentru unele din ele demarează migraţiunea de vară din lacuri către şenalul principal (albie). Din cauza micşorării rapide a volumului apei şi adâncimilor, schimbului de apă nesatisfăcător, a temperaturilor înalte şi stărilor critice a concentraţiilor oxigenului solvit (mai ales noaptea printre desişurile de macrofite), cazurilor de înflorire a apei, ş.a., majoritatea speciilor de peşti de talie mare şi cele oxifile evadează din aceste zone, rămânând doar puietul şi speciile euribionte de talie mică *(*carasul argintiu - *Carassius gibelio,* babuşca - *Rutilus rutilus,* puietul de crap - *Cyprinus carpio,* batca - *Blicca bjoerkna,* obleţul – *Alburnus alburnus, ş.a.).*

În prezent, cu părere de rău, această migraţiune de retragere a peştilor în albia maternă a devenit ”mai importantă” pentru braconieri, care, pe lângă decimarea reproducătorilor la boişte, extrag activ biomasa rămasă îngrădind cu plase, garduri, vintire „drumurile de comunicare cu şenalul principal”.

Dacă, încă la începutul secolului XX în lacurile Beleu şi Manta se pescuiau anual până la 850-1000 tone de peşte, în special reprezentaţi de crap european (forma sălbatică) - *Cyprinus carpio,* somn - *Silurus glanis,* plătica – *Abramis brama,* caracuda - *Carassius carassius,* lin – *Tinca tinca,* ştiuca – *Esox lucius, ş.a.,* atunci, în prezent, speciile eudominante au devenit cele economic nevaloroase şi ecologic agresive, reprezentative fiind formele pitice de caras argintiu, babuşca, bătca, platică, alocuri abundă soretelele – *Lepomis gibbosus,* murgoiul bălţat – *Pseudorasbora parva,* ghiborţul comun, obleţul şi bibanul.

4. Migraţiunea de vară şi toamnă din râu spre bălţi şi lacuri la creşterea bruscă a nivelului apei. Acest tip de migraţiune este caracteristic multor specii de peşti, care, cu apariţia fenomenului „apelor mari" au format evolutiv conexiuni eco-etologice strânse. Cu creşterea nivelului apei în râuri majoritatea speciilor de peşti se deplasează în amonte şi spre maluri, intrând activ şi în zonele inundabile, unde, se adună hrană uşor accesibilă şi înalt calorică (viermi, insecte şi larvele lor, resturi de materie organică moartă, ş.a.) spălată de pe uscat. Din speciile de talie mare ştiuca, văduviţa şi avatul sunt printre primele care întră în aceste zone bogate în pradă şi printre ultimile care le părăsesc. Ca pradă, servesc în special, taxonii care aplică cu succes strategia „expansie de tip saltativ" (prin intermediul inundaţiilor), printre care o pondere semnificativă este deţinută de speciile alogene şi interveninete de peşti [4].

Este de menţionat că, în prezent, problema invaziilor biologice a devenit destul de stringentă în condiile tendinţelor de încălzire globală (ce se exprimă prin inteţirea cazurilor inundaţiilor catastrofale, secetelor prelungite şi temperaturilor extremale) şi intensificare a imixtiunilor de ordin antropic, fiind avantajate speciile generaliste, oportuniste şi expansioniste. Printre speciile de peşti la care se constată aplicarea cu succes a strategiei „expansiei de tip saltativ" menţionăm în primul rând cele alogene invazive ca: carasul argintiu, murgoiul bălţat, soretele şi moşul de Amur – *Perccottus glenii.*

De asemenea, unele specii autohtone şi interveniente aplică cu succes metoda răspândirii active prin intermediul inundaţiilor ca: bibanul, babuşca, obleţul, boarţa – *Rhodeus amarus,* ciobănaşul – *Neogobius fluviatilis,* mocănaşul – *Neogobius gymnotrachelus,* moaca de brădiş – *Proterorhinus semilunaris,* undreaua – *Syngnathus abaster,* osarul – *Pungitius platygaster,* ş.a [4].

Impactul negativ al acestor specii, pe lângă competitivitatea şi rezistivitatea lor înaltă, se explică şi prin faptul că majoritate preferă zonele de litoral sau ecosistemele cu apă stagnantă şi puţin adâncă, cum sunt lacurile şi bălţile de luncă, iar aceste biotopuri servesc ca boişti importante pentru unele specii economic valoroase de talie mare ca ştiuca, crapul european, somnul, ş.a. şi a celor de importanţă comunitară în conservarea biodiversităţii cum ar fi linul, caracuda, ţigănuşul – *Umbra krameri, ş.a.* În rezultat abundenţa mare a speciilor invazive în aceste zone care au pătruns anterior în mare parte datorită fluctuaţiilor bruşte de nivel, şi progresia speciilor autohtone cu ciclul vital scurt şi mediu (obleţul, zvârlugile – *Cobitis sp.,* sp. de ghiborţ, bibanul, babuşca, ş.a.), în concurs cu dificitul speciilor ihtiofage de peşti (ca rezultat al suprapescuitului), condiţionează o mortalitate deosebit de mare a icrelor, larvelor şi alevinilor specii autohtone de talie mare, progeniturile lor fiind activ consumate în această perioadă critică (de alt fel, este o cauză decisivă a declinului unor specii caracteristice

de baltă cum ar fi caracuda, linul, ţiparul – *Misgurnus fossilis,* ţigănuşul, ş.a în Republica Moldova).

De asemenea, cu apropierea sezonului rece la majoritatea speciilor de peşti din zona temperată se intensifică activitatea trofică, hrănindu-se activ în zonele cu apă mică, bogate în diferiţi hidrobionţi furajeri. Scopul major fiind acumularea substanţelor de rezervă necesară decurgerii normale a procesului de iernare.

5. Migraţiunea de iernare din lacuri şi bălţi în râu. Cu răcirea apei sub 15 º C prima specie care se retrage din bălţi este *somnul* (urmat de crap şi lin), dar în râu indivizii, mai ales cei tineri, continuă să se hrănească până şi în luna noiembrie. Oţel V. susţine că somnul în delta Dunării se poate hrani şi pe timp de iarnă [4]. De asemenea, cu scăderea temperaturii apei sub 8-10 °C, ciprinidele asiatice cum sunt sângerul – *Hypophthalmichthys molitrix,* novacul – *Hypophthalmichthys nobilis* şi cosaşul – *Ctenopharyngodon idella* efectuiază migraţii de iernare bine pronunţate la gropi.

Unele specii euriterme de peşti continuă să se hrănească relativ constant şi pe timp de iarnă ca sp. de ghiborţ, bibanul, babuşca, ştiuca. La altele se diminuiază semnificativ activitatea trofică: *platică, şalăul, carasul argintiu, avatul,* şi numai la mihalţul - *Lota lota* criofil se constată ”o creştere a apetitului trofic”.

Asupra procesului de iernare pe lângă apartenenţa specifică a peştilor influienţiază şi mulţi alţi factori de mediu din ecosistem cum ar fi: regimul oxigenului în locurile de iernare (cu cât este mai mică concentraţia lui cu atât procesul de anabioză este mai profund şi îndelungat), starea de îngrăşare a indivizilor veniţi la iernare (cu cât condiţiile de nutriţie au fost mai proaste în perioada vegetativă cu atât organismul este mai puţin pregătit pentru iernare, şi respectiv este nevoit să se hrănească şi pe timp de iarnă), temperatura care în ultima perioada demonstrează o dinamică medie pozitivă (în iernile ”calzi” crapul, carasul argintiu şi chiar somnul pot continua să se hrănească), perioada ontogenetică a peştilor (indivizii juvenili, de regulă cheltuie toate rezervele energetice acumulate în perioada vegetativă pe o creştere somatică activă, şi respectiv sunt nevoiţi să se hrănească şi pe timp de iarnă).

Concluzii

1. În baza cercetărilor ecologice, ihtiologice şi fenologice multianuale în ecosistemele Nistrului şi Prutului inferior s-au evidenţiat cinci tipuri de migraţii piscicole între zonele inundabile şi albiile acestor râurilor.

2. Zonele umede din Republica Moldova în prezent se află într-o stare ecologică catastrofală, fiindu-le puternic redusă suprafaţa, sunt intens fragmentate, colmatate şi eutrofizate.

3. Fiecare tip de migraţiune piscicolă este de o importanţă incontestabilă pentru asigurarea continuităţii ciclurilor vitale a diferitor specii de peşti, atât limnofile cât şi reofile, şi implicit pentru conservarea diversităţii ihtiofaunistice şi funcţionarea biocenozelor acvatice.

Cercetările ştiinţifice au fost efectuate în cadrul proiectelor naţionale 11.817.08.13F; 11.817.08.15A şi a proiectelor internaţionale MIS ETC 1150; MIS ETC 1676.

Bibliografie:

1. Andreev A., ş.a. Convenţia Ramsar şi zonele umede de importanţă internaţională în Republica Moldova. Societatea ecologică ”Biotica”, Chişinău 2008, 85 p.

2. *Antipa Gr*. Fauna ihtiologică a României. Bucureşti, 1909, 289 p.

3. *Brezeanu Gh., Ciobanu O., Ardelean A.* Ecologie acvatică. „Vasile Goldiş” University Press, Arad, 2011, 397 p.

4. *Bulat Dm., Bulat Dn., Toderaş I., Usatîi M., Zubcov E., Ungureanu L.* Biodiversitatea, Bioinvazia şi Bioidicaţia (în studiul faunei piscicole din Republica Moldova). Chişinău: Foxtrod, 2014, 430 p.

5. *Kottelat M., Freyhof J.* Handbook of European Freshwater Fishes. Ed. Delemont, Switzerland, 2007, 646 p.

6. *Luiza Florea*. Monitorizarea Biologică a Ecosistemelor Acvatice. Universitatea „Dunărea de Jos” Galaţi http://www.pa.ugal.ro/biblioteca/Hidrobiologie/Monitoring%20biologie%20 ape-CURS.pdf.

7. *Oţel V.* Atlasul peştilor din Rezervaţia Biosferei Delta Dunării. Ed. Centrul de informare tehnologică Delta Dunării. Tulcea, 2007, 481 p.

8. *Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М.* Продукционная гидробиология. Из-во «Наука», Москва 2013, 339 с.

9. *Девис Д., Клэридж Г.* О свойствах водно-болотных угодий. изд.Wetlands International. Москва, 2000, 64 с.

10. *Правдин И.Ф*. Руководство по изучению рыб. Москва, 1966, 376 с.

PARTICULARITĂŢILE BIOLOGICE ŞI EVOLUŢIA POPULAŢIEI RAŢEI ROŞII (*AYTHYA NYROCA*) ÎN BAZINELE ACVATICE INTERFLUVIALE NISTRU-PRUT

Munteanu Andrei, Cojan Constantin, Bogdea Larisa

Institutul de Zoologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Lucrarea dată prezintă date despre evoluţia populaţiei speciei raţa roşie (*Aythya nyroca*), care în anii ‘60 ai sec. XX era una din cele mai comune specii de raţe din ţară. Într-o perioadă scurtă s-a observat un declin pe tot arealul speciei. Efectivul raţei roşii s-a redus până la 30-50 de perechi. Pentru reproducere raţa roşie are nevoie de habitate cu plauri din vegetaţie emersă şi spaţiu acvatic bogat în vegetaţie submersă, cu adâncimi nu mai mici de 1-1,5 m. În ultimele decenii raţa roşie a devenit o specie cu statut de protecţie la nivel internaţional. Prădătorismul natural, asociat cu braconajul şi impactul produs de magistrala de cale ferată a dus la o scădere dramatică a cuibăritului multor specii acvatice, inclusiv a raţei roşii.

Cuvinte cheie: Anatide, raţa roşie, specie rară, evoluţie, impact antropic.

Depus la redacţie: 18 februarie 2015

Adresă pentru corespondenţă: Munteanu Andrei, Institutul de Zoologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-202 Chişinău, Republica Moldova;
e-mail: munteanuand@rambler.ru; tel. tel. (+373 22) 72 55 66

Introducere

Raţa roşie, numită şi raţa cu ochi albi, până în anii ‘60 ai sec. XX era una din cele mai comune specii de raţe din bazinele acvatice ale interfluviului Nistru-Prut. În anul 1968 au reuşit să se reproducă cca 1900 perechi de raţă roşie [7]. Însă, într-o perioadă scurtă s-a produs un declin extins pe tot arealul speciei, soldat cu dispariţia

ei în diferite tipuri de ecosisteme acvatice. Efectivul speciei s-a redus până la 30-50 de perechi, la etapa actuală [3]. Prin măsurile urgente de salvare, întreprinse de convenţiile internaţionale, raţa roşie a fost inclusă ca specie vulnerabilă pe scară mondială şi critic periclitată în Republica Moldova [1]. Pentru a cunoaşte care sunt cerinţele speciei faţă de habitat în perioada de reproducere şi cauzele declinului ei vom expune informaţia obţinută în faza de vârf a dinamicii populaţiei din anii 60 ai sec XX şi în faza de declin, care continuă până în prezent.

Materiale şi metode

Cercetări frecvente privind evaluarea efectivului şi procesul de reproducere a raţei roşie au fost efectuate în bălţile r. Prut, f. Nistru, r. Botna, pe lacurile de acumulare Dubăsari, Ghidighci, Congaz, Taraclia etc, în anii 1968 -1970 [7], iar în următoarele decenii, în rezultatul declinului numeric, s-a înregistrat apariţia sporadică a speciei într-un număr redus de ecosisteme acvatice. Apariţia tot mai frecventă a anilor secetoşi a dus la scăderea nivelului apei în bazinele acvatice, ceea ce a provocat degradarea habitatelor acvatice, inclusiv şi a raţelor scufundătoare. În rezultatul estimărilor, prin metoda cartării, au fost depistate 100 de cuiburi dintre care 86 cu ponta deplină, amplasate pe plauri în complexul de lacuri (Fontanele, Dracele, Badelnic, Rotunda, Liştva) de lângă com. Manta şi lacul Beleu (Rezervaţia ştiinţifică „Prutul de Jos”) din apropierea com. Slobozia Mare, r. Cahul. Cuiburile au fost analizate după modul de distribuţie în spaţiu, numărul de ouă, masa şi dimensiunile ouălor, gradul de incubaţie şi apartenenţa specifică.

Rezultate şi discuţii

Raţa roşie este o specie de raţe scufundătoare, cu un areal mai restrâns comparativ cu alte specii de raţe, ocupând continentul european, până la regiunile nordice, Asia Centrală şi sudul Siberiei de Vest. În migraţia de primăvară, primele păsări, în funcţie de starea vremii (primăvară devreme sau târzie) şi eliberarea oglinzii apei de gheaţă, sosesc în zona de sud a ţării la începutul sau la mijlocul lunii martie [7,5]. În zona de nord soseşte peste o săptămână. Migraţia în masă a raţei roşie este observată peste câteva zile după sosirea primilor indivizi. Specia respectivă se ţine izolat faţă de alte specii de raţe, în grupuri mici sau în perechi. Specific tuturor speciilor de raţe este că, formarea perechilor are loc la sfârşitul iernii, în pasajul de primăvară, iar în sudul arealului de reproducere şi la locul de cuibărit.

Particularitatea ecologică a speciilor de păsări şi în special al anatidelor, cu un areal vast de reproducere, în zonele sudice încep procesul de înmulţire, cu un interval mai mare de timp după sosire, comparativ cu indivizii speciei respective din regiunile nordice. În acelaşi mod se comportă şi raţa roşie, începe cuibăritul pe la mijlocul lunii aprilie. Spre deosebire de alte specii de raţe, această specie preferă amplasarea cuibului la marginea plaurului (insulă plutitoare, numită în popor “popânzac”), în apropierea apei, cu o adâncime de peste 1-1,5 m. În Kazakhstan raţa roşie preferă să populeze lacurile adânci cu stufăriş şi altă vegetaţie acvatică, unde îşi dobândeşte hrana, scufundându-se până la un metru adâncime [2]. De la cuib, duc cărăruşe spre apă prin care femela pleacă şi vine [6]. Cuibul camuflat de vegetaţie (ferigi, stuf, urzică) este amplasat într-o adâncitură, cu pereţii din vegetaţie uscată, căptuşit cu puf smuls de pe abdomenul femelei. Dimensiunele cuibului sunt: diametrul extern – 24-25cm, diametrul intern – 16-17cm, adâncimea – 11 cm.

Uneori raţa roşie, în lipsa locurilor potrivite de cuibărit, îşi amplasează cuibul în coloniile de pescăruşi şi chire, unde este protejată de speciile respective. Au fost observate cazuri, când în urma inundării coloniei de pescăruşi, în colonia nou formată, apăreau şi cuiburi de raţă roşie. În primul rând, menţionăm că în aceste tipuri de asociaţii de cuibărit, raţa roşie este specie subdominantă referitor la instalarea cuibului în cadrul unei colonii sau a asociaţiilor de cuibărit, în vreme ce pescăruşii, chirele şi chirighiţele, sunt specii dominante, fiind găsite de regulă în centrul coloniilor sau spre mijlocul acestora, unde siguranţa pontelor şi a puilor creşte, în vreme ce raţa roşie îşi instalează cuibul spre periferia coloniilor, unde gradul de supravieţuire a pontelor şi ulterior a puilor este cu mult mai scăzut.

Putem afirma că asemenea asocieri la cuibărit nu sunt întâmplătoare, pe lângă faptul că rezidă, parţial, din particularităţile ecologice comune ale speciilor faţă de acelaşi habitat, am constatat că rolul de semnalizare sonoră a oricărui intrus îi revine, în primul rând pescăruşilor şi chirelor, iar raţa roşie, la cel mai mic semnal sonor de avertizare a acestor specii, părăseşte rapid cuibul, camuflându-l repede cu puf şi iarbă uscată din cuib.

Insuficienţa locurilor de cuibărit duce la depunerea ouălor a două sau trei femele în acelaşi cuib. Au fost depistate ponte, cu până la 25 ouă. Conform observaţiilor efectuate s-a constatat că pontele ce depăşesc 15 ouă sunt depuse de două femele, iar în cele repetate, chiar de trei femele. În mod obişnuit ponta consta din 10-12 ouă, cu media de 11,3 ouă [6]. După unii ornitologi ponta este constituită din 7-10 ouă [5]. Dimensiunile ouălor pontelor inventariate este de 50,9 x 37,5 mm şi masa medie – 37,3 gr.

În ultimii ani, studiile arată că raţa roşie depune în medie 7- 8 ouă, fapt asociat cu lipsa surselor trofice, ca urmare a eutrofizării puternice a apei, exact în perioada iunie-iulie, când are loc eclozarea în masă a puilor de raţă roşie [4]. Pe de altă parte, lipsa spaţiilor de cuibărit şi totodată prezenţa constantă a prădătorilor, determină asocierea raţei roşii la cuibărit cu alte specii de păsări acvatice. Aceste relaţii interspecifice în perioada de cuibărit, după cum s-a menţionat deja, nu sunt întâmplătoare, ele asigurând în primul rând o reuşită mai bună a eclozării puilor şi diminuarea acţiunei răpitorilor. De-a lungul perioadei de studiu privind ecologia şi etologia raţei roşii, s-a putut observa constant asocierea ei cu alte specii în perioada cuibăritului, dar şi a hrănirii, şi din considerentul că nişele lor trofice deseori se intersectează sau chiar se suprapun cu ale altor specii.

Femela depune zilnic câte un ou, însă uneori în cuib apar încă 2-3 ouă ale altor raţe. În 4 din 86 de ponte depline a speciei respective au fost depistate: în două – ouă de raţă cu cap castaniu (*Aythya ferina*), în una – de raţă pestriţă (*Anas strepera*), în una – raţă mare (*Anas platyrhynchos*).

S-a stabilit că în cuibul raţei roşii apar ouă de alte specii. Fenomenul de depunere comună a ouălor are loc în faza de vârf a reproducerii anatidelor şi se explică prin deficitul mare de habitate de cuibărit. Experimentul de mărire a pontei raţei roşii prin extragerea parţială a ouălor din cuib nu s-a încununat cu succes. Prin aceasta, conchidem, că raţa roşie, la fel ca alte specii de raţe, numai după pierderea pontei primare nefinisate, poate să depună a doua pontă, care de obicei, este mai mică după numărul de ouă. Femela începe clocitul după ce depune ultimul ou. În prima fază de clocire masculul stă de veghe pe apă la o distanţă de câţiva zeci de metri de la cuib şi, în

caz de primejdie, emite un strigăt de alarmă. După ce femela părăseşte pe neobservate cuibul, masculul se apropie de ea.

Odată cu avansarea perioadei de cuibărit, masculul părăseşte femela şi împreună cu alţi masculi se îndreaptă spre locurile de năpârlire. În timpul clocitului, femela este foarte prudentă, iar în caz de pericol, fără zgomot părăseşte cuibul, coboară pe apă şi numai după ce s-a îndepărtat de cuib, îşi ia zborul sau se scufundă în apă. Femela părăseşte cuibul pe un interval scurt de timp, cca 30-40 minute, pentru a se hrăni sau în caz de pericol. Înainte de a părăsi cuibul femela acoperă ponta cu puf. O parte din ponte au fost monitorizate în timpul incubaţiei, ceea ce ne permite să constatăm că nici una n-a fost părăsită. Probabil, că minimul de deranj nu duce la abandonarea pontei, aşa cum se întâmplă la raţa mare sau la gâsca de vară *(Anser anser*), dacă sunt deranjate de câteva ori. Urmărind perioada de incubaţie a patru ponte de raţa roşie s-a stabilit că în medie durează 25,7 zile [7].

Conform cercetărilor periodice, numărul pontelor devastate diferă în funcţie de intensitatea răpitorilor: cioara grivă (*Corvus corone cornix*), eretele de stuf (*Circus aeruginosus*), coţofana (*Pica pica*), şobolanul cenuşiu (*Rattus norvegicus*), şobolanul de apă (*Arvicola terrestris*). Din 100 de ponte evaluate, 13 au fost devastate de aceşti prădători. Cioara grivă, devine foarte activă odată cu prezenţa omului în baltă, care deranjează femelele aflate în perioada de cuibărit. În ultimii ani a crescut mult numărul câinilor enoţi, vulpilor – specii prădătoare, care se asociază cu cele de mai sus, constituind un factor mare de distrugere a pontelor, fie parţial sau chiar total, mai ales în anii 2006, 2009 şi 2010, când pontele de anatide erau devastate de răpitori în totalitate. Pontele de înlocuire, de obicei conţin un număr mai mic de 4-5 ouă, mai rar 6 ouă, iar puii eclozează mai târziu şi mortalitatea acestora este mult mai mare, ajungând chiar la 60%.

Primele progenituri în bălţile din sectorul Prutului de Jos apar pe la mijlocul lunii mai, iar eclozarea în masă a puilor are loc în luna iunie. De obicei, la toate speciile de raţe, eclozarea continuă câteva ore, însă, în cazul raţei roşii, au fost depistate abateri de eclozare timp de două sau chiar trei zile în pontele cu un număr dublu de ouă. Femela cu puii eclozaţi în prima zi părăsesc cuibul, iar cei tardivi sunt sortiţi la pieire. În această perioadă, în bălţile din cursul inferior al r. Prut, în rezultatul viiturilor, se înrăutăţesc condiţiile de hrană şi femelele cu progenituri sunt nevoite să se deplaseze în căutarea apelor mai puţin adânci, bine dosite, ceea ce înlesneşte supravieţuirea puilor. În astfel de situaţii pierderile nu depăşesc 30% din numărul puilor eclozaţi. La sfârşitul perioadei de dezvoltare postembrionară, numărul puilor în progenituri era de 6,9 indivizi.

Perioada de năpârlire, la anatide începe odată cu părăsirea sectoarele de reproducere de către masculi. Masculii de raţa roşie, părăsesc femelele, în unii ani începând cu mijlocul lunii mai (anii 1968, 1970), iar în alţi ani (1969), pe la sfârşitul lunii. La începutul lunii iunie se adună în grupuri mai mari şi se îndreaptă la năpârlit spre bălţile ce au în componenţa lor zone izolate, din sudul republicii, ajungând până în Delta Dunării. Uneori în bălţile de reproducere se observă masculi solitari care năpârlesc în stufăriş. Cauza reţinerii lor se explică prin întârzierea depunerii pontei de către femele, determinate, în primăvara a.1969, de viitura extrem de mare cu vânturi puternice care au distrus majoritatea plaurilor - habitatele preferate de cuibărit ale raţei roşii şi al altor specii de raţe. Masculii părăsesc femelele în a doua jumătate a perioadei de clocit,

uneori în timpul eclozării puilor. Femelele încep a năpârli pe la mijlocul lunii iulie în habitatele de cuibărit, în prezenţa progeniturilor şi acest fenomen continua până la mijlocul lunii august, când puii sunt apţi de zbor. Femelele cu pontele târzii năpârlesc în prezenţa puilor.

De obicei, în a doua jumătate a verii majoritatea femelelor cu progenituri se camuflează în stufăriş, astfel, creându-se imaginea că balta este slab populată cu raţe. În primele zile de viaţă puii vânează la suprafaţa apei diferite insecte şi larvele lor. Pe măsură ce cresc se hrănesc ca şi adulţii, preponderant, cu vegetaţie acvatică (broscăriţă, lintiţă etc.), larve de ţânţari, chironomide, moluşte, mormoloci şi amfibieni de dimensiuni mici, etc. În a doua jumătate a lunii august, devin zburători şi puii din progeniturile târzii. Păsările tinere preferă pentru hrană apele cu vegetaţie submersă bogată, ferite de valuri mari. În acest timp formează stoluri mixte cu păsările tinere de raţă mare şi raţă pestriţă. În continuare, raţa roşie în stoluri de zeci de indivizi se deplasează în căutarea hranei pe o arie mult mai mare decât a celei de cuibărit, fiind observate în diferite bazine acvatice.

Migraţia de toamnă este slab exprimată. Primele stoluri mici apar pe la mijlocul lunii septembrie. Migraţia are loc toată toamna. Pe la sfârşitul lunii noiembrie sunt observate ultimele stoluri. Migraţia este bine observată în bazinul acvatic Dubăsari şi pe alte acvatorii mari din republică. După apariţia staţiei termoelectrice de la Cuciurgan, pe apele lacului iernau de la 50-60 până la 200-250 raţe roşii, care erau observate izolat de alte stoluri de raţe (raţa mare, raţa pestriţă).

În următoarele decenii raţa roşie a devenit o specie cu statut de protecţie pe plan internaţional. În prezent populează într-un număr mic în perimetrul rezervaţiei ştiinţifice „Prutul de Jos” [4]. Prădătorismul natural, asociat cu braconajul şi prezenţa magistralei de cale ferată pe traseul Cahul – Giurgiuleşti, finalizată în anul 2009, a dus la o scădere dramatică a numărului de specii de păsări acvatice, inclusiv a raţei roşii.

Prezenţa umană, prin păşunatul activ şi adăpatul vitelor în preajma bazinelor acvatice mari, precum lacul Manta, lacul Beleu, sau lacul Iezer din Colibaşi, constituie şi intensifică un deranj şi un factor de stress, la care se adaugă şi pescuitul excesiv, poate singura sursă de supravieţuire pentru populaţia din sudul republicii, mai ales în perioadele de cuibărit a raţei roşii. Fiind specie din grupul raţelor scufundătoare, nu de puţine ori, am fost surprinşi să observăm în plasele pescăreşti, raţe roşii moarte prin asfixie, intrate aici pentru a captura peşte.

În prezent, sunt estimate ca fiind cuibăritoare 15–20 perechi în perimetrul rezervaţiei ştiinţifice ”Prutul de Jos” şi lacul Manta, iar efectivul scade continuu, datorat în mare parte de imposibilitatea adaptării speciei la condiţiile ecologice precare oferite de habitat şi plasticitatea ecologică redusă.

Concluzii

- S-a stabilit că raţa roşie pentru reproducere are nevoie de habitate cu plauri şi spaţiu acvatic bogat în vegetaţie submersă, cu adâncimi nu mai mici de 1-1,5 m.
- Insuficienţa locurilor de cuibărit provoacă depunerea ouălor în comun a două-trei femele de aceeaşi specie sau de diferite specii (raţa cu cap castaniu, raţa mare, raţa sură), pontele ajungând până la 25 de ouă. Acest fenomen reduce eficacitatea reproducerii în cuiburile comune, prin incubaţia nereuşită, eclozarea întârziată şi pieirea puilor abandonaţi de femelă, cu 30%.

- Numărul mare a prădătorilor (cioara grivă, coţofana etc) şi deranjul în perioada de cuibărit influenţează mult asupra reuşitei reproductive a raţelor, inclusiv a raţei roşii.

Bibliografie

1. Cartea Roşie a Moldovei, ed.II, Chişinău, 2001, p. 175.
2. *Gavrilov E.I., Gavrilov A.E.*, The birds of Kazakhstan, Almaty, 2005, 226 p.
3. *Munteanu A., Zubcov N., et al*. Atlasul păsărilor clocitoare din Republica Moldova, Chişinău,2010, 100 c.
4. *Munteanu A,. Cojan C.*, Fauna rezervaţiei "Prutul de Jos", 2012, p. 87-137.
5. *Аверин Ю.В, Ганя И.М., Успенский Г.А*. Птицы Молдавии, том II, 1971, 236 с.
6. *Аверин Ю.В., Ганя И.М., Зубков Н.И., Успенский Г.А., Мунтяну А.И.*, Птицы из серии "Животный мир Молдавии", Кишинев, 1981, 333 с.
7. *Мунтяну А. И.*, Водно-болотные охотничьи птицы Молдавии/ Автореферат диссертации, Киев, 1972, с. 1-17.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului instituţional 11.817.08.14F finanţat de Academia de Ştiinţe a Moldovei.

PRESENT INTEREST AND PERSPECTIVES OF THE ZOOLOGICAL STUDIES

Tribute to Prof. dr. Andrei Munteanu at the age of 75 years

Murariu Dumitru

„Grigore Antipa" National Museum of Natural History, Bucharest, Romania

Rezumat

Este trecută în revistă istoria cercetărilor zoologice începând cu epoca antică până la zilele noastre. Sunt menţionate cele mai marcante personalităţi ale ştiinţelor naturale, inclusiv ale zoologiei şi aportul lor în dezvoltarea istoriei naturale în general şi a ştiinţelor zoologice în particular. Este discutată dezvoltarea ştiinţelor naturale, cu menţionarea apariţiei noilor ramuri şi domenii de cercetări moderne în zoologie.

Cuvinte cheie: Zoologie, istorie naturală, personalităţi, istoria zoologiei, domenii, realizări

Depus la redacţie: 10 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Dumitru Murariu, Muzeul Naţional Istorie Naturală „Grigore Antipa", Şos. Kiseleff nr. 1, Sectorul 1, Bucureşti, România, e-mail: dmurariu@antipa.ro.

The first knowledge of animals are lost in prehistoric times, when Stone Age people drew animal silhouettes they encountered on cave walls. The same figures were carved on bones and tusks or shaped as zoomorphic statuettes like horses, bison, sheep and wild goats, deer, reindeer, mammoths and woolly rhinos - all pertaining to the subject of zoology.

But Zoology as a science has emerged with the work of Aristotle (384-322 BC) - Animal History (*Historia Animalium*) in which he described over 500 species

- many from the campaigns of Alexander (the Great) in Asia. Since Aristotle the first classification dates, consisting in Blooded animals (fish, reptiles, birds and quadrupeds which born babies = mammals) and Animals without blood (molluscs, crustaceans, insects).

In 65 A.D., Pliny the Elder (23-79 AD - dead during the eruption of Vesuvius) wrote the scientific encyclopedia *Natural History (Naturalis Historiae)* in 37 volumes –an invaluable encyclopedia of anthropological art natural knowledge, medicine in the animal and plant world, physiology of that period. In 1550, the Swiss Konrad Gesner (1516-1565) described several hundred species, in another encyclopedia – *Historiae Animalium* - a comprehensive three-volume encyclopedia, describing the animal kingdom, richly illustrated with hand-made drawings. (In 1541, he published *Historia Plantarum*). In the 18th and 19th centuries, zoology progressed immensely as a scientific discipline. As a result of the scientific expeditions of the geographer, naturalist and explorer Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769 –1859), the interactions between living creatures and their environment have been deciphered. Living environment correlation with geographic conditions led to the emergence of biogeography, ecology, ethology and thus essentialism, after which all species remain unchanged over time, brings to light the systematic classification and the idea of evolution. The establishment of some species extinction along geological eras, the occurrence of mutations, cell theory opened new perspectives to fundamentals of life sciences in general, especially zoology. Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon (1707 – 1788) published 44 volumes d'*Histoire naturelle*, nine of them being published after his death. Buffon was the father of natural history thinking of the second half of the 18th century, his idea influencing the next two generations of naturalists, among which there were Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, *Chevalier* de Lamarck (1744 – 1829) and George Cuvier (1769 – 1832). Lamarck was the Head of the Department of Botany (in 1788) at Jarden des Plantes and then, Professor of Zoology (since 1793) at the National Museum of Natural History of Paris. He published „*Flore française*" in three volumes, and in 1801, *Système des animaux sans vertèbres* and explained that the idea of evolution is imposed by natural laws. In 1809, he published *Philosophie zoologique, ou Exposition des considerations relatives à l'histoire naturelle des animaux*. He defined the theories of the spontaneous generations and of the transformism or the theory of organic evolution – the last one being resumed by Darwin, later.

Lamarck was not accepted or esteemed by his colleagues Buffon and Cuvier. Only Charles Darwin, Lyell, Haeckel and other evolutionists of the 19th century recognized him as a great zoologist and the forefather of the concept of evolution. In 1861, Darwin wrote: "Lamarck was the first man whose conclusions on the subject excited much attention. This justly celebrated naturalist first published his views in 1801. . . he first did the eminent service of arousing attention to the probability of all changes in the organic, as well as in the inorganic world, being the result of law, and not of miraculous interposition".

According to Lamarck, the features got by an organism can be inherited. In fact, its thoughts were more complex: organisms cannot be modified/transformed passively considering their living environment, as his colleague Geoffroy Saint-Hilaire thought. Environmental change also influences the changing of organism, the change of their

habits. Changing habits determined the stronger or slighter of a certain structure or organ. More intensive use of an organ may increase the waist, after several generations, or on the contrary, non-use can lead to its reduction or even extinction. This law (*of the use and non-use*), was entitled "The First Law" in his book *Philosophie zoologique*. The Second Law was the *heritage of changes experienced by the organism under the influence of environment*.

The depth and the thought of these two laws were appreciated later, when they were assessed as a prelude to evolution. Lamarck argued that all organisms turn continuously and gradually as they become better adapted to environmental conditions. Physiological needs are determined by the interaction of organisms with their environment.

Baron Georges Cuvier (1769 – 1832) was a very good anatomist and founder of the vertebrate palaeontology, areas on which he formulated the laws of *subordination organs and form correlation*. He remained famous for his aphorism "*... give me a tooth and I will reconstruct the entire animal which belonged*". In collaboration with the zoologist Achille Valenciennes (1794 - 1865), Cuvier described over 5,000 species of fish. Tributary to the conceptions of his time, Cuvier was a creationist or better said – anti-evolutionist and elaborated the theory of catastrophe. He also had a theory on the evolution of vertebral skull, according to which the skull would only be a transformed vertebra.

The great French zoologist Achille Valenciennes (1794–1865) was Cuvier's student, with whom he wrote a part of the 22 volumes on *Histoire Naturelle des Poissons*. In 1832 he became the Head of the chair of *Histoire naturelle des mollusques, des vers et des zoophytes* at the National Museum of Natural History of Paris.

Etienne Geoffroy de Saint Hilaire(1772–1844) established the principle of the comparative anatomy of the "composition unity" according to which all animals have a base structural plan. He also founded teratology - study on animals with malformations. For a period of time, he worked as Head of the Zoology Cabinet of the Jardin des Plantes and when it became the National Museum of Natural History, he was entrusted with the leadership of the Department of Zoology, and in 1809 he became professor of zoology at the University of Paris. His studies in anatomy were published in two volumes entitled *Philosophie anatomique*. Based on the principle of unity of organic composition of vertebrates, Saint Hillaire established three parts: - the law of development, after which no organ suddenly appears or disappears, thus explaining atavisms; - the law of compensation, after which an organ grows disproportionately, only at the expense of another; - law of the relative position, after which the parties of all animals retain the same relative position against each other. He collaborated with George Cuvier, publishing together five papers and proposing the method of "subordination of characters", which can distinguish and group features animals that can be placed in the same clade. This method was then known as the radiated zoological systematics, of Cuvier by which the animal features can be distinguished and grouped in the same phylum. This method was known as the Cuvier's principle of the zoological systematics.Louis-Jean-Marie Daubenton (1716–1799) contributed to the editing of the Encyclopedia of Rational Dictionary of sciences, art and crafts.

Carol Linné (1707–1778) the famous botanist, Swedish physicist and zoologist founded the modern binary nomenclature and he is considered the father of taxonomy.

In 1835 he published the first edition of the book *Systema naturae* (original title – *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*), which means: Systematics of the nature by the three natural kingdoms (vegetal, animal and mineral) in classes, orders, genera, and species, with their features (genera) and differences (species), synonymies and collecting places or terra typica. Modern biological classifications originate in Linné's papers, who grouped the species according to their morphological features. Certainly, those groups were substantially revised and improved on the basis of Darwin's principle, of the origin of living things from a common ancestor.

Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769–1859) geographer, naturalist and explorer in Germany, investigated the interactions between living creatures and their environment, their dependence on geographical conditions, and thus founded biogeography, ecology and ethology.

A much stronger echo was made by Charles Darwin's work (1809 - 1882), just because of the extremely rich zoological material existing in the museum collections in the world - collections that Darwin was able to study them and interpret them with clear and precise principles. If the archaic style in expressing Lamark's innovative ideas was marked by the turmoil of the French Revolution, by Robespierre's spirit in which he lived, the famous English naturalist lived in the Victorian era of great prosperity to his country during the Industrial Revolution.

While Darwin considered totally wrong Lamark's transformist ideas, he has mastered almost entirely: law of used and unused; inheritance of acquired characters; environmental impact; slow evolution of species; human origin. Therefore, some scientists consider Darwin the first neolamarkian. But, as the Belgian savant Paul Brien wrote (1974), „...*Lamarkian and Darwinian concepts completed more than oppose, if evolution is depicted through the phylogenesis and current genetic data (molecular biology* our note*) and ontogenetic phylogeny* ".

Today we can say that the subject of zoology is represented by the structure, function, behaviour, development, phylogeny, classification, dissemination and use of animals. **Zoology is the animal biology**.

If we agree that the idea of evolution, of the transformation of species is one of the greatest revolutions in human thought, we better understand why the society needs Zoology and zoological research.

Zoology had an overwhelming role in studies of comparative morphology, embryology and physiology of major groups of animals. Just based on zoology, it was reached today that evolution was not considered a hypothesis, but a fact. Who has not heard of the famous French zoologist Pierre Paul Grasse? He was a neo-Lamarkian and did not agree that mutations are the source of evolution. In addition to the 38 volumes of his Treatise of Zoology he asserted that the evolution of the creatures represented materials for a new transformist theory. To Grassé (1895 - 1985), we associate the Romanian scientist George Emil Racoviţă (1868 - 1947), who, since 1929, in his book "Evolution and its problems" showed that the concept of evolution is neither hypothesis or theory, but a finding of fact - one of the safest and acquiring fundamental knowledge.

In our time, the mechanisms of evolution, physical location of the significant characters of the hereditary elements are mostly the prerogatives of new branches of biology: cell biology, genetics, molecular biology. But these new branches cannot break from classical botany and zoology. In all their avant-garde, new fields of biology always inspire themselves from classical subjects, and the latter (as Motaş presented in 1978), "*... to their turn they complete their contents and problems, assimilating the results of genetics and other new branches of modern biology*."

Brilliant geneticist Theodosius Dobzhansky (1900 - 1975) –the famous neo-Darwinian of the 20th century, drew attention on that molecules do not occur in the wild, but plants and animals. Only those who come to know thoroughly one group of animals, only those who worked hard for identifying the species for theoretical and applied interests, can realize the importance of systematics in general, of zoology in particular. Ernst Walter Mayr (1904 –2005) – the great evolutionary biologist of the 20th century – was an American of German origin, taxonomist, specialized in ornithology and history of biological sciences - the founder of the synthetic theory of evolution. He made important contributions to the development of the biological species concept. If according to Darwin, the species evolved from a single common ancestor, the mechanism by which this common ancestor emerged remains unresolved. In his book *Systematics and the origin of species*/1942, Ernst Mayr showed that the species is not just a group of similar individuals morphologically, but a group of individuals that can reproduce only among themselves and excludes others. When populations of a species become geographically isolated as feeding strategies, reproductive choice and other particular requirements, they begin to differ from other populations by genetic drift and natural selection, while evolving new species.

The most significant and rapid genetic reorganization occurs in the extremely small populations that became isolated (such as those on the islands). He was the founder of the theory of peripatric and allopatric speciation. In top science something sustainable cannot be done without systematic. GrigoreAntipa (1867 - 1944), speaking about the importance and need for the organization of the museum collections which he founded, said: „*Sine systemata, chaos!*".

Scientific classification in zoology is the zoologists' method to group in a certain hierarchy the organisms basing on biological types - genus or species. This biological classification is a form of scientific taxonomy.

Some conceited researchers believe that mammals do not offer anything new to learn! For example, referring to volume 95, number 3 (April 2014) - *Journal of Mammalogy*, in April 2014, based on anatomical descriptions, research on karyotype and mitochondrial sequencing, a new genus and a new species of Sigmodontinae (*Calassomys apicalis*) were described in the State of Minas Gerais - Brazil. In the same volume and number it was published a new species (*Crocidura absconditus*) from West Java, Indonesia.

A new species of marsupial (*Lutreolina massoia*) of Didelphidae marsupials was described from Argentina, based on morphometric analysis and DNA sequencing. In No 4 (june 2014) of the same journal it was described from Namibia a new species - *Macroscelides micus* – a relative of *Elephantulus*. These are just a few

examples, in which the molecular biology helps α-systematics for clarifications in zoological classification.

Accepting the last classification, after which the living world is divided into five kingdoms (Monera, Protozoa, Fungi, Plantae, Animalia), we know that Zoology belongs to the fifth kingdom. In its turn, it is divided into two branches: Invertebrates and Vertebrates. But they also have sub-branches, which in most cases correspond to the phyla. At the same time, we should not overlook the interdisciplinary relations, of links of zoology with: biochemistry, bioacustics, bionics, bioinformatics, biotechnology, biogeography, etc.

Thus, we better understand why zoological research is required. Zoology imposes as a science of synthesis, the results should be in all sciences: anatomy, physiology, cytology, embryology, palaeontology, ethology, ecology, etc., to reconstruct the whole living being on the whole, in the multiplicity of events and his correlations, and humans to understand where the each animal species is placed in nature and especially to understand the role they play in the complex relationships of the living world. Science itself of zoology is a science of integration that helps humanity to answer the big questions about the world, its destiny, knowing that some branches of zoology directly serve human economy.

Can anyone say that today there are enough chemicals to combat pests of plants, animals and of man, and so it is. Biological control methods are not so radical. But the biological control is acting only on insect groups (target groups), with no risk to man or the environment. It must be taken into account that insecticides do not always have elective share and extend their destructive effects on the entire ecosystem. In some instances, chemicals used in pest control may favour the emergence of resistant breeds and, not the least, chemicals become toxic to human body, no longer referring to their high price.

But how important zoology became in establishing biodiversity conservation strategies? How to hold the declaration of a protected area without the knowledge of plant and animal species in the area, without assessing their populations and their protection status? And it is not the case to insist on the theme actuality in the world.

Finally, zoology has a huge educational role, yet recognized by great thinkers like Rabelais, Bacon, Rousseau and others. It is known that, since childhood, the interest in nature is manifested, as well as in understanding of the environment in which live all kinds of creatures, in admiring the beauty of shapes, colours, crickets chirping, birds singing, the love calls of deer, marmots whistle, calls of alarm of the chamois or by suspicious mothers. But how many writings and stories have heroes of zoology? La Fontaine's wise fables, Ion Creangă's stories, George Coşbuc's "Wedding in the forest", Rudyard Kipling's "Jungle Book", etc.

It is said that who hasn't past, doesn't deserve future. Our zoological past is extremely rich in zoologists' names who contributed to the development of Zoology in the Republic of Moldova, Romania, Russia, China, Japan, and from the African and American continents.

The work left by predecessors is the moral support of current zoologists - forced to carry forward the flame of zoological research, to highlight the importance and actuality of zoology always in the context of unprecedented development of the biological

sciences. Based on the history of zoology, we are proud and honoured for the scientists' brilliant contribution and zoological education of today and look with hope to the future directions of zoology, with its many branches and sub-branches, mentioned above.

The specialists' results of the Institute of Zoology of the Science Academy of the Republic of Moldova, by their internal programmes and by their participation to famous scientific meetings of the country and of the world (among others I mention their active participation to the annual Congress of Zoology organized by "Grigore Antipa" National Museum of Natural History – Bucharest, to the scientific sessions of the specialized museums of Craiova, Bacău, Galaţi, their good relations with the zoologists of the faculties of biology of the universities of Iaşi, Cluj, Bucharest, Constanţa etc., with the institutes of biology of Bucharest, Cluj and Iaşi), substantially contributed to the progress of the zoological science, to the protection of nature, to the knowledge and conservation of biodiversity.

Morphological data of systematics, ecology, zoogeography, ethology, biochemistry, genetics and molecular biology are bricks of natural history. Despite the complexity of the field of zoology, it is nevertheless unified by the interdependence of those branches, both theoretically and practically. A scientist cannot approach to all areas and therefore strict specializations appear which involve the accumulation of a huge amount of information and learning new principles, concepts and work techniques. From now on, the encouraging of the interdisciplinary research is required, with more acuity.

However, in the golden age of genetics, the animal world cannot be discussed or scientifically approached without zoological research, which, in their turn, should bring together the results of the diverse areas approached by the specialists, within zoology unit, always present in human existence.

References

1. *Antipa Gr.* Die Organizationsprinzipien des Naturhistorisches Museum in Bukarest. // Ein Beitrag zur Museumskunde. Bucureşti, 1918: 1 – 16 + XVI Plates (28 figures).
2. *Darwin Ch.* On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.// Journal of the Linnean Society of London (Botany), John Murray, London, 1859, 9: 1 – 118.
3. *Dobzhansky T.* Genetics and the origin of species. // Columbia University Press, New York: 1937: 1 – 364.
4. *Harrison R. G.* Linking evolutionary pattern and process. The relevance of species concepts for the study of speciation. // Species and Speciation. Oxford Univ. Press., New York. 1998: 19-31.
5. *Lamarck J.B.* Philosophie zoologique, ou Exposition des considerations relatives à l'histoire naturelle des animaux. // Zoological Philosophy (translated by Hugh Elliott. Macmillan, London 1914), 1809: 1 – 410.
6. *Mallet J.* Subspecies, species and superspecies. *In:* Levin S.A. et al. (eds.) "Encyclopedia of Biodiversity".// Academic Press, New York, 2001, No 5: 523-526.
7. *Mayr E.* Systematics and the origin of species. // Columbia University Press, New York, 1942: 1 – 337.
8. *Mayr E.* Animal Species and Evolution.// Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1963: 1-797.
9. *Racoviţă E.* Evoluţia şi problemele ei. Biblioteca eugenică şi biopolitică a "Astrei", Cluj, 1926: 1 – 184.
10. *Schreiber E.* Herpetologia Europaea.// Gustav Fischer Verlag, Jena, 1912: 1 - 960.
11. *Simpson G. G.* The species concept.// Evolution 1951. No 5: 285-298.

THE ZOOBENTHOS ROLE IN THE DEVELOPMENT OF THE PARASITIC COMMUNITIES IN KUCHURGAN RESERVOIR

Philipenko Sergey

Transnistria state university,
Institute of Zoology of the Academy of Sciences of Moldova

Rezumat

Lacul de acumulare refrigerent Cuciurgan se caracterizează printr-o diversitate specifică şi indici cantitativi inalți ai macrozoobentosului. În componența parazitofaunei la peștii din lacul refrigerent au fost înregistrate 370 de specii de paraziţi, inclusiv 40 de specii de nematode, trematode, cestode şi acantocefali, care implică în ciclurile lor vitale organismele zoobentonice. Cel mai des în rolul de gazde intermediare ale paraziţilor sunt moluştele şi oligochetele. Lacul refrigerent Cuciurgan, comparativ cu bazinele cu regim termic natural, se deosebeşte printr-o componență mai bogată a speciilor parazitare, inclusiv datorită eutrofizării înalte şi dezvoltării abundente a comunităţilor bentonice.

Cuvinte cheie: zoobentos, paraziţi, peşti, lacul de acumulare refrigerent Cuciurgan.
Depus la redacţie: 03 martie 2015

Adresă pentru corespondenţă: Filipenco Serghei, 3300, Tiraspol, str. 25 Octombrie, 128, USN; E-mail: philipenko@spsu.ru; tel.: 79990071; (373)777-7-13-20

Introduction

The Kuchurgan storage reservoir has a function of the cooling pond of the Moldovan Thermal Power Plant with a capacity of 2,52 GWatts with a recycle cooling system from 1964. The water area of the reservoir is about 2730 hectares with an average depth of 3,5 m and the maximum depth of 5,0 м, the water volume is – 88 mln.м^3. The Kuchurgan reservoir differs from other water basins of the regions with a natural cooling regime by a rich hydro-fauna, including the benthic fauna which determines the richness of the species composition of the parasitic communities.

The macro-zoobenthos together with the zooplankton in the cooling pond takes an important part in the formation of the parasitic communities of different systematic groups of the parasites, acting as intermediate or second intermediate host.

From the practical point of view it is important to study the zoobenthos as an intermediate element in the fish parasites life cycles. The issues about the role of the zoobenthos in the formation of the parasite communities in the cooling ponds have not been sufficiently studied in the scientific literature. As a rule, the main attention is given to the importance of the fish stock in the parasitic relationships and to the influence of the high temperatures on the parasites communities only.

The changes that occur in cooling ponds ecosystems under the influence of the high temperatures, introduce significant correcting measures in the biology and even morphology of the parasites. In the areas of the warm water discard there is a shift in the life cycle phases and the morphology of the parasites, especially the fish parasites [16]. In the collecting canal of the Moldovan central steam power station, in comparison with the open water area of the cooling pond, there is a more rich fish species composition, a more intensive fish invasion and greater fish variability in time [10].

The aim of the study is to develop the role of the zoobenthos in the formation of the fish parasite communities in the cooling ponds with a reversive system of water supply on the example of the Kuchurgan reservoir.

Materials and methods of research

The materials for this study were the published and unpublished results of investigations on the macrozoobenthos [18, 19, 20] and fish zooparasites [9, 10, 11] of the Kuchurgan reservoir. The study was performed in the vegetative period of 1985 to 2013. The common accepted methods in the field of hydrobiology and ichthyoparasitology were used [1, 7].

Results and discussion

The Kuchurgan reservoir is characterized by a rich species composition and high quantity indices of the development of the macrozoobenthos. The average quantity of the "soft" zoobenthos in the period of 1997-2013 consisted of 7831 ex./m^2 with a biomass of 26,63 gr/m^2 (see table 1). The formation of "soft" zoobenthos was based on the complex of oligochaetes - chironomidae. The species composition of the annelids included about 40 species of oligochaetes and 2 species of the polychaetes, 56 species of chironomids, 8 species of amphipods, 4 species of cumaceans, 3 species of mysids, as well as some species of mayflies, dragonflies, caddis flies and Diptera. The malacofauna of the reservoir was formed by more than 35 species of the gastropoda and about 15 species of bivalves, dominated by *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771).

Table 1. The average quantitative data on the number and biomass of the main groups of the zoobenthos in Kuchurgan reservoir during period of 1997-2013.

Group of zoobenthos	Quantity, ex./m^2	Biomass, gr/m^2
Oligochaetes	6326	10,55
Polychaetes	1156	4,31
Chironomidae	1154	15,85
Malacostraca	182	29,68
"Soft" benthos	7831	26,63
Molluscs	1280	362,86

The species diversity and high quantities of the zoobenthos of the Kuchurgan reservoir play an important role in the development of the parasitic communities of the cooling pond, including the bottom hydrobionts in their life cycle. The cooling reservoir of the Moldovan steam power station among the other water basins of Moldova is characterized by the richest species composition, and the highest rates of species diversity of the parasites and the highest degree of their invasion.

The general extension of the fish invasion by the parasites in Kuchurgan reservoir achieves the level of 83%, and the intensity of the invasion varies depending on a number of ecological factors. Among the reservoir fish there were recorded about 370 species of parasites belonging to different systematic groups, the most wide-spread were 160 species, including: Cnidosporidia - 58, Coccidia – 4, ciliates - 30, flagellates – 8, nematodes – 11, Digenea – more than 20, monogenetic trematodes – 12, Ligulidae – 10, arthropods – 7 and Acanthocephala – 4 species. The most high species

diversity of the parasites was recorded with common rudd (55 species), silver bream (49), bleak (48), perch (43), amur bitterling (33), goby fish (19-22), spined loach (20), chub (18) etc [10].

The infection of the fish in the reservoir cannot be characterized as uniform. The fish dominating here have the highest number of helminthes which are also various in species. In this respect the most distinguished are the following species: perch, pike, rudd, roach, common bleak, amur bitterling, and the goby fish species. Mostly infected are those species of fish which are in contact with biotopes, with overgrown macrophytes. In these areas most of their intense nutrition and natural infection occurs. Therefore, the most rich species composition of parasites and a higher rate of infection obtain the fish species from the in-shore parts of the reservoir, more in the upper areas and in the discharge channel of the steam power station, in comparison with the open water areas of the cooling pond [9].

The research demonstrated that numerous species of fish parasites in the reservoir are those with a direct cycle of development (Cnidosporidia, Ciliophora and Monogenea) and numerically those species, whose larvae are formed in aquatic invertebrates (oligochaetes, crustaceans and mollusks) – Cnidosporidia, trematodes, cestodes and nematodes.

The benthic invertebrates of the Kuchurgan reservoir take part in the realization of the life cycles of the fish parasites such Cnidosporidia, coccidian, nematodes, trematodes, cestodes and acantocephalae.

The Cnidosporidia parasiting the fish of the Kuchurgan reservoir, in the most cases develop without the participation of the intermediary link species, as well as the most representatives of this species. Nevertheless it was demonstrated by the parasitologists that some Cnidosporidia develop with the help of oligochaetes, which gives reasons to suppose that their life cycle in its complexity and variation cannot concede that of the trematodes [14]. In the reservoir with the participation of the oligochetes the life cycle of the most spread species is formed - *Myxobolus cyprini* (Doflein, 1898), *M. muelleri* (Bütschli, 1882), *M. dispar, Sphaerospora* spp.

Still the leading component of the parasitic fauna of the fish in the Kuchurgan reservoir, and according to the number of species and the pathogenic degree (for the birds, fish, mammals and human beings) are the helminthes.

From among the nematodes - the parasites of the fish in the Kuchurgan cooling pond are wide spread the nematodes of the genus *Eustrongylides*. Up to the present time about 25 species taxa of the eustrongylides [11]. Their development life cycle proceeds with the participation of the final (ichthyofagous birds), intermediary (water oligochetes) and supplementary (reservoir) hosts (fish, amphibians, reptiles). Thus, according to the data by A.Ya. Moshu [11], in the Kuchurgan reservoir are 12 species of fish (perch, sander, pike, ruffe, pumpkinseed sunfish, monkey goby, round goby, racer goby, bighead goby, tubenose goby, tadpole goby, tench, asp, common roach, common rudd, carp and wels cattfish) infected with the eustrogilides (*Eustrongylides excisus, E. tubifex, E. mergorum*). Some fish, as observed, has a mixed type of parasites invasions consisting of the larvae of the eustrongylides in different species combinations: *E. excisus + E. tubifex, E. excisus + E. mergorum, E. tubifex + E. mergorum* и *E. excisus + E. tubifex + E. mergorum*. Lately the extensive invasion of the perch, pike, pumpkinseed

sunfish, and the gobies in the reservoir by the larvae of the above mentioned nematodes reached the level of 90-100%. The high percentage of the infection of the perch by the nematodes in comparison with the rest of the Dniester basin can be explained by the fact that the main food in the Kuchurgan reservoir for this fish are the gobies.

One of the factors leading to the spreading the eustrongylides and a high rate of the infection of the fish in the Kuchurgan reservoir is the rich species composition and a numerical dominance of the potentially intermediary hosts, more exactly of the oligochetes.

In the Kuchurgan reservoir, beside the eustrongylides other nematodes use organisms of the zoobenthos for the realization of their life cycles as intermediary hosts, and especially the following nematodes: *Streptocara crassicauda, Schulmanela petruschewskii, Contracaecum spiculigerum (C. microcephalum)*. It is worth mentioning that the first intermediary host in the development of the *C. spiculigerum* may serve cyclopes, and for the second supplementary host may be used the dragonfly larvae [8].

Among the nematodes the widest spectrum of the intermediary host – the organisms of the zoobenthos - stands out *Raphidascaris acus.* In the Kuchurgan reservoir the mature *R. acus* use as a final host the pike, perch, sander and wells catfish. The rafidaskaris is widely spread and registered every year in the reservoir. As second intermediary host most often it is registered among yearlings in the middle of the summer, when they start feeding on the zoobenthos. By this time the larvae in the organisms of the intermediary invertebrate animals achieve an invasion stage and the whitebait actively eats them. The infection rate achieves by the end of the August and in September the level of 54 %, with the presence of 1-12 larvae in each fish body [9].

In the cooling pond of the Moldova steam power station the presence of the nematodes was registered, parasiting continually the hosts in the larvae of the insects such as chironomids in which were found the mermithidae *Gastromermis hibernalis* (Rubzov, 1974) and 2 species of *Hydromermis* sp. with the extension of the invasion from 14 up to 53% [17], regulating the numerical development of the chironomids in the water basin.

From parasitical worms the most present species composition in the Kuchurgan reservoir are the trematodes. The highest numbers of the digenea worms were remarked with the benthophagous fish, the species composition of the trematodes in predators is richer, and the planktophages are characterized by the lowest level of diversity among the fauna of trematodes.

A special place in the life cycles of the trematodes in the cooling ponds is taken by the mollusks, including the zebra mussel. For the zebra mussel parasiting trematodes the second intermediary and the final hosts are many species of the fish and waterfowl, which get infected by feeding on the mollusks. So as a second intermediary host the zebra mussel is used by the (Echinostomatidae), which parasites the intestines of the waterfowl [21]. The zebra mussel serves as an intermediary host for the fish parasiting trematodes *Bucephallus polymorphus*, *Phyllodistomum folium*, *Aspidogaster limacoides* (Diesing, 1834), for birds - *Echinoparyphium recurvatum* (Linstow, 1873) [4, 5, 6, 12, 13, 15]. In the Kuchurgan cooling pond the zebra mussel participates in the realization of the life cycles of *Phyllodistomum folium* and *Bucephalus polymorphus*.

The investigation of V.P. Lyaknovich and coauthors [3] demonstrated that in the warming zone of the Lukoml steam power station the rate of the infection of the zebra mussel by the larvae of the trematodes *P. folium* was several times higher than in the zones of with a natural thermal regime. The initial infection of the mollusks happened at the moment when the shell of the zebra mussel was 8 mm or more, and the maximum infection rate by the parasite is observed when the shell length is about 24-28 mm. As some author mention, *P. folium* is a specialized parasite of the zebra mussel [21], a fact which demonstrates the role of the *D. polymorpha* in the enriching of the parasite fauna of the cooling ponds.

Among the bivalves of the Kuchurgan water reservoir, besides the zebra mussel, an intermediary host of the trematodes can be considered for *Bunodera luciopercae* - *Sphaerium corneum* and *Pisidium amnicum,* and for *Rhipidocotyle campanula* – the unionides *Anodonta cygnea, A. piscinalis, Pseudoanodonta complanata, Unio pictorum.* An interesting particularity of the biology of the *B. luciopercae* is the fact that besides the first intermediary hosts – the mollusks the further development is observerd with the implication of the second intermediary hosts – not only the plankthon crustaceans Cladocera and Copepoda, but also the benthic organisms amphipodes and the larvae of the mayfly [15].

An intermediary host for the trematodes among the mollusks can be different species of the gastropods. In the cooling pond of the Moldova steam power station *Lithoglyphus naticoides* participate in the life cycle of *Cryptocotyle concava, C. jejuna* and *Apophallus donicus. C. jejuna,* in particular was registered with roaches, bream, common bleak, common rudd, carrassius, tench, carp, grass carp, Ukrainian stickleback, pike, sander, perch, round goby and tubenose goby; metacercariae *A. donicus* were remarked with roach, bream, carp, silver carassius, white-eyed bream, tench, common rudd, pike, perch, sander and ruffe. The extension of the invasions reaches the level of 30 %, and the intensity – unitary metacercariae [9].

Bithynia tentaculata acts as a link in the life cycle of the *Metorchis bilis, M. xanthosomus, Opisthorchis felineus, Pseudoamphistomum truncatum* and *Stephanostomum bicoronatum.* The majority of the fish species in the Kuchurgan reservoir in the food spectrum of which include the bithynia, in their masses the metacercaria was observed *Metorchis bilis* and *M. xanthosomus*: roaches, common rudd, tench, bream, carp, white-eyed bream, Dnieper chub, common dace, silver carassius, European chub, Amur bitterling, (extensivity of the invasion with common nase - 50 %, common rudd - 11,4 %, Amur bitterling – 4,7 %). Some examples of fishes were infected with hundreds of metacercariae [9, 10]. The high extensivity of the invasion in the reservoir was remarked with *P. truncatum* (the extensive invasion of the bream – 6,1 %, chub – 50 %, rudd – 2,8 %, bitterling – 2,3 %).

Among other mollusks of the Kuchurgan reservoir *Fagotia acicularis* and *F. esperi* participate in the realization of the life cycle of *Metagonimus yokogawai* and *Mesostephanus appendiculatus*; *Vivivparus viviparus* – of *Paracoenogonimus ovatus*; *Valvata* sp. - of *Ichthyocotylurus pileatus.*

For the majority of the species of the trematodes of the Kuchurgan reservoir (*Echinochasmus perfoliatus, Tylodelphys clavata, Diplostomum spathaceum, D. paracaudum, Posthodiplostomum cuticola, Sanguinicola* sp., *Clinostomum*

complanatum) the intermediary hosts in their life cycles are represented by the lymnaeids. Among the indicated trematodes in the Kuchurgan reservoir there is an extensive invasion of *E. perfoliatus* with the rudd, bitterling, bream and bleak consists 5-8 %, with an intensive invasion of 1-12 ex. [10].

The diplostomatidae parasite the ichthyofagous birds, mainly the sea gulls, that are why the infection of the fish by them has a local character connected with the colonies of these birds [2]. The long term dynamics of the metacercaria of the genus *Diplostomum* in the Kuchurgan reservoir demonstrate their high population, which is a consequence of the eutrpophication processes of the cooling pond due to the nutrients leading to the pond overgrowth and the increase in the numbers of the mollusks. The high population of the lymnaeids in together with the numbers of the ichthyofagous birds create favorable conditions for the existence and the spreading of the parasites in the cooling pond.

The fauna of the cestodes in the Kuchurgan reservoir mainly consists of the species developing through the copepodic group of the zooplankton and only the *Caryophyllaeus brachycollis, C. laticeps* and *Khawia sinensis* use as the first intermediary host the oligochetes: *Tubifex* sp., *T. tubifex, Psammorycte* sp., *Limnodrillus* sp., *L. udekemianus.* The rich species diversity and the high population of the oligochetes in the benthic fauna of the Kuchurgan reservoir favor the development of the population of the tapeworms, whose lifecycles are connected with the benthic oligochetes.

The parasitic fauna of the Acanthocephala living in the fish of the Kuchurgan reservoir consists of 4 species: *Pomphorynchus laevis, Pseudoechinorhynchus borealis, Acanthocephalus anguillae* and *A. lucii.* In comparison to other systematic groups of the parasites, the acantocephales include in their lifecycle a limited number of the intermediary hosts, whose role for the parasites, living in mature aquatic vertebrates (fish, amphibia, and waterfowl) is played mainly by the crustaceans. In the Kuchurgan reservoir the larvae stage of the acantocephales happen in the gammarids *Dikerogammarus haemobaphes, D. villosus, Pontogammarus robustoides, P. crassus,* as well as in the water hoglouse *Asellus aquaticus*.

From all the diversity of the parasitic fauna of the Kuchurgan reservoir, the cycle of which happens with the participation of the organisms of the zoobenthos, and the highest number of the species is recorded with the trematodes – about 60 % and nematodes – about 20 %, a fact conditioned on one hand by the diversity and the high population of the intermediary hosts – mollusks and oligochetes, and on the other hand by a wide spectrum of the benthic organisms, included in the life cycle of a concrete species of the helminths. The richness of the species composition and the high population of the parasitic fauna of the Kuchurgan reservoir, including in the realization of their life cycles the organisms of the zoobenthos, has a stable level and has a tendency to preserve it in future, due to the diversity of the species composition and the high population of the zoobenthos of the cooling pond.

The organisms of the zoobenthos, having a role of the invading species in new ecosystems, represent an important function in the spreading of the parasitic invasions, considerably increasing its habitat area. A special importance is obtained by the zoobenthos in the spreading of the narrowly specific parasites, such as the trematodes *Phyllodistomum folium, Apophallus donicus, A. muehlingi, Nicolla skrjabini.*

From among the actively increasing the are of the ponto-caspian organisms of the zoobenthos, a greater ability for the "area expansion" in observed with the mollusk *Lithoglyphus naticoides*, which by the end of the XIXth century penetrated mouths of the Baltic rivers and the desalinated bays of the Baltic sea, and started to settle in the water basins of the Western Europe, gradually becoming a common component of the ecosystem of the inland water basins, including the reservoirs of the cooling ponds. Thus in the beginning of the 2000s the cooling pond of the Lukolm steam power station was inhabited by *D. polymorpha* and *L. naticoides*. Together with the *Lithoglyphus*, as its intermediary host a number of narrowly specific parasites the trematodes *Nicolla skrjabini*, *Apophallus muehlingi*, *Apophallus (Rossicotrema) donicus* was introduced. In the analogical way the zebra mussel and the *Phyllodistomum folium* was introduce into the Lukoml lake.

In their turn narrowly specific parasite, observed at the stage of the maritae in the ichthyofagous birds and mammals, serve a the most visible biological mark of the appearance of the mollusks in the new water basin.

Conclusions

The cooling ponds in comparison with the water basins with a natural thermic regime one may observe a more rich species composition of the parasitic fauna, including those which include in their lifecycle the organisms of the zoobenthos. The parasitic fauna of the cooling ponds is characterized by a high extensivity and intensivity of the invasion at the level of final and intermediary hosts. The zoobenthos plays an important role in the development and the spreading of the parasitic communities of the water basins both with a natural and a transformed thermal status.

References

1. *Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. - Л.: Наука, 1985. - 122 с.
2. *Изюмова Н.А.* Паразиты рыб в условиях зарегулированного стока Биологические ресурсы водохранилищ. – М.: Наука, 1984. - с. 243-251.
3. *Ляхнович В.П., Каратаев А.Ю., Анципович Н.Н.* Влияние подогрева воды на степень заражения *Dreissena polymorpha* Pallas личинками трематоды *Phyllodistomum folium* Olfers в оз. Лукомльском // Биология внутренних вод. Информационный бюллетень № 58. – Л.: Наука, 1983. - с. 35-38.
4. *Мастицкий С.Э.* Дрейссена (Dreissena polymorpha Pallas) как источник трематодозов позвоночных животных. // Материалы междунар. симп. «Перифитон континентальных вод: состояние изученности и перспективы дальнейших исследований», 3-5 февраля 2003 г., Тюмень. – Тюмень: Изд-во «ООО Опцион ТМ-Холдинг», 2003а. – с. 40-41.
5. *Мастицкий С.Э.* Распространение трематоды *Phyllodistomum folium* (Digenea: Gorgoderidae) среди популяций моллюска *Dreissena polymorpha* (Bivalvia: Dreissenidae) в Беларуси. / Мат. междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2003 г.: экологические проблемы XXI века», г. Минск, 19-20 мая 2003 г. – Мн., 2003б. – С. 250-251.
6. *Мастицкий С.Э.* Эколого-паразитологические аспекты распространения дрейссены (Dreissena polymorpha Pallas). / Мат. II междунар. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», Минск – Нарочь, 22-26 сентября 2003 г. – Мн.: Изд-во БГУ, 2003в. – с. 471-474.

7. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. - 275 с.

8. *Мозговой А.А., Шахматова В.И., Семенова М.К.* Жизненный цикл *Contraaecum spiculigerum* (Ascaridata: Anisakidae) - паразита домашних и диких птиц // Тр. ГЕЛАН, 1968. - 19. - с. 262-272.

9. *Мошу А., Стругуля О.* Распространенность возбудителей гельминтозоонозов у рыб Кучурганского водохранилища, / Международное сотрудничество и управление трансграничным бассейном для оздоровления реки Днестр. Материалы Международной конференции, Одесса, 30 сентября - 1 октября 2009. - Одесса, 2009. - с.190-194.

10. *Мошу А.Я., Тромбицкий И.Д., Синяева Т.С.* Паразитологическое состояние рыб Кучурганского лимана. / Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы Международной научно-практической конференции. – Тирасполь, 28-30 марта 2001 г. - Тирасполь: РИО ПГУ – Экоднестр, 2001. – с. 174 – 175.

11. *Мошу А.* Зараженность рыб бассейна Днестра гельминтами рода Eustrongylides (Nemathelminthes: Dioctophimidae). / Академику Л.С. Бергу – 135 лет: Сборник научных статей. – Бендеры: Eco-TIRAS, 2011. - с. 409-415.

12. *Новак А.И.* Паразитофауна рыб в экологических условиях водоемов северной части Верхневолжского региона. – Автореф. дис. доктора биол. наук. – М., 2010. - 45 с.

13. *Пугачев О.Н.* Гельминты пресноводных рыб Северо-востока Азии. / Исследования по морфологии и фаунистике паразитических червей. Труды зоологического института. – Л., 1983. - Том 181. – с. 90-113.

14. *Пугачев О.Н.* Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Простейшие. - СПб.: ЗИН РАН, 2001. - 242 с.

15. *Пугачев О.Н.* Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды. Тр. ЗИН РАН. - СПб., 2003. - Т. 298. - 224 с.

16. *Стрижак О.В.* Влияние подогретых вод, сбрасываемых Конаковской ГРЭС, на паразитов леща и плотвы Иваньковского водохранилища. Автореф. дис… канд. биол. наук. – Л., 1973. – 21 с.

17. *Тодераш И.К.* Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1984. - 172 с.

18. *Филипенко С.И.* Зообентос Кучурганского водохранилища: динамические процессы и использование в биологическом мониторинге. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2005. – 160 с.

19. *Филипенко С.И., Богатый Д.П.* Качественно-количественные изменения в зообентосе Кучурганского водохранилища за последние пять лет (2004-2008 гг.). // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы III Международной научно-практической конференции 22–23 октября 2009 г. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2009 – с. 217-219.

20. *Филипенко С.И.* Динамические процессы в зообентосе Кучурганского водохранилища в условиях изменения уровня антропогенной нагрузки. //Социогуманитарные и естественнонаучные проблемы устойчивого развития: Приднестровье: Сб. статей ПО РАЕН. – Вып. 3. – Тирасполь: Изд-во Придн. ун-та. – 2010. – с. 169-184.

21. *Molloy D.P., Karatayev A.Y., Burlakova L.E., Kurandina D.P., Laruelle F.* Natural enemies of zebra mussels (Bivalvia: Dreissenidae): predators, parasites, and ecological competitors // Rev. Fish. Sci. – 1997. – Vol. 5. – p. 27-97.

MICROBIOLOGIA ŞI BIOTEHNOLOGIA

INFLUENŢA STRESULUI OXIDATIV INDUS ASUPRA COMPONENŢEI ŞI ACTIVITĂŢII ANTIOXIDANTE A BIOMASEI DE *SPIRULINA PLATENSIS*

Rudic V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Codreanu S., Sadovnic D., Chelmenciuc V., Miscu V., Didîc I.

Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Studiul de faţă a fost efectuat in scopul evidenţierii acţiunii stresului oxidativ indus asupra activităţii antioxidante şi conţinutului de componente funcţionale (proteine, β-caroten, ficobiline, fenoli) din biomasa cianobacteriei *Spirulina platensis*. Pentru inducerea stresului oxidativ au fost utilizaţi compuşii coordinativi ai cobaltului cu bazele *Schiff*. Conform rezultatelor obţinute, stresul oxidativ indus la spirulină este asociat cu diminuarea activităţii antioxidante si a componentelor principale din biomasă.

Cuvinte cheie: Spirulina platensis, stres oxidativ, proteine, β-caroten, ficobiline, fenoli, activitate antioxidantă

Depus la redacţie 20 martie 2015

Adresa pentru corespondenţe: Rudi Ludmila, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: rudiludmila@gmail.com; tel. +373 22 725306

Introducere

Cianobacteria *Spirulina platensis*, unul dintre cei mai importanţi producători de substanţe bioactive, este şi un obiect preferat pentru studiile fiziologice şi biochimice, având o capacitate deosebită de adaptare şi modificare a metabolismului la acţiunea factorilor externi [1]. Monitorizarea evoluţiei proceselor biosintetice în biomasa de spirulină în corelare cu modificarea statutului antioxidant în condiţii de stres oxidativ prezintă un interes vădit pentru tehnologiile de obţinere a produselor finale din biomasa de spirulină.

Pentru stimularea activităţii biosintetice a cianobacteriilor şi microalgelor sunt pe larg utilizaţi compuşii coordinativi, fiind demonstrată şi capacitatea acestor compuşi de a modifica statutul antioxidant al microalgelor [3, 7-9].

Scopul cercetărilor din prezentul studiu a constat în evidenţierea acţiunii stresului oxidativ indus prin aplicarea compuşilor coordinativi asupra componenţei şi activităţii antioxidante a biomasei cianobacteriei Spirulina platensis.

Materiale şi metode

Cianobacteria *Spirulina platensis* a fost cultivată în condiţii de laborator pe mediul mineral optimizat [9]. Biomasa ei a fost determinată spectrofotometric cu aplicarea lungimii de undă 620 nm [11]. *Activitatea antioxidantă* a biomasei de spirulină a fost determinată cu utilizarea în calitate de substrat a radicalului DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) [2,5] şi ABTS (2,2'-Azino-bis-(3-ethyl-benzthiazoline-6-sulphonic acid) [6].

Determinarea cantitativă a proteinelor s-a efectuat după metoda Lowry, adaptată la obiectul dat de studiu [10]. *Determinarea cantitativă a ficobilinelor* s-a realizat prin metoda spectorfotometrică. Absorbanţa extractelor a fost determinată la lungimile de undă 565, 620 şi 650 nm, iar concentratiile au fost calculate conform ecuaţiilor Gantt şi Lipschultz [4]. *Cantiatea de fenoli* din biomasă a fost determinatră prin metoda colorimetrică [11]. *Determinarea β-carotenului în biomasă* s-a efectuat în urma extragerii pigmenţilor din biomasă cu alcool etilic, separarea de biomasă prin centrifugare şi citirea absorbanţei la lungimea de undă 450 nm. Conţinutul β -carotenului se calculează conform formulei $C = Abs_{450} \times 10^3 / 2620$, unde C = concentraţia β -carotenului, mg/100g; Abs_{450} = absorbanţa extractului etanolic de β -caroten la lungimea de undă de 450 nm; 2620 – coeficientul de extincţie specific a β -carotenului în etanol [10]. .

Pentru inducerea stresului oxidativ au fost selectaţi câţiva compuşi coordinativi ai cobaltului cu bazele *Schiff*, solubili în apă şi care au fost sintetizaţi de colaboratorii Laboratorului Compuşilor Coordinativi al Institutului de Chimie AŞM. În articol sunt notaţi prin: *[Co Schiff]7, [Co Schiff]8 , [Co Schiff]9, [Co Schiff]10, [Co Schiff]11.* A fost utilizată o singură concentraţie a compuşilor, de 10 mg/l, selectată în experienţele anterioare [3, 7].

Rezultate şi discuţii

Utilizarea speciei de cianofite *Spirulina platensis*, în calitate de organism model este determinată de conţinutul foarte variat de substanţe antioxidante în biomasă şi de un grad avansat de acomodare la acţiunea xenobioticelor.

În calitate de indicatori ai viabilităţii spirulinei supuse acţiunii compuşilor coordinativi au fost testate productivitatea, componentele biomasei (conţinutul de proteină, ficocianină, caroten şi fenoli) şi activitatea antioxidantă.

Productivitatea este unul din indicatorii de bază ai acţiunii unor componente a mediului asupra celulelor bacteriene. În majoritatea cazurilor o creştere a productivităţii este rezultatul unui efect de stimulare, iar diminuarea biomasei este rezultatul dezvoltării condiţiilor nefavorabile înmulţirii.

Este foarte evidentă influenţa inhibitoare a compuşilor *[Co Schiff]8* şi *[Co Schiff]11*, prezenţa în mediul de cultivare a cărora a redus productivitatea spirulinei cu 39 şi 47% respectiv. Pentru compuşii *[Co Schiff]7*, *[Co Schiff]9* şi *[Co Schiff]10*, productivitatea spirulinei a fost determinată la nivelul probei control şi a constituit 0,94-1,09 g/l biomasă (Figura 1).

Sinteza proteinei a fost afectată esenţial de toţi compuşii aplicaţi (Figura 2). În cazul compuşilor *[Co Schiff]7* şi *[Co Schiff]10*, cantitatea de proteine s-a redus cu 39,44 şi 38,23% şi a constituit 34,17 şi 34,83 % biomasa absolut uscată. Compuşii *[Co Schiff]9* şi *[Co Schiff]11*, suplimentaţi la mediul nutritiv, au redus sinteza proteinelor cu 49,19 şi 54,23%. Compusul *[Co Schiff]8* s-a manifestat ca un agent cu un grad de inhibiţie biosintetică foarte mare, aplicat în concentraţia de 10 mg/l a redus conţinutul de proteine în biomasă cu 61%.

Corelarea dintre biomasa spirulinei şi conţinutul de proteină în biomasă a determinat clar efectul inhibitor al compuşilor, pentru care varierea producerii de biomasă este însoţită de o variere similară a reducerii de proteină. Pe fonul unei productivităţi neafectate, reducerea biosintezei proteinelor poate fi calificată ca un efect inhibitor determinat, şi nu ca un efect toxic al compusului.

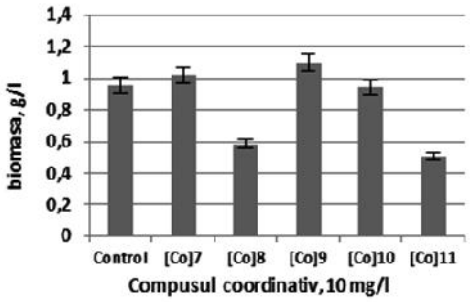


Fig.1. Biomasa spirulinei (g/l), obţinută la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l .

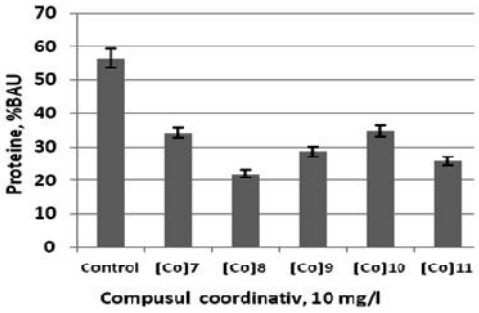


Fig.2. Conţinutul proteinei (% BAU) în biomasa de spirulină, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l.

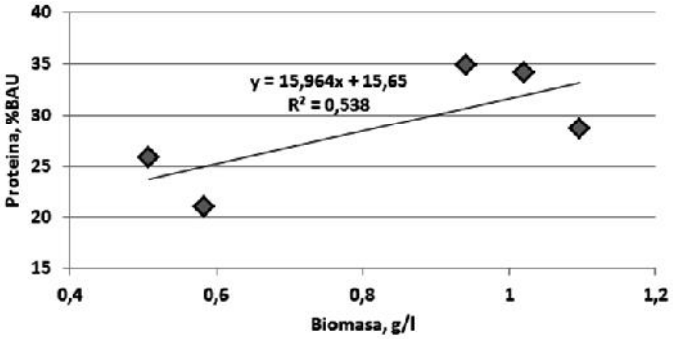


Fig. 3. Corelarea dintre biomasa spirulinei şi conţinutul de proteina în biomasă, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff* .

Un element constitutiv important al biomasei de spirulină este ficocianina, care îndeplineşte rolul de protecţie antiradicalică. Din experienţele realizate, este evidentă scăderea conţinutului de ficocianină în biomasa spirulinei din probele experimentale. (Figura 4).

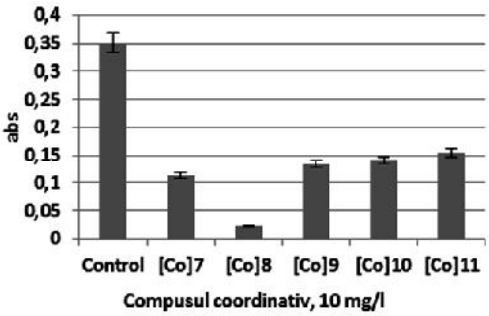


Fig. 4. Conţinutul de ficocianină (abs) în biomasa spirulinei, obţinută la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l.

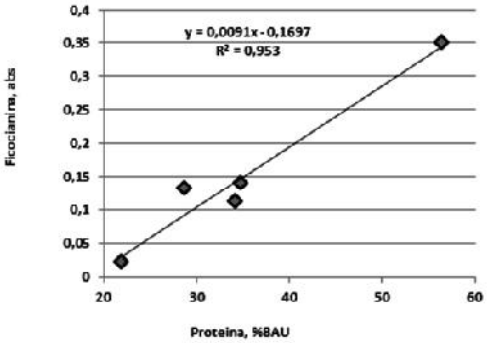


Fig. 5. Corelarea dintre conţinutul de proteină şi ficocianină în biomasa spirulinei, cultivată în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l.

În condiţiile de suplimentare a mediului nutritiv cu compusul *[Co Schiff]8*, conţinutul de ficocianină în biomasă s-a redus cu 93,7%, adică spirulina practic, a încetat sinteza

pigmentului. În cazul compuşilor *[Co Schiff]7* şi *[Co Schiff]9* conţinutul de ficocianină în biomasă a scăzut cu 68 şi 62,1% respectiv. Compuşii *[Co Schiff]8* şi *[Co Schiff]11* au redus sinteza ficocianinei şi acumularea ei în biomasă cu 59,8% şi 55,8% respectiv în comparaţie cu proba control.

Prin urmare, ne convingem în continuare de efectul inhibitor al compuşilor coordinativi ai cobaltului cu baze *Schiff* care acţionează la nivelul sistemelor biochimice de sinteză şi nu afectează procesele de înmulţire a spirulinei. Acest lucru devine evident dacă analizăm prin comparare acumularea proteinei în biomasa spirulinei cu acumularea de ficocianină în probele experimentale (figura 5). Nivelul de sinteză a ficocianinei pentru probele experimentale este unul similar pentru majoritatea compuşilor, proporţional diminuării cantităţii de proteină.

Unul din componentele cu acţiune antiradicalică majoră din biomasa de spirulină este carotenul. În calitatea sa de antioxidant, sinteza intensivă a lui, ar fi un indice a reactivităţii de rezistenţă celulară, dezvoltată în condiţiile acţiunii compuşilor cobaltului testaţi. În cazul aplicării la mediul de cultivare a spirulinei a compusului *[Co Schiff]11*, conţinutul de caroten este redus, dar în comparaţie cu acţiunea celorlalţi compuşi, această reducere este una moderată - cu doar 30,57% (figura 6). Efectul inhibitor al compusului *[Co Schiff]8* continuă să fie stabil, atestat şi prin scăderea conţinutului de caroten cu 60% în comparaţie cu proba control. Compuşii *[Co Schiff]9* şi *[Co Schiff]10* au redus cu 24 – 30% conţinutul carotenului în biomasă. Compusul *[Co Schiff]7* s-a manifesta identic compusului *[Co Schiff]8*, reducând conţinutul carotenului în biomasa de spirulină cu 59%.

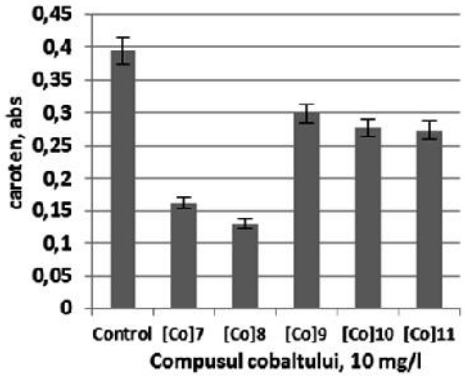


Fig. 6. Conţinutul carotenului (abs) în biomasa de spirulină, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l.

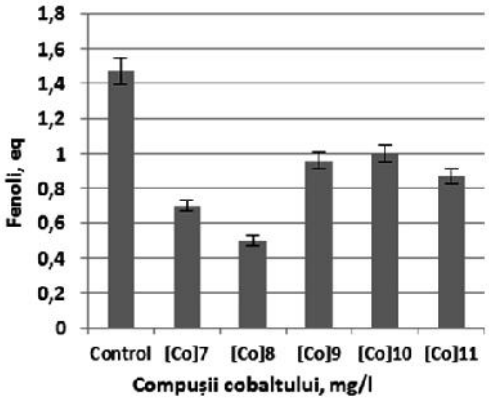


Fig. 7. Conţinutul fenolilor (acid galic, mg/ml) în biomasa de spirulină, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*.

În continuare în biomasa spirulinei a fost determinat conţinutul fenolilor, componente cu acţiune antioxidantă (figura 7). În biomasa de spirulină cultivată în prezenţa compusului *[Co Schiff]7*, conţinutul fenolilor s-a redus cu 52,3%. O reducere a fenolilor cu 66% a fost determinată în biomasa rezultată din cultivarea în prezenţa compusului *[Co Schiff]8*. Compusul *[Co Schiff]11* a redus cu 41% sinteza fenolilor în biomasa de spirulină, o reducere relativ moderată, comparabilă cu rezultatul experienţelor cu utilizarea compuşilor *[Co Schiff]9* şi *[Co Schiff]10*.

Astfel, biosinteza fenolilor decurge în paralel cu sinteza proteinelor, iar acţiunea compuşilor cobaltului asupra acestui proces poate fi analizată prin relaţia dintre conţinutul fenolilor şi conţinutul de proteină în biomasa spirulinei (Figura 8.).

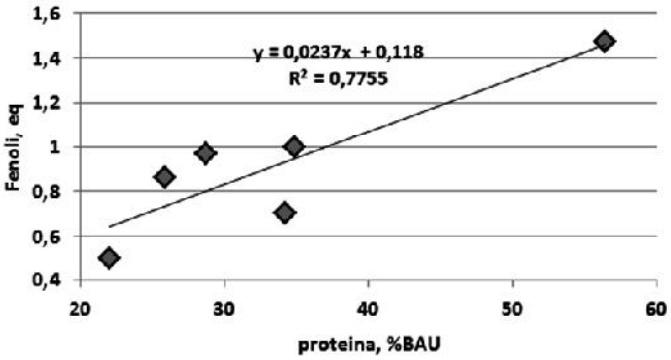


Fig. 8. Corelarea dintre conţinutul fenolilor şi proteinelor în biomasa spirulinei, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l.

Raportul corelaţional indică clar, că compuşii cobaltului au afectat în măsură egală sinteza proteinelor şi cea a fenolilor.

În continuare a fost determinată activitatea antioxidantă a biomasei de spirulină, obţinută din probele experimentale pentru a stabili existenţa unei corelări dintre conţinutul redus de componente biologic active şi activitatea antioxidantă a biomasei. Pentru aceasta au fost efectuate testele antioxidante cu utilizarea radicalilor non-biologici DPPH şi ABTS.

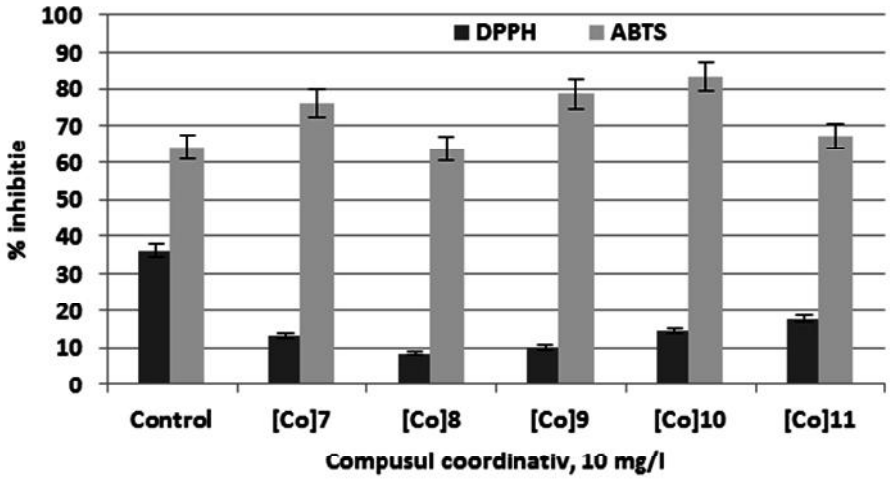


Fig. 9. Activitatea antioxidantă (% inhibiţie DPPH, ABTS) a biomasei de spirulină, obţinută la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, 10 mg/l .

Rezultatele obţinute au stabilit o reducere drastică a valorilor testului DPPH a biomasei de spirulină în condiţiile unei activităţi biosintetice reduse (figura 9). În cazul biomasei, rezultate din experienţa cu suplimentarea mediului nutritiv cu compuşii *[Co Schiff]7* şi *[Co Schiff]10* valorile testului DPPH sunt de 13,16 şi 14,3 % inhibiţie, sau cu 64 şi respectiv 60,58% mai mici faţă de activitatea antioxidantă a biomasei din proba control.

Capacitatea de reducere a radicalului DPPH a biomasei obţinute din experienţa cu compuşii *[Co Schiff]8* şi *[Co Schiff]9* este cu 76,6 şi 72,2% mai mică faţă de proba control. La suplimentarea mediului nutritiv al spirulinei cu compusul *[Co Schiff]11*, activitatea antioxidantă s-a redus în jumătate şi constituie 17,6% inhibiţie DPPH. Prin urmare, în biomasa de spirulină săracă în componente biologic active, activitatea antioxidantă este redusă.

Testul antioxidant cu utilizarea radicalului ABTS este unul din cele mai uzuale teste antioxidative, care se utilizează pentru determinarea activităţii antioxidante a componentelor purificate, cât şi a complexelor antioxidante. Testul respectiv a fost aplicat pentru determinarea activitaţii antioxidante a biomasei de spirulină în urma inducerii stresului oxidativ cu aplicarea compuşilor Co(II) cu baze *Schiff* (figura 9). În cazul experienţelor cu suplimentarea mediul de cultivare cu compuşii *[Co Schiff]8* şi *[Co Schiff]11* valorile testului ABTS a biomasei sunt mai joase comparativ cu proba control. Cea mai mare valoare a testului de reducere a radicalului ABTS (83,4% inhibiţie) a fost înregistrată în cazul acţiunii compusului *[Co Schiff]10* şi este cu 29% superioară activităţii antioxidante a biomasei din proba control. În cazurile de aplicare a compuşilor *[Co Schiff]7* şi *[Co Schiff]9*, activitatea antioxidantă a biomasei de spirulină este cu 18-22% mai mare faţă de control.

Un conţinut redus de fenoli, caracteristic biomasei obţinute din cultivarea prin suplimentarea mediului cu compuşii Co(II) cu baze *Schiff*, a determinat valori reduse ale testului DPPH (figura 10). Conţinutul fenolilor în limitele valorilor de 0,7-1,0 mg acid galic echivalent, a determinat valorile testului DPPH care variază în limitele a 10-17,6 % inhibiţie.

Coeficientul de determinare, R^2=0,75 confirmă dependenţa valorilor scăzute ale testului DPPH de valorile scăzute ale conţinutului de fenoli. A fost demonstrată existenţa unei dependenţe directe dintre conţinutul fenolilor şi activitatea antioxidantă prin testul DPPH.

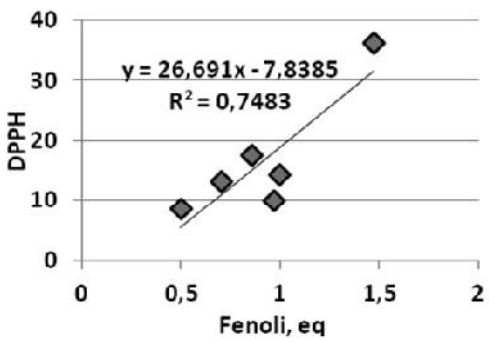


Fig. 10. Corelarea dintre conţinutul fenolilor (mg acid galic) şi activitatea antioxidantă (DPPH, % inhibiţie) a biomasei de spirulină, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II), 10 mg/l .

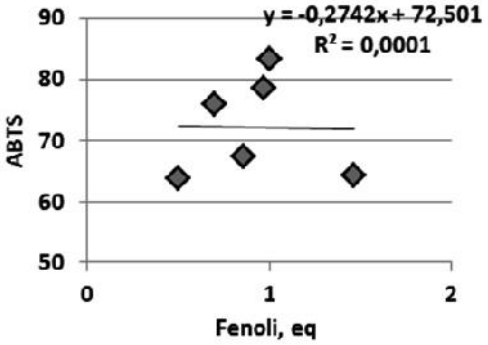


Fig. 11. Corelarea dintre conţinutul fenolilor (mg acid galic) şi activitatea antioxidantă (ABTS, % inhibiţie) a biomasei de spirulină, la cultivare în prezenţa compuşilor Co(II), 10 mg/l .

Coeficientul de corelare dintre conţinutul fenolilor în biomasa de spirulină şi activitatea antioxidantă, determinată cu aplicarea testului ABTS, este de 0,00, dovadă

a lipsei dependenţei dintre valorile acestor parametri. Compuşii ca ficocianina şi carotenoizii îndeplinesc în celulă rolul său biologic de pigmenţi cu participare în procesele fotosintetice. Capacitatea lor de a se manifesta în calitate de antioxidant este una esenţială.

În rezultatul experienţelor efectuate a fost stabilit că componentele cu acţiune antioxidantă cu masa moleculară joasă nu au rolul de protecţie antioxidativ în biomasa de spirulină în condiţiile experimentale studiate. În rezultatul acţiunii compuşilor Co(II) cu baze *Schiff*, cultura de spirulină se află la limita existenţei cu o activitate biosintetică înjumătăţită, dar productivitatea este la nivelul probei control. Acest fenomen este unul rar întâlnit în practica biotehnologică. În cele mai multe cazuri, efectul toxic al unui sau a câtorva xenobiotice din mediul nutritiv se manifestă, în primul rând, prin reducerea productivităţii, care poate fi urmată de intensificarea unor procese biosintetice. Prin urmare, a fost determinat un fenomen de reactivitate biologică nespecifică pentru cultura cianobacteriei *Spirulina platensis*.

Concluzii:

1. Stresul oxidativ indus la *Spirulina platensis* este asociat cu diminuarea cantităţii componentelor de bază ale biomasei (proteine, ficocianină, caroten , fenoli).
2. Activitatea antioxidantă a biomasei obţinute în condiţii de stres oxidativ de asemenea scade, corelând cu conţinutul redus de componente bioactive.
3. În cazul stresului oxidativ indus cu compuşii coordinativi ai cobaltului cu baze *Schiff* la *Spirulina platensis*, cantitatea de biomasă acumulată nu este un indiciu sigur de apreciere a stării culturii, deoarece diminuarea componentelor funcţionale are loc în condiţiile producerii de biomasă în limitele normale.

Bibliografie

1. Belay Amha. Handbook of Microalga Culture: Applied Phycology and Biotechnology. // Wiley Blackwel, 2013, p.736.

2. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensmittel-Wissenschaft und–Technologie. //Food Science and Technology, 1995, p. 25-30.

3. Cepoi L., Rudi L., Miscu V., Chiriac T., Chelbet V., Iaţco Iu., Coropceanu E., Pisarenco M., Rudic V. Activitatea antioxidantă a Haematococcus pluvialis la diferite etape ale ciclului vital în prezenţa compuşilor coordinativi ai Co cu bazele Sciff. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele Vieţii. 2013. V. 1(319) p. 126-136.

4. Gantt, E., Lipschultz, C.A.. Phycobilisomes of *Porphyridium cruentum* pigment analysis. // Biochemistry, 1974, 13: 14-20.

5. Perez-Jimenez Jara, Arranz Sara, Tabernero Maria, Dıaz- Rubio M. Elena, Serrano Jose, I Gonisabel, Saura-Calixto Fulgencio. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. // Food Research International 2008,V 41, Issue 3, Pages 274–285

6. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A.,Yang, M., Rice-Evans, C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.// Free Radical Biology & Medicine, 1999, 26(9/10): 1231-1237.

7. Rudi L., Cepoi L., Miscu V., Chiriac T., Valuţă A., Codreanu S., Sadovnic D., Rudic V. Producerea de biomasă şi carotenoizi de către alga verde *Haematococcus pluvialis* pe durata ciclului vital sub influenţa metalocomplexelor Co (II) cu bazele *Schiff*.//Buletinul AŞM, Ştiinţele vieţii. 2014, Nr.2 (323), 163-171.

8. Rudi L., Cepoi L., Miscu V., Chiriac T., Valuţa A., Djur S., Sadovnic D., Rudic, V. Determinarea dependenţei corelaţionale dintre valorile testului ABTS şi conţinutul de carotenoizi în extractele etanolice din biomasa algei verzi *Haematococcus pluvialis*.// Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2013, 2(320),146-153.

9. Rudic, V. Phycobilitechnology - fundamental research and practical achievements. Chisinau: Elena-VI. 2007. 364 p.

10. Rudic V., Gudumac, V., Bulimaga, V., Dencicova, L., Ghelbet, V., and Chiriac, T. Method of investigation in phycobiotechnology. Chisinau: CE USM. 2002. 60 p.

11. Singleton V.L., Rossi J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. In: American Journal of Enology and Viticulture, 1965, v. 16, p. 144-158.

METODE DE EXTRAGERE DIN LEVURI A β-GLUCANILOR ŞI PROPRIETĂŢILE LOR FIZICO-CHIMICE

Usatîi Agafia, Chiseliţa Natalia

Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Lucrarea propune procedee eficiente de izolare a β-glucanilor din biomasa levuriană. Cercetările au finalizat cu caracterizarea însuşirilor fizico-chimice a β-glucanilor izolaţi din pereţii celulari de drojdie pentru o posibilă valorificare în diverse domenii.

Cuvinte cheie: β-glucani, levuri, metode de extragere, proprietăţi fizico-chimice.

Depus la redacţie 04 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Usatîi Agafia, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; tel. (+37322)73-80-13; E-mail: usatyi.agafia@gmail.com

Introducere

Condiţiile de extragere din diferite obiecte biologice a glucanilor pot afecta structura şi compoziţia acestora. Denaturarea structurii β-glucanilor are loc la temperaturi şi pH-ul ridicate - factori fizici specifici procesului de extragere. Pachetul de macromolecule a β-glucanilor depinde de conformaţia lor, care determină prezenţa de structuri ordonate sau dezordonate [12]. Se consideră că preparatele biologic active trebuie să conţină β - glucani în conformaţia triplu-helix [3].

Cunoaşterea proprietăţilor fizico-chimice, morfologice şi mecanice a β –glucanilor, de exemplu, forma de suprafaţă, porozitatea, viscozitatea, permite aprecierea adecvată a materialului vizat, precum şi posibilitatea elucidării căilor de utilizare. Pentru cacterizarea polizaharidelor pot fi utilizate metode fizice moderne, spectroscopie (FTIR şi FT Raman), microscopie electronică de baleiaj (SEM) [14], microscopie de forţă atomică (AFM) [1,7].

Dat fiind faptul, că majoritatea glucanilor pot manifesta activitate imunomodulatoare, anticancerigenă, antioxidantă [13,16,17] devine necesară elaborararea unor strategii de izolare şi purificare cât mai eficiente în vederea producerii unor biopreparate cu efecte sanogene.

Scopul prezentului studiu constă în eficientizarea metodelor de extragere din biomasa levuriană şi caracterizarea fizico-chimică a β – glucanilor izolaţi din pereţii celulari ai levurii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20.

Materiale şi metode

Obiectul de studiu, medii de cultură, condiţii de cultivare. A fost utilizată biomasa tulpinii de levuri *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20 - producătoare de β-glucani, depozitată în Colecţia de Microorganisme Nepatogene a Institutului de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei [4].

Cultivarea materialului semincer a fost realizată pe mediul YPD**,** g/L: extract de drojdii 10,0; peptonă 20,0; glucoză 20 [2]. Cultivarea submersă s-a efectuat în baloane Erlenmeyer cu capacitate de 1,0 L, pe agitator cu viteza de rotaţie 200 r.p.m., la temperatura de 25^0C, gradul de aerare 80,0...83,0 mg/L, durata de cultivare submersă 96 ore pe mediul lichid de fermentare YPD-4, g/L: extract de drojdii 10,0; peptonă 20,0; glucoză 40,0 [5]. Inoculul s-a însămânţat în volum de 5% (2×10^6 celule/ ml).

Metode de cercetare. Cantitatea de biomasă a fost determinată gravimetric [9]. Viabilitatea celulelor s-a stabilit prin însămânţarea suspensiei de celule pe mediul agarizat YPD, exprimată în UFC/g (Unităţi de colonii formate la 1 gram biomasă). Omogenizarea biomasei levuriene s-a efectuat la aparatul Silent Crusher M, Heidolph (2010). Carbohidraţii totali în biomasa de levuri au fost determinaţi la spectrofotometu (PG T60 VIS Spectrophotometer) la lungimea de undă 620 nm cu utilizarea reactivului antron şi D-glucozei în calitate de standard [6]. β-glucanii au fost determinaţi gravimetric [15]. Proteina a fost determinată spectrofotometric conform metodei Lowry [10]. Conţinutul de lipide s-a determinat prin extragerea cu cloroformă [8]. β – glucanii au fost caracterizaţi în corespundere cu descrierile propuse de Thammakiti et al. [18]. Conţinutul de oxigen pe parcursul cultivării levurii s-a măsurat cu Oximetrul portabil – Oxi-315i/SET 2B10-0011 (2008). Valorile pH-ului mediului de cultivare s-a determinat cu pH-316i MeBketten WTW, Germania (2008).

Prelucrarea statistică a rezultatelor s-a realizat computerizat cu utilizarea programului Excel, cu calcularea erorilor standard pentru valorile relative şi medii a pragului de semnificaţie $p \leq 0,05$.

Rezultate şi discuţii

Izolarea eficientă a glucanilor din pereţii celulari levurieni ce posedă o structură trainică, este posibilă numai prin alegerea metodelor eficiente de distrugere suplimentară a acestora. În majoritatea cazurilor, pentru dezintegrarea pereţilor celulari se aplică procedee cu aplicarea ultrasunetului, congelării-decongelării, autolizei, agitării intense cu mărgele de sticlă, precum şi a enzimelor. Parametrii variabili la extragerea glucanilor din biomasa levuriană sunt: solvenţii şi concentraţia acestora, temperatura, durata de extracţie, etc. [11].

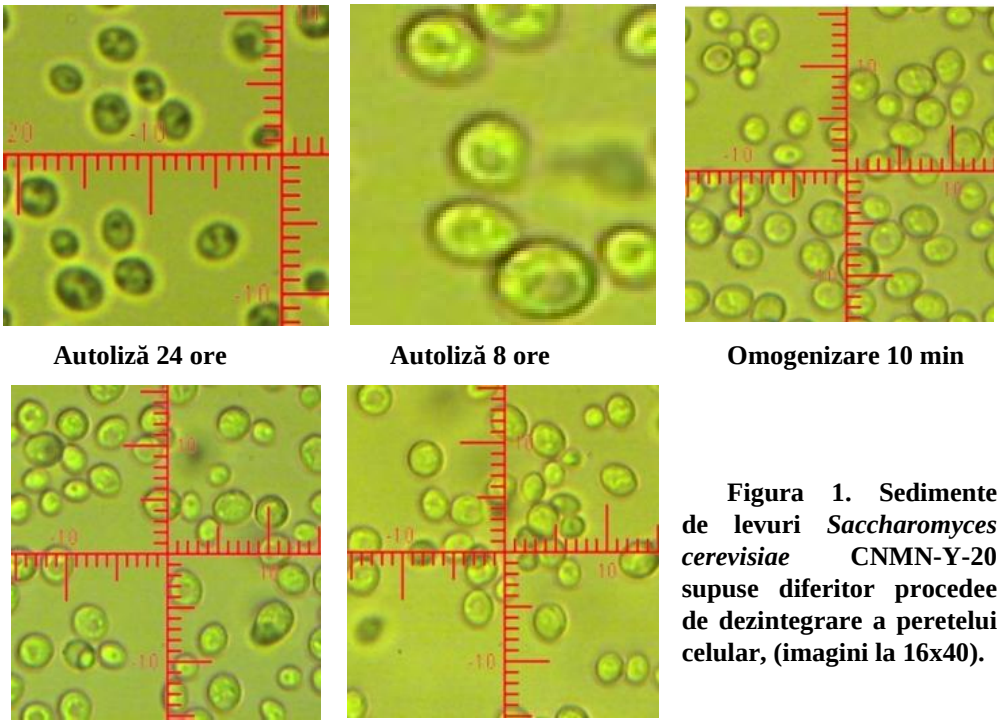
Iniţial, pentru extragerea β-glucanilor din biomasa levuriană a *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20, s-a efectuat studiul comparativ al metodelor de dezintegrare a pereţilor celulari. Pentru ruperea pereţilor celulari s-au studiat comparativ cinci metode de fragmentare mecanică şi nemecanică:

- Autoliza la 50˚C timp de 24 ore, martor [15]
- Autoliza la 55˚C timp de 8 ore

- Omogenizare la 15000 r.p.m. 5 minute
- Omogenizare la 15000 r.p.m. 10 minute
- Congelare-decongelare (3 cicluri +20˚C/-20˚C).

Eficienţa metodelor de fragmentare s-a apreciat prin următoarele analize: studierea sedimentelor prin microscopie optică; determinarea viabilităţii celulelor de drojdie din sediment; determinarea conţinutului de carbohidraţi totali în sediment.

Analiza sedimentelor prin microscopie optică a demonstrat că practic în toate variantele de distrugere a pereţilor celulari se observă celule de diverse dimensiuni, ceea ce demonstrează că citoplasma este eliminată parţial (Figura 1). Informaţia dată necesită studii suplimentare în vederea constatării gradului de dezintegrare a peretelui celular. În acest sens s-a studiat viabilitatea celulelor.



Autoliză 24 ore **Autoliză 8 ore** **Omogenizare 10 min**

Omogenizare 5 min **Congelare/decongelare**

Figura 1. Sedimente de levuri *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20 supuse diferitor procedee de dezintegrare a peretelui celular, (imagini la 16x40).

Viabilitatea celulelor s-a stabilit prin însămânţarea pe mediu YPD agarizat a 0,1 ml suspensie (20 mg pereţi celulari + 2 ml apă distilată sterilă) din sedimentele obţinute după procedura de centrifugare.

Rezultatele obţinute după aplicarea diferitor metode de dezintegrare sunt reflectate în figura 2, din care concluzionăm că gradul de rupere a pereţilor celulari este cel mai înalt la aplicarea autolizei 8-24 ore (celule viabile lipsesc), urmat de procedeul omogenizare 5-10 minute, cu un grad de distrugere a celulelor de 90% (viabilitatea constituie 4,6-11,0% comparativ cu varianta martor). Procedeul congelare-decongelare este mai puţin eficient, gradul de distrugere a celulelor este de 80,7% (viabilitatea constituie 19,3% comparativ cu varianta martor).

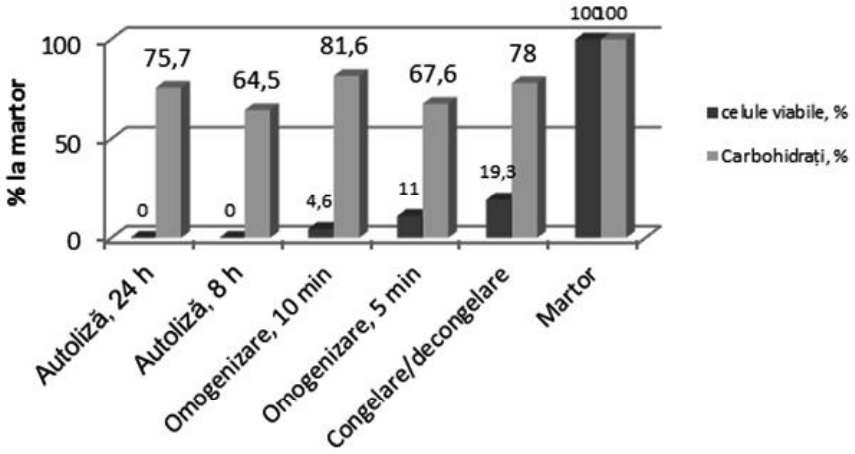


Figura 2. Viabilitatea celulelor levurii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20 supuse dezintegrării aplicând diferite procedee.

La analiza conţinutului de carbohidraţi totali se observă unele fluctuaţii, care nu indică legităţi ce ar permite evaluarea randamentului procedeelor de dezintegrare a pereţilor celulari. Conţinutul mai mic de carbohidraţi în variantele experimentale comparativ cu probele martor se explică prin dizolvarea monozaharidelor solubile în apa adăugată la probele de biomasă celulară supusă procedeelor de autoliză, omogenizare sau congelare/decongelare. Menţionăm faptul că conţinut sporit de carbohidraţi 32,36 % la s.u. s-a observat în varianta III de distrugere a peretelui celular (omogenizare cu durata de 10 minute), ceea ce constituie 81,6 % comparativ cu proba martor (figura 2).

În continuare, în vederea izolării β – glucanilor din pereţii celulari, s-au aplicat variante de lucru în care au fost modificate volumul de extragenţi şi durata de extragere:

I. Proba martor: Metoda constă în autoliza suspensiei de drojdie (15% w/w conţinut uscat cu pH-5), la 50˚C timp de 24 ore, agitare moderată. Autolizatul se supune încălzirii la 80˚C timp de 15 minute, răcirii până la temperatura camerei şi centrifugării la 3565 g 10 minute. Pereţii celulari se colectează. Procedura de extracţie a β-glucanilor constă în tratarea pereţilor celulari cu 1N NaOH (1:5 volume) la temperatura de 80±5˚C timp de 2 ore, urmată de extracţia cu acid acetic de 0,5N (1:5 volume) la temperatura de 75±5˚C timp de 1 oră. Extractul se centrifugheză la 3565 g timp de 10 minute la temperatura camerei, depozitul se spală de 3 ori cu apă distilată şi se usucă la 50±5˚C. Pasta obţinută de β-glucani este de culoare cafeniu-deschis [15].

Variante experimentale:

II. Autoliză cu durata de 8 ore. Amestecul din 10 g drojdie (30% s.u.) şi10 ml apă sterilă se supune autolizei la 55^0 C timp de 8 ore şi se centrifughează la 3500 r.p.m. 10 minute. Depozitul (pereţii celulari) se tratează cu 50 ml 1N NaOH timp de 1oră la temperatura de 90±5˚C, se separă şi se tratează cu 0,5N acid acetic în volum de 1:5, la 75 ±5˚C timp de 1oră (în scopul eliminării glicogenului). Depozitul se spală de 2 ori cu apă distilată, se centrifughează la 3500 g timp de 10 minute la temperatura camerei, se usucă la 50±5˚C. Produsul obţinut sunt β-glucanii.

III. Omogenizare cu durata de 10 minute. Amestecul din 10 g drojdie (30% s.u.) şi 20 ml apă sterilă se omogenizează 10 min la viteza de rotaţie 15000 rot.p.m. (6F volum 30 ml), umiditatea relativă 85%. Amestecul se centrifughează la 3500 r.p.m. 10 minute. Procedeul de extragere a glucanilor din pereţii celulari se desfăşoară conform procedeului descris în varianta II.

IV. Omogenizare cu durata de 5 minute. Amestecul din 10 g drojdie (30% s.u.) şi 20 ml apă sterilă se omogenizează 5 min la viteza de rotaţie 15000 rot.p.m. (6F volum 30 ml), umiditatea relativă 85%. Amestecul se centrifughează la 3500 r.p.m. 10 minute. Procedeul de extragere a glucanilor din pereţii celulari se desfăşoară conform procedeului descris în varianta II.

V. Congelare-decongelare: 10g drojdie (30% s.u.) se supun congelării/decongelării la -20^0 C / +20^0 C (3 cicluri), se centrifughează la 3500 r.p.m. 10 minute. Procedeul de extragere a glucanilor din pereţii celulari se desfăşoară conform procedeului descris în varianta II.

Eficienţa metodelor de extragere s-a apreciat prin determinarea conţinutului de β-glucani. În urma analizei rezultatelor obţinute s-a stabilit, că condiţiile optime de extragere a β-glucanilor sunt create la aplicarea variantei III (omogenizarea biomasei celulare timp de 10 minute) şi variantei V (procedura de congelare/decongelare a biomasei celulare în 3 cicluri). La utilizarea acestor metode se extrag circa 25,5% respectiv 25,0% β-glucani la s.u. (cu 35,6% mai mult faţă de proba martor), în varianta martor (autoliza 24 ore) conţinutul de β-glucani extraşi constituie 18,8 % (figura 3). Rezultatul tehnic pozitiv specific variantei cu aplicarea omogenizării biomasei celulare este că durata procesului de extragere a β-glucanilor se reduce cu 24 ore comparativ cu procedeul martor.

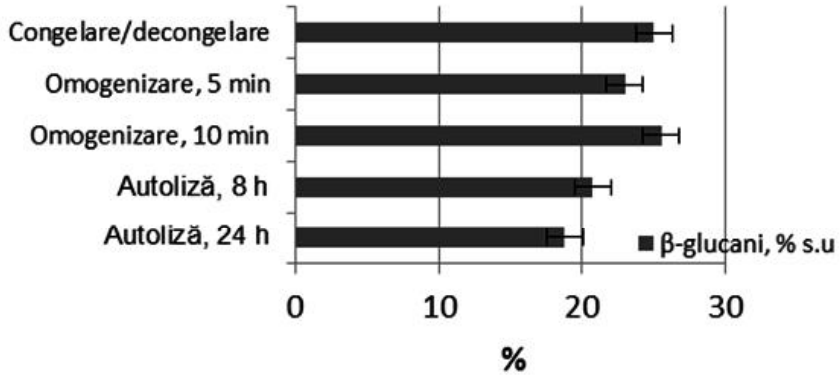


Figura 3. Eficienţa metodelor de extragere a β-glucanilor din pereţii celulari ai *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20.

Astfel, în rezultatul cercetărilor se propune un procedeu simplificat pentru extragerea β-glucanilor din biomasa levuriană, care constă din următoarele etape:

- omogenizarea biomasei celulare la 15000 r.p.m. timp de 10 minute,
- separarea pereţilor celulari prin centrifugare la 3500 r.p.m. 10 minute,
- tratatrea pereţilor celulari cu 1N NaOH în raport 1:5, încălzirea la 90˚C timp de 1 oră,

- tratarea cu acid acetic de 0,5N (1:5 volume) la temperatura de 75±5˚C timp de 1 oră,
- centrifugarea la 3500 r.p.m. timp de 10 minute la temperatura camerei,
- spălarea depozitului de β-glucani de 3 ori cu apă distilată,
- uscarea β-glucanilor la 50±5˚C.

Următoarea etapă a studiului constă în caracterizarea fizico-chimică a β – glucanilor izolaţi din pereţii celulari ai levurii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20.

Structura glucanilor este un deziderat important al calităţii. Actualmente este confirmat că structura β-glucanilor depinde de procedeele de izolare şi uscare. Relevanţa acestei ipoteze este confirmată de cercetările efectuate la utilizarea a două proceduri diferite de izolare din drojdia de bere a β-glucanilor insolubili în apă: izolare alcalin-acidă (AA) şi izolare-alcalin acidă cu îndepărtarea manoproteinelor (AAM) [18]. Autorii au constatat că β-glucanii, uscaţi prin diferite procedee: cu aer, liofilizare şi uscare prin pulverizare, au avut structuri diferite. Preparatele de β-glucani obţinuţi prin procedeele de izolare (AA) şi (AAM) au avut valori similare ale masei uscate, a conţinutului de polizaharide totale, proteinei şi elementelor organice. În mod semnificativ au fost afectate, fracţiile de β-glucani din totalul de polizaharide. Liofilizarea şi, în special, uscarea cu aer au cauzat un grad mai mare de aglomerare şi modificări a microstructurii β-glucanilor. Toate aceste informaţii pot fi valorificate la analiza β-glucanilor obţinuti din alte tulpini de levuri.

Referitor la caracterele fizico-chimice determinate ale β-glucanilor obţinuţi din pereţii celulari ai levurilor *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20, aplicând procedeul de extragere simplificat, putem menţiona cristale inodore, de culoare bej-gălbuie, greu solubile în solvenţi organici (alcool, acetonă, eter petroleic) şi în apă. Puritatea constituie 90-93%. Compoziţia chimică este expusă în tabelul 1.

Tabelul 1. Compoziţia chimică a β-glucanilor (raportată la s.u.).

β-glucani, g %	Carbohidraţi totali, g %	Proteine, g %	Lipide, g %	Alte impurităţi, %
90...93.0	3,2	1,0	0,1	3,0...0,3

Caracteristicile fizico-chimice a β-glucanilor prezintă criterii importante în aprecierea adecvată a materialului vizat pentru utilizare în diferite domenii. Ulterior, β-glucanii obţinuţi au stat la baza elaborării produsului *Glucan -20* (pulbere), propus în calitate de supliment alimentar şi furajer.

Concluzii

1. Gradul de rupere a pereţilor celulari este cel mai înalt la aplicarea autolizei timp de 8-24 ore (celule viabile lipsesc), urmat de procedeul omogenizării timp de 5-10 minute, care are un grad de distrugere a celulelor de 90% comparativ cu varianta martor.

2. Procedeul cu aplicarea omogenizării biomasei celulare în combinaţie cu tratarea alcalină sporeşte cu 35,6% conţinutul de β – glucani extraşi din pereţii celulari levurieni şi reduce durata de extragere cu 24 ore comparativ cu procedeul martor.

Bibliografie

1. *Abu-Lail, N. I., Camesano T. A.* Polysaccharide properties probed with atomic force microscopy. // Journal of Microscopy. 2003, vol. 212, p. 217–238.

2. *Aguilar-Uscanga B., Francois J.M.* A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. // Letters in Applied Microbiology. 2003, vol. 37, p. 268-274.

3. *Bohn J., BeMiller J.* (1-3)-d-Glucans as biological response modifiers: A review of structure–functional activity relationships . // Carbohydrate Polymers, 1995, vol. 28, p. 3–14.

4. *Brevet de invenţie 4048* B1, MD, C12N 1/16. Tulpină de drojdie *Saccharomyces cerevisiae* - sursă de β-glucani / Chiseliţa O., Usatîi A., Taran, N., Rudic, V., Chiseliţa, N., Adajuc V.// BOPI nr. 6/2010, p. 20-21.

5. *Chiseliţa N., Usatîi A., Molodoi E., Efremova N., Fulga L., Borisova T.* Optimizarea matematică a mediului de cultură pentru producerea ß-glucanilor la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20. //*Studia Universitatis Moldaviae, seria „Ştiinţe ale naturii”*. Chişinău, 2013, vol. 6(66), p. 49-53.

6. *Dey P., Harborne J.* Methods in Plant Biochemistry.// Carbohydrats Academic Press, 1993, vol. 2., p. 529.

7. *Ding, S. Y., Himmel, M. E.* The maize primary cell wall microfibril: A new model derived from direct visualization . // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006, vol. 54, p. 597–606.

8. *Kates M.* Techniques of lipidology: isolation, analysis and identification of lipids. Amsterdam, New York; Oxford; Elsevier., 1986, p. 268 – 281.

9. *Liu H. Z., Wang Q., Liu X.Y., et al.* Effects of spaceflight on polysaccaharides of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2008, vol. 81, p. 543-550.

10. *Lowry O., Rosebough N., Farr A.* Protein measurment with the folin phenol reagent

11. // J. Biol. Chem., 1951, vol. 193, p. 265-275.

12. *Marinescu (Constantin) Gina*. Cercetări privind valorificarea biomasei de drojdie reziduală dion industria berii.// Rezumat teză de doctorat. Galaţi, 2011, 40 p.

13. *Novak M., Synytsya A., Gedeon O., et al.* Yeast (1-3),(1-6)-d-glucan films: Preparation and characterization of some structural and physical properties. //Carbohydrate Polymers. 2012. vol. 87, p. 2496– 2504.

14. *Silke C. J., Sascha Rohn, Lother W. Kroh et al.* Antioxidative activity of (1-3), (1-6)-β-d-glucan from *S. cerevisiae* grown on different media. //LWT-Food Sci. and Technol. 2008, vol. 41(5), p. 868-877.

15. *Simi C. K., Abraham T. E.* Biodegradable biocompatible xyloglucan films for various applications // Colloid & Polymer Science. 2010, vol. 288, p. 297–306.

16. *Thammakiti S., Suphantharika M., Phaesuwan, T. et al.* Preparation of spent brewer's yeast β-glucans for potential applications in the food industry.// International Journal of Food Science&Technology. – 2004. - 39(1), p. 21-29.

17. *Volman J.J., Ramakers J.D., Plat J.* Dietary modulation of immune function by beta-glucans. // Physiol Behav. 2008, vol. 23, Nr. 94(2), p. 276-284.

18. *Yoon T. J., Kim T. J., Lee H. et al.* Anti-tumor metastatic activity of β-glucan purified from mutated *Saccharomyces cerevisiae.* //International Immunopharmacolog. 2008, vol. 8, Nr. 1, p. 36-42.

19. *Zechner-Krpan, V., Petravic-Tominac V., Gospodaric I. et.al.* Characterization of β-glucans isolated from brewer‘s yeast and dried by different methods. // Food Technology Biotechnology. 2010, vol. 48(2), p. 189-197.

DINAMICA ACUMULĂRII PRINCIPIILOR ACTIVE ÎN FRUNZELE DE *CYNARA SCOLYMUS* L. CULTIVATĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Ciobanu Cristina

Instituţia Publică Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”

Rezumat

Lucrarea prezintă rezultatele studiului comparativ al acumulării principiilor active în frunzele bazale şi frunzele tulpinale de anghinare, determinate prin metode spectrofotometrice de dozare. Obiectivul studiului a constat în determinarea perioadei optimale de recoltare a produsului vegetal *Cynarae folia*, în vederea obţinerii extractelor cu cel mai înalt conţinut de compuşi polifenolici şi flavonoidici. În rezultatul studiului s-a evidenţiat corelaţia în acumularea principiilor active a compuşilor fenolici în dependenţă de perioada de recoltare a ambelor tipuri de frunze. Perioada de maximă acumulare a compuşilor polifenolici a fost stabilită la început de înflorire a plantei, spre deosebire de perioada de maximă acumulare a compuşilor flavonoidici, stabilită în faza de butonizare.

Cuvinte cheie : Cynara scolymus L. , *Cynarae folia,* dinamica acumulării principiilor active, compuşi polifenolici, flavonoide.

Depus la redacţie: 10 februarie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Ciobanu Cristina, Instituţia Publică Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie „Nicolae Testemiţanu”, Facultatea Farmacie, str. Mălina Mică, 66, MD-2025 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: cristina.ciobanu@usmf.md.

Introducere

Specia *Cynara scolymus* L. – anghinare - este una din cele mai străvechi plante utilizate în calitate de aliment şi remediu medicamentos. Originară din Etiopia, pe parcursul a 3 milenii, planta se răspândeşte în zona bazinului Mării Mediteraniene, iar în prezent este introdusă în cultură şi în zonele temperate ale Europei, inclusiv în cadrul colecţiei Centrului de Cultivare a Plantelor Medicinale a Instituţiei Publice Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie “Nicolae Testemiţanu” (CC a PM) [1].

Anghinarea (*C. scolymus* L.) este o plantă ierbacee, perenă, vivace, în primul an de vegetaţie formează o rozetă de frunze bazale cu margini sectate cu peţiol puternic şi cu nervură mediană îngroşată, în al 2-lea an dezvoltă tulpini vegetative viguroase, puternic ramificate, pe care sunt aranjate altern, în 10-12 etaje foliare, frunze tulpinale bipenatpartite. Partea subterană a plantei este reprezentată printr-un rizom puternic, cornos, masiv, cu numeroase rădăcini adventive, inflorescenţa prezintă un calatidiu terminal solitar, discoidal de culoare albastră-violet [7].

În prezent în calitate de produs vegetal medicamentos sunt recunoscute doar frunzele bazale de anghinare - *Cynarae folia* [6]. În baza studiilor ontomorfogenetice a plantelor de anghinare cultivate în condiţiile pedo-climaterice a Republicii Moldova, în care a fost constatată o dezvoltare sporită a învelişului foliar [3], ne-am propus valorificarea şi a frunzelor tulpinale de anghinare.

Relevanţa studiului anghinarei este determinată de importanţa speciei ca fiind una din cele mai bogate plante din familia *Asteraceae* în principii active de natură fenolică.

Complexul fitochimic al anghinarei este format din grupele de substanţe a metabolismului secundar: polifenoli (acizi cafeilchinici - acid clorogenic, acid cafeic, cinarină), flavonoide (luteolină, apigenină; flavonozide - rutozidă, cinarozidă, scolimozidă), principii amare (cinaropicrină), compuşi sterolici (taraxasterol, pseudotaraxasterol), substanţe tanante şi antociani [10,18,20]. Diversitatea componenţei chimice ce posedă un spectru larg de acţiuni farmacologice, permite utilizarea anghinarei în calitate de remediu colagog şi coleretic, hepatoprotector [9,13], hipolipedemiant, antioxidant [19,20], diuretic, hipoglicemiant [16] şi antimicrobian [21].

Studiile recente au atestat că conţinutul compuşilor fenolici în plantă depinde de factori intrinseci – genotipul plantei şi factori extrinseci - mediu ambiant, manipulare şi depozitarea produselor vegetale [8,22]. S-a constatat că acumularea principiilor active, realizată preponderent în cuticulă, epidermă şi trihomi, este direct proporţională cu expunerea la razele ultraviolete de tip B, astfel pentru acumularea principiilor active în frunzele de anghinare un rol important îl deţine expunerea solară[12]. Pentru cultivare se recomandă o distanţa optimă între plante de 50 cm, teren bine însorit, cu expunere sudică [4,14]. Studiile influenţei irigării şi fertilizării solului asupra producţiei foliare a speciei *C. scolymus* L. au demonstart că concentraţii minime de îngrăşăminte chimice de azot, precum şi o sursă de apă suficientă în timpul formării frunzelor, garantează calitatea înaltă a produselor vegetale [11].

În contextul celor menţionate scopul cercetărilor a fost studierea comparativă a particularităţilor componenţei chimice a frunzelor bazale şi frunzelor tulpinale ale speciei *C. scolymus* L. în dependenţă de perioada de recoltare.

Materiale şi metode

În calitate de produse vegetale au servit frunzele bazale şi tulpinale de anghinare din colecţia CC a PM a IP USMF "Nicolae Testemiţanu". Centrul de cultivare este localizat în partea de Sud-Vest a regiunii Centrale a Republicii Moldova, iar plantaţia de anghinare - în partea mediană a terenului uşor versant cu expoziţie Sud-Estică, suficientă umiditate, lumină şi căldură pe parcursul verii, caracterizat prin sol bogat în substanţe nutritive

Ambele tipuri de frunze au fost recoltate pe parcursul a 3 perioade: I – în faza de butonizare a plantei (1 - 15 iulie 2012) – flori deschise 0%; II - la început de înflorire (15 iulie - 1 august 2012) – flori deschise 20%; III - în perioada de înflorire în masă a plantei (16 august - 1 septembrie 2012) – flori deschise 75%. Frunzele au fost uscate în mod natural, în spaţiu aerat, ferit de lumină, pe parcursul a 4 săptămâni.

Din metodele fizico-chimice de analiză cantitativă a produsului vegetal (PV) *Cynarae folia* în Farmacopea Română ed. a X-a (FR X) sunt meţionate metodele spectrofotometrice de analiză a totalului flavonoidic şi a totalului polifenolic.

Pentru determinarea totalului polifenolic a fost aplicată metoda Singleton & Rossi cu folosirea reactivului Folin-Ciocalteu (FC) descrisă în multiple farmacopei [5,17].

Obţinerea extractului: la 1 g PV se adaugă 100 ml alcool de 50 %, într-un balon cu dop rodat se încălzeste la fierbere pe baia de apă timp de 30 minute. Ulterior soluţia este plasată în baie cu ultrasunet până la răcire deplină, se filtreză şi se completează la 100 ml prin spălarea reziduului cu acelaş solvent (soluţie A).

Determinarea totalului polifenolic: Principiul metodei constă în faptul că în mediu bazic şi în prezenţa fenolilor amestecul de acizi fosfofungistic şi fosfomolibdenic din

reactivul FC sunt reduşi la oxizi albaştri de fungisten şi molibden. Această coloraţie albastră prezintă un maxim de absorbţie la lungimea de undă 760 nm iar coloraţia este proporţională cu conţinutul de compuşi polifenolici.

1ml soluţie A a fost introdusă într-un balon de 10 ml şi completat până la cotă cu etanol (soluţie B). La 0,3 ml soluţie B se adaugă 1,5 ml reactiv FC (1/10) şi se lasă în repaus 10 minute, ulterior se adaugă 1,2 ml soluţie de hidrocarbonat de sodiu 7,5 %, peste 40 minute proba este determinată la spectrofotometru *JASCO V-530* la lungimea de undă 765 nm, faţă de soluţia blanc (0,3 ml etanol, 1,5 ml reactiv FC şi 1,2 ml soluţie de hidrocarbonat de sodiu 7,5 %). Conţinutul polifenolic în mg/ml a fost calculat după graficul de etalonare al acidului galic (Figura 1).

Construirea graficului de etalonare pentru acidul galic: 50 mg substanţă standard acid galic (Sigma-Aldrich) se introduc intr-un balon cotat de 50 ml şi se aduce la cotă cu etanol de 50 % (Soluţie C). Apoi în 5 baloane cotate de 10 ml se adaugă soluţie C câte 0,1 ml, 0,2 ml, 0,3 ml, 0,4 ml şi respectiv 0,5 ml şi se aduce la cotă cu apă distilată (Soluţie D). Soluţia probă constă din 0.3 ml soluţie D, 1,5 ml reactiv FC (1/10) şi 1,2 ml soluţie de hidrocarbonat de sodiu 7,5 %. Absorbanţa este determinată peste 40 min la lungimea de undă 765 nm faţă de soluţia blanc (0,3 ml apă distilată, 1,5 ml reactiv FC (1/10), şi 1,2 ml soluţie de hidrocarbonat de sodiu 7,5 %).

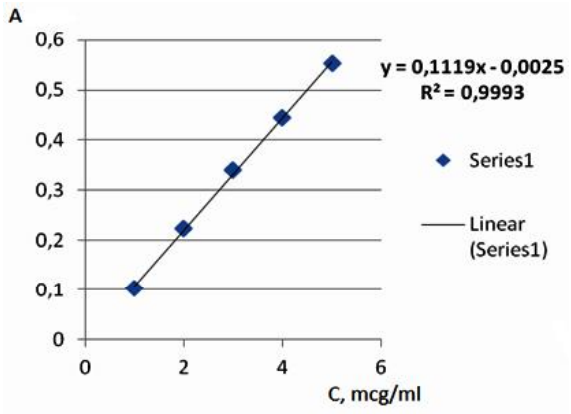


Figura 1. Graficul de etalonare pentru acidul galic.

Determinarea totalului flavonoidic. Principiul metodei se bazează pe formarea unui compus complex colorat în galben-portocaliu prin reacţia dintre flavonoide şi clorura de aluminiu în mediu slab acid. 5 ml soluţie A se introduc într-un balon cotat de 25 ml la care se adaugă 5 ml soluţie de acetat de sodiu 10 %, 3 ml soluţie de clorură de aluminiu 2,5 % şi se aduce la cotă cu metanol (soluţie probă). Absorbanţa se determină spectrofotometric la lungimea de undă 430 nm faţă de soluţia blanc (într-un balon cotat de 25 ml se adaugă 3 ml soluţie de clorură de aluminiu 2,5%, 5 ml soluţie de acetat de sodiu 10% şi se aduce la cotă cu metanol). Totalul flavonoidic a fost determinat după graficul de etalonare a rutozidei (Figura 2).

Construirea curbei de etalonare pentru rutozidă: 10 mg substanţă standard rutozidă (Sigma-Aldrich) au fost dizolvate în 100 ml etanol (Soluţie A). În 4 baloane cotate de 25 ml s-au introdus 1ml, 2ml, 3 ml, 4ml soluţie A, la care s-a adaugat 3 ml clorură de aluminiu 2,5% şi 5 ml acetat de sodium 10% şi s-a adus pâna la cota cu metanol. Se determină absorbanţa în condiţii similare, probei extractive, la lungimea de undă 430

nm la spectrofotometru faţă de soluţia blanc (3 ml clorură de aluminiu 2,5%, 5 ml acetat de sodium 10%, metanol până la cota de 25 ml).

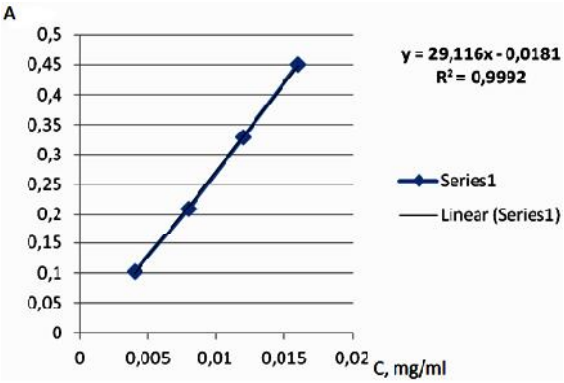


Figura 2. Graficul de etalonare pentru rutozidă.

Rezultate şi discuţii

Toate probele au fost determinate în 5 replicări, rezultatele determinării totalului polifenolic şi flavonoidic au fost prelucrate statistic şi sunt prezentate în tabelele 1 şi 2. Analiza statistică a rezultatelor dozării compuşilor polifenolici, în recalcul la acid galic, au demonstrat diferenţe semnificative statistic pentru frunzele bazale şi tulpinale de anghinare, în dependentă de perioadele de recoltare.

Tabelul 1. Conţinutul totalului polifenolic determinat în frunzele bazale şi tulpinale de anghinare, în recalcul la acid galic (mg/g PV).

Frunze bazale (FB)						
	I	**II**	**II**	**III**	**I**	**III**
Conţinut mediu	43.12	52.66	52.66	34.82	43.12	34.82
Dev.stand.	0.245	1.021	1.0211	0.7123	0.2454	0.7123
CV	0.569	1.939	1.939	2.046	0.569	2.046
t -expert	20.307		32.046		20.308	
p	0		0		0	
	Semnificativ statistic		Semnificativ statistic		Semnificativ statistic	
Frunze tulpinale (FT)						
	I	II	II	III	I	III
Conţinut mediu	41.58	44.33	44.33	32.65	41.57	32.64
Dev.stand.	0.356	1.331	1.3308	0.473	0.3561	0.4733
CV	0.857	3.002	3.002	1.450	0.857	1.450
t -expert	4.465		18.486		3.694	
p	0.0021		0		0	
	Semnificativ statistic		Semnificativ statistic		Semnificativ statistic	
	FB	FT	FB	FT	FB	FT
	I	I	II	II	III	III
Conţinut mediu	43.12	41.576	52.66	44.33	34.82	32.64
Dev.stand.	0.2454	0.3562	1.0211	1.3308	0.7123	0.4733
CV	0.5690	0.8567	1.939	3.002	2.046	1.450
t -expert	7.987		11.112		5.675	
p	0.00044		0.000004		0.00047	
	Semnificativ statistic		Semnificativ statistic		Semnificativ statistic	

Notă: I – butonizare; II - la început de înflorire; III – în perioada de înflorire în masă a plantei.

Din reprezentarea datelor în figura 3, se observă că, conţinutul totalului polifenolic, în recalcul la acid galic, este maxim la început de înflorire a anghinarei, caracteristic atât pentru frunzele bazale (52,66±1,93 mg/g) cât şi pentru frunzele tulpinale (44,32±3,0 mg/g). Fapt ce a confirmat dependenţa biosintezei compuşilor polifenolici de intensitatea sursei de lumină.

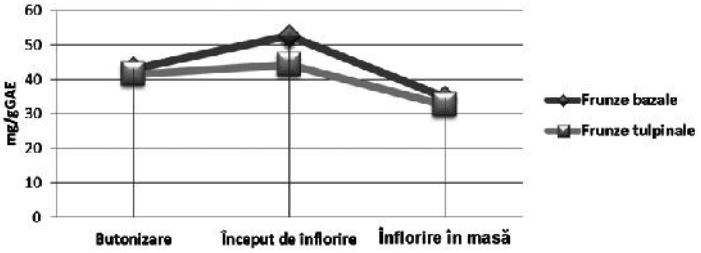


Figura 3. Dinamica acumulării compuşilor polifenolici în frunzele de anghinare.

Tabelul 2. Conţinutul totalului flavonoidic determinat în frunzele bazale şi tulpinale de anghinare, în recalcul la rutozidă (mg/gPV).

Frunze bazale (FB)						
	I	**II**	**II**	**III**	**I**	**III**
Conţinut mediu	20.08	16.88	16.88	14.88	20.08	14.88
Dev.stand.	0.279	0.236	0.236	0.271	0.279	0.271
CV	1.391	1.402	1.402	1.827	1.391	1.827
t -expert	19.521		12.416		29.817	
p	0		0.00002		0	
	Semnificativ statistic		Semnificativ statistic		Semnificativ statistic	
Frunze tulpinale (FT)						
	I	II	II	III	I	III
Conţinut mediu	19.15	15.82	15.82	14.52	19.15	14.52
Dev.stand.	0.1796	1.0913	1.0913	0.4700	0.1790	0.4700
CV	0.9380	6.8970	6.8970	3.2370	0.9380	3.2370
t -expert	6.734		2.4478		20.583	
p	0.000147		0.004001		0	
	Semnificativ statistic		Semnificativ statistic		Semnificativ statistic	
	FB	FT	FB	FT	FB	FT
	I	I	II	II	III	III
Conţinut mediu	20.08	19.15	16.88	15.82	14.88	14.52
Dev.stand.	0.279	0.179	0.236	1.091	0.271	0.470
CV	1.391	0.938	1.402	6.897	1.827	3.237
t -expert	6.233		2.123		1.481	
p	0.0025		0.0664		0.177	
	Semnificativ statistic		Nesemnificativ statistic		Nesemnificativ statistic	

Notă: I – butonizare; II - la început de înflorire; III – în perioada de înflorire în masă a plantei.

Analiza datelor obţinute în urma dozării spectrofotometrice a totalului flavonoidic (Tabelul 2), a demonstrat dependenţa procesului de acumulare a principiilor active în produsele vegetale de anghinare de perioada de recoltare..

Rezultatele dozării, reprezentate în figura 4, denotă faptul că acumularea maximă a totalului flavonoidic este determinat în perioada de butonizare a plantei, caracteristic pentru ambele tipuri de frunze (20,08±1,39 mg/g – frunze bazale şi respectiv 19,15±0,93 mg/g – frunze tulpinale), cu descreştere în perioadele la început de înflorire şi în perioada de înflorire în masă a plantei.

Figura 4. Dinamica acumulării totalului flavonoidic în frunzele de anghinare.

Spre deosebire de studiile realizate de alţi autori [15] a dinamicii acumulării compuşilor flavonoidici în frunzele bazale de anghinare în care a fost menţionat faptul că concentraţia flavonoidelor rămâne neschimbată, în cercetarea proprie, din analiza statistică a datelor, a fost demonstrat faptul că conţinutul flavonoidic atât în frunzele bazale cât şi în frunzele tulpinale de anghinare variază în dependenţă de perioada de recoltare. Extractele supuse analizei cantitative spectrofotometrice, obţinute din frunze bazale şi tulpinale, recoltate pe parcursul a 3 perioade de vegetaţie, au corespuns cerinţelor monografiei farmacopeice *"Cynarae folium"* din FR X. Conţinutul minim al totalului polifenolic a fost determinat în frunzele tulpinale – 3,2 %, valoare ce depăşeşte limita minimă de 1% menţionată în monografia farmacopeică.

Rezultatele determinării totalului flavonoidic au prezentat valori ce corespund deasemenea cerinţelor FR X, fiind mai înalte de 0,35 %. Analiza statistică a datelor a demonstrat diferenţe nesemnificative din punct de vedere statistic între conţinutul flavonoidic al frunzelor bazale şi tulpinale de anghinare, astfel, recomandăm utilizarea frunzelor tulpinale ca sursă suplimentară de compuşi flavonoidici.

Rezultatele obţinute în urma studiul dinamicii acumulării principiilor active în produsele vegetale *Cynarae folia* au confirmat influenţa perioadei de recoltare asupra acumulării compuşilor polifenolici şi flavonoidici, spre deosebire de studiile realizate de alţi autori care afirmă că concentraţia flavonoidelor rămâne neschimbată [15]. Aceste rezultate prezintă o importanţă semnificativă pentru industria farmaceutică, în special în tehnologia de obţinere a produselor extractive standardizate.

Concluzii

1. A fost confirmată corespunderea conţinutului totalului polifenolic şi totalului flavonoidic cu cerinţele monografiei farmacopeice *"Cynarae folium"* din Farmacopea Română ed. a X-a pentru frunzele bazale şi tulpinale de anghinare.
2. A fost demonstrată dependenţa acumulării principiilor active fenolice de perioada de recoltare a produselor vegetale *Cynarae folia* în plantele de anghinare cultivate în colecţia Centrului de Cultivare a Plantelor Medicinale a Instituţiei Publice Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie "Nicolae Testemiţanu".

3. A fost stabilită perioada de maximă acumulare a compuşilor polifenolici, care coincide cu începutul înfloririi anghinarei (flori deschise 15-20%). Cea mai înaltă concentraţie a totalului polifenolic în perioada menţionată, determintă în recalcul la acid galic, pentru frunze bazale este de 52,66±1,93 mg/g, pentru frunzele tulpinale 44,32±3,0 mg/g.

4. Au fost stabilite cele mai mari valori a totalului flavonoidic, determinat în recalcul la rutozidă, în perioada de butonizare a anghinarei (flori deschise 0%), caracteristic atât pentru frunzele bazale (20,08±1,39 mg/g) cât şi pentru frunzele tulpinale (19,15±0,93 mg/g).

5. În baza studiului efectuat constatăm că în calitate de produse vegetale pot servi atât frunzele bazale cât şi frunzele tulpinale de *C.scolymus* L. ca sursă de materie primă pentru obţinerea fitopreparatelor cu conţinut standardizat în compuşi polifenolici şi flavonoidici.

Bibliografie

1. *Bodrug M.* Grădina de Plante Medicinale a USMF „Nicolae Testemiţanu”. // Buletinul AŞM. Ştiinţe Medicale, 2005, nr. 2 (2), p. 102-107.

2. *Bombardelli E., Carai M.* Evidence of glycemia lowering effect by a *Cynara scolymus* L. extract in normal and obese rats. // Phytother. Res., 2011, vol. 25(3), p. 463–466.

3. *Ciobanu C., Calalb T., Diug E.* Morfo-biometria plantelor de *Cynara scolymus* L. cultivată în colecţia de plante medicinale a Centrului de Cultivare a Plantelor Medicinale a USMF “Nicolae Testemiţanu”. // Anale Ştiinţifice ale Universităţii de Stat de Medicină şi Farmacie “Nicolae Testemiţanu”, 2011, vol.1, p. 431-436.

4. *El-Abagy H., Rashad El-Sh. M., Abdel-Mawgoud A. et al*. Physiological and Biochemical Effects of Some Bioregulators on Growth, Productivity and Quality of Artichoke (*Cynara Scolymus* L.). // Plant. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2010, 6(6), p. 683-690.

5. European Pharmacopoeia 5.0, Determination of tannins in herbal drugs. 01/2005:20814, p. 221-222

6. Farmacopeea Romană Ed. X. Bucureşti: Ed. Medicală, 2011. p. 334-335

7. *Florea V.* Cultura Plantelor Medicinale, Chişinău, 2006. p. 312

8. *Fratianni F.* Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.). // J. Food Chem. 2007, vol. 104(3), p. 1282–1286.

9. *Gebhardt R.* Anticholestatic activity of flavonoids from artichoke (*Cynara scolymus* L.) and of their metabolites. // Med. Sci. Monit., 2001, vol. 7(1), p. 316–320.

10. *Häusler M.* Determination of caffeoylquinic acids and flavonoids in *Cynara scolymus* L. by high performance liquid chromatography. // Chromatographia, 2002, vol. 56(7–8), p. 407–411.

11. *Honermeier B., Schaefer T., Goettmann S.* Leaf yields and concentrations of chemical compounds of different cultivars of artichoke (*Cynara cardunculus* L.) results from field experiments of the site Giessen. // J. Med. Spice Plants. 2009. 14 (2), p. 76-83.

12. *Karabourniotis, G., Liakopoulos G.* Phenolic compounds in plant cuticles: Physiological and ecological aspects. // Adv. Pl. Phys. 2005. 8, p. 33-47.

13. *Kirchhoff R.* Increase in choleresis by means of artichoke extract. // Phytomedicine, 1994, vol 1(2), p. 107–115.

14. *Lombardo S., Pandino G., Mauro R. et al.* Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke *Cynara cardunculus* L. var.*scolymus* (L.).// Food Chem., 2010, vol. 119(3), p. 1175–1181.

15. *Matthes C., Honermeier B.* Cultivation of the artichoke as a medicinal plant under temperate climate conditions in Germany. // Acta Hort. 2007. 730, p. 483-489.

16. *Nazni P.* Hypoglycemic and hypolipidemic effect of *Cynara scolymus* among selected type 2 diabetic individuals. // Pak. J. Nutr., 2006, vol. 5(2), p. 147–151.

17. *Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R. M.* Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. // Methods Enzymology 1999, vol. 299, p.152-178.

18. *Pandino G.* Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes. // Food Chem. 2011, vol 126, p. 417–422.

19. *Petrowicz O.* Effects of artichoke leaf extract (ALE) on lipoprotein metabolism in vitro and in vivo. // Atherosclerosis, 1997, vol.129, p. 147.

20. *Schütz K. et al.* Characterization and quantification of anthocyanins in selected artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivars by HPLC–DAD–ESI–MS n. // Anal. Bioanal. Chem., 2006, vol. 384(7–8), p. 1511–1517.

21. *Zhu X., Zhang H., Lo R.* Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and their antimicrobial activities. //Journal of Agricultural and Food Chemistry 52, 2004, p. 7272-7278.

22. *Wagenbreth D.* Content of phenolic constituents in *Cynara scolymus* L., leaves: Influence of drying conditions, gradients within the plant and diurnal variations. //43rd Annual Congress on Medicinal Plant Research, 1995, September 3-7, p. 73-74.

PARTICULARITĂŢI BIOTEHNOLOGICE PRIVIND OBŢINEREA MANOPROTEINELOR DIN DROJDIA *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* CNMN-Y-18

Molodoi Elena

Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei

Rezumat

Lucrarea prezintă o sinteză a rezultatelor studiului particularităţilor de cultivare dirijată a drojdiei *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 în vederea elaborării tehnologiei de obţinere a manoproteinelor cu utilizări în diverse domenii. Sunt relatate date privind selectarea tulpinii de drojdii înalt producătoare de manoproteine, determinarea caracterelor fiziologice, culturale şi biochimice, optimizarea mediului nutritiv şi a condiţiilor de cultivare, stabilirea efectului undelor electromagnetice cu frecvenţă extra înaltă asupra conţinutului de manoproteine în biomasa drojdiei. În rezultatul utilizării combinate a factorilor cu influenţă majoră asupra biosintezei manoproteinelor a fost elaborată tehnologia de cultivare a *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 ce permite valorificarea la maxim a potenţialului biosintetic a tulpinii de drojdii şi obţinerea bioproduselor polizaharidice cu spectru larg de aplicare.

Cuvinte cheie: Saccharomyces cerevisiae, manoproteine, mediu nutritiv optimizat, condiţii de cultivare, unde electromagnetice.

Depus la redacţie 18 martie 2015

Adresa pentru corespondenţă: Molodoi Elena, Institutul de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei, str. Academiei, 1, MD-2028 Chişinău, Republica Moldova; e-mail: biotehnol_asm@mail.ru; tel. (+37322)73-80-13.

Introducere

Actualmente, polizaharidele parietale obţinute din drojdii îşi găsesc aplicarea practică în diverse domenii - medicină, industria farmaceutică, industria alimentară, vinificaţie, cosmetologie, etc [4, 11-12].

Datorită proprietăţilor sale specifice, manoproteinele pot fi utilizate în calitate de stabilizatori şi agenţi de îngroşare, stabilizare şi dispersie. Studiile recente au demonstrat, că manoproteinele se pot folosi în medicină ca antigeni imunoreactivi în diagnosticul unor maladii, ca substituenţi ai plasmei sangvine, ca agenţi naturali de protecţie cu efect imunomodulator, antineoplastic şi antioxidant. O altă direcţie, este aplicarea acestora în calitate de agenţi de îngroşare şi gelifianţi în producerea siropurilor şi gemurilor. Cercetările realizate în domeniul oenologiei, demonstrează eficacitatea utilizării manoproteinelor în scopul stabilizării tartrice şi proteice a vinului, contribuind astfel la îmbunătăţirea caracteristicilor senzoriale şi organoleptice a produsului finit [6, 8, 10, 13].

Drojdiile reprezintă un obiect biotehnologic de înaltă valoare cu caracter aplicativ în procesele de producţie. Interes sporit prezintă levurile ca sursă de manoproteine. Acestea deţin avantaje semnificative faţă de alte materii prime costisitoare (de origine vegetală) cum sunt viteza înaltă de creştere, ciclul scurt de producere, sinecostul relativ mic a componentelor mediilor nutritive.

În acest context, scopul lucrării a constat în studierea particularităţilor de cultivare dirijată a tulpinilor de drojdii înalt producătoare de polizaharide şi elaborarea tehnologiei moderne de obţinere a manoproteinelor cu utilizări polivalente.

Materiale şi metode

Obiectul cercetărilor. În studiu au fost utilizate tulpini de drojdii din genurile *Saccharomyces, Candida, Hansenula* păstrate în colecţia Laboratorului Biotehnologia Levurilor şi în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene a Institutului de Microbiologie şi Biotehnologie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei.

Cultivarea submersă a culturilor de drojdii s-a efectuat în vase Erlenmayer cu capacitate de 1,0 L, pe agitator cu viteza 180-200 rot/min, la temperatura de 25^0-28^0C. În calitate de substrat nutritiv au fost utilizate: mediul Rieder (g/L): glucoză - 30,0; $(NH_4)_2SO_4$ - 3,0; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0,7; NaCl - 0,5; $Ca(NO_3)_2$ – 0,4; KH_2PO_4 - 1,0; autolizat de drojdie - 10 ml; apă potabilă - 1 L, pH=5,0…6,0 [2]; mediul YPD (g/L): glucoză – 20,0; peptonă – 20,0; extract de drojdie – 10 ml; apă potabilă - 1 L; pH=5,0…6,0 [1]. Prelevarea probelor pentru cercetare s-a efectuat după 120 ore de cultivare în profunzime.

Ca generator de unde cu frecvenţă extra înaltă a fost utilizat dispozitivul КВЧ-НД (RS-232) model 2007 (*f*=42.19; 53.33; 60.12 GHz). Pentru iradiere, cutia Petri cu 5 ml inocul se aranjează la distanţa de 0,5 cm de la senzorul generatorului. Durata tratării a constituit: 5, 10, 15, 20, minute. Ulterior celulele de drojdii iradiate au fost inoculate (în volum de 5%) în mediul lichid YPD şi crescute în condiţii identice cu martorul [7, 16].

Metode de realizare a cercetărilor. Au fost analizaţi indicii: biomasa celulară, conţinutul de manoproteine. Biomasa de drojdii a fost obţinută prin separarea de la lichidul cultural, prin centrifugare la 3000g/15min, resuspendarea depozitului în apă, centrifugare repetată. Această manipulare se repetă până se obţine supernatant străveziu.

Celulele de levuri se colectează, se usucă la 105^{0}C timp de 5 ore în etuvă, apoi biomasa se cântăreşte la balanţa analitică [9]. *Carbohidraţii totali* în biomasa de levuri au fost determinaţi conform metodei spectrofotometrice cu utilizarea reactivului antron şi D-glucozei în calitate de standard [5]. *Conţinutul de manoproteine* a fost determinat gravimetric conform metodei descrise [17, 19]. *Planificarea matematică a experienţelor* a fost efectuată conform metodelor propuse de Maximov [20]. *Prelucrarea statistică* a rezultatelor s-a efectuat computerizat cu utilizarea programului Excel, cu calcularea erorilor standard pentru valorile relative şi medii şi pragului de semnificaţie $p<0,05$.

Rezultate şi discuţii

Este cunoscut, că polizaharidele sunt sintetizate de o varietate mare de microorganisme. Capacitate superioară de biosinteză a mananilor posedă drojdiile genului *Saccharomyces, Rhodotorula, Sporobolomyces, Hansenula, Lipomyces, Candida.*

Scopul cercetărilor a constat în selectarea, studierea caracterelor morfologice, culturale şi fiziologo-biochimice ale tulpinilor de drojdii cu potenţial sporit de sinteză a mananilor. În uma studiului efectuat, s-a stabilit că tulpinile din genul *Saccharomyces* şi *Hansenula* posedă activitate biosintetică sporită, comparativ cu cele din genul *Candida.* Din acestea s-au evidenţiat 4 culturi de drojdii: *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-19, *Saccharomyces carlsbergensis* CNMN-Y-15, *Hansenula anomala* CNMN-Y-07, conţinutul de carbohidraţi al cărora variază în limitele 21,38 – 33,14% S.U., la cultivare pe mediul Rieder şi 22,67 – 36,16% S.U. la cultivare pe mediul YPD (Fig. 1).

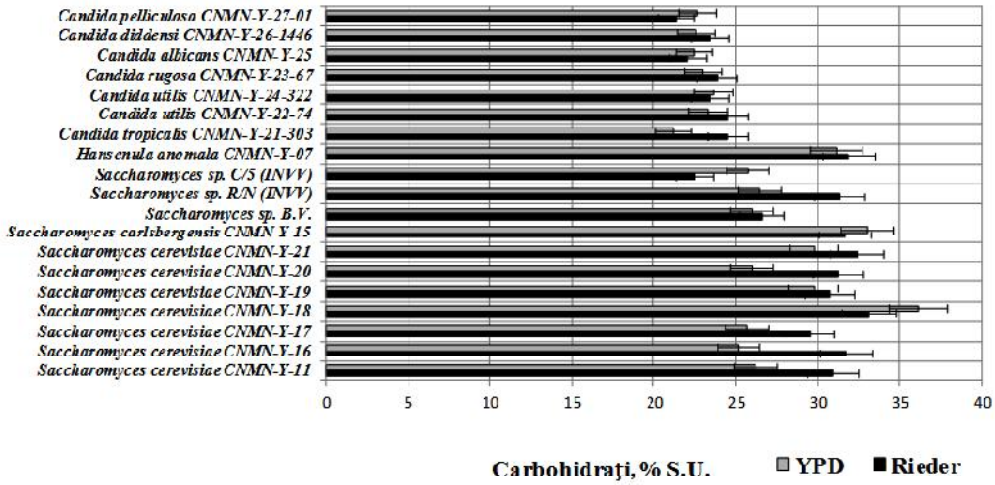


Figura 1. Conţinutul de carbohidraţi în biomasa drojdiilor din genul *Saccharomyces, Candida, Hansenula.*

În continuare, a fost studiată componenţa fracţionară a carbohidraţilor la tulpinile de drojdii cu potenţial biosintetic înalt (*S. carlsbergensis* CNMN-Y-15, *S. cerevisiae* CNMN-Y-18, *S. cerevisiae* CNMN-Y-19, *Hansenula anomala* CNMN-Y-07).

Pentru realizarea obiectivului propus, au fost aplicate procedee ce au la bază extragerea carbohidraţilor cu alcool, apă, baze şi acizi [15, 17, 19]. În urma studiului

efectuat, s-a stabilit că conţinutul de carbohidraţi în fracţiile hidro- şi alcoolsolubile (mono- şi dizaharidele) variază în limitele 1,16 – 3,62% şi respectiv 0,88 – 1,52% S.U. Fracţia alcalinsolubilă (manoproteine) constituie circa 3,57 – 11,6% S.U., evidenţiindu-se cultura de drojdii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18. Fracţia rezultată în urma tratării cu soluţii slab acide (de tipul glicogenului) conţine 1,73 – 3,92% S.U. carbohidraţi.

Capacitatea înaltă de biosinteză a polizaharidelor parietale evidenţiată la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 a permis de a o breveta şi depozita în Colecţia Naţională de Microorganisme Nepatogene al IMB, în calitate de producător activ de manoproteine [18].

Ulterior, au fost determinate caracterele morfologice, culturale şi fiziologo-biochimice a tulpinii selectate. A fost verificată puritatea culturii de drojdii, aplicând metode şi tehnici de laborator standard. De asemenea, au fost examinate caracterele de cultură (micro- şi macroscopice) a tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 pe medii lichide (must de malţ) şi solide (must de malţ, YPG, Rieder), conform cerinţelor pentru identificarea taxonomică a speciei de drojdie [1, 3].

Următoarea etapă de cercetări, a constat în realizarea unui studiu privind reglarea biosintezei manoproteinelor la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, prin varierea nutrienţilor preferenţiali şi a condiţiilor de cultivare, în scopul optimizării mediilor nutritive şi elaborării procedeelor eficiente de sinteză orientată a polizaharidelor parietale.

Astfel, din sursele de carbon studiate, efect superior au manifestat manoza şi glucoza, prezenţa cărora în mediul de cultivare a *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 permite obţinerea a 8,25 şi respectiv 9,24% manani în biomasa uscată. Conţinut maximal de carbohidraţi se obţine la concentraţia glucozei în mediul de cultură YPD de 3...5%.

În calitate de sursă de azot, eficient s-a dovedit a fi hidrogenofosfatul de amoniu, care sporeşte substanţial (cu 67, 5% faţă de martor) conţinutul de manani în biomasa levuriană. Compusul adăugat în concentraţie de 0, 1…0, 4% în mediul de cultură YPD asigură obţinerea până la 0,696 g/L de manoproteine.

Reieşind din faptul, că fiecare compus al mediului nutritiv a fost cercetat separat, în continuare a fost întreprins un studiu privind intercondiţionarea acestora asupra procesului de sinteză a manoproteinelor la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18. Ca martor a servit mediul YPD cu următoarea compoziţie, g/l: extract de drojdii – 10, 0; peptonă – 20, 0; glucoză – 20, 0 [1].

Pentru optimizarea mediilor de cultură a microorganismelor, astfel încât să se obţină o formulă echilibrată cu un efect sporit asupra potenţialului de biosinteză, se utilizează metode matematice ce stau la baza elaborării modelelor experimentale.

Metoda de optimizare a mediilor nutritive se bazează pe analiza statistică cu planificarea experimentelor şi utilizarea ecuaţiilor de regresie [20].

În scopul obţinerii unei cantităţi sporite de manani în biomasă, a fost efectuată optimizarea mediului de nutriţie, care a constat din câteva etape consecutive: iniţial, au fost nominalizate şi codificate componentele cu influenţă majoră asupra mananilor (în baza datelor obţinute din experienţele monofactoriale) şi s-a stabilit nivelul inferior şi superior al concentraţiilor acestora, ulterior a fost montată experienţa conform planului

factorial fracţionat EFF2^2, pentru aprecierea sensului pozitiv sau negativ al varierii factorilor evidenţiaţi (tab. 1).

Tabelul 1. Experienţa factorială fracţionată EFF 2^2.

Factorii	Codificarea	Concentraţia componentelor, g/L			Pasul de variaţie
		Nivel minim(-1)	Bază(0)	Nivel maxim(+1)	
Glucoza	X_1	30,0	40,0	50,0	10,0
Hidrogenofosfat de amoniu	X_2	1,0	2,5	4,0	1,5

În conformitate cu datele obţinute în experienţa EFF 2^2, au fost calculaţi coeficienţii de regresie după algoritmul Iets pentru manani. În baza analizei matematice a rezultatelor obţinute în EFF 2^2 şi a coeficienţilor de regresie calculaţi, a fost alcătuită ecuaţia de regresie, care are expresia:

$$Y= 10,99 + 0,39\ X_1 – 0,075\ X_2 + 0,28\ X_1X_2.$$

În corespundere cu ecuaţia dată a fost montată experienţa „Mişcarea pe gradient”, care permite de a selecta concentraţia optimă a componentelor mediului nutritiv, conform planului din tabelul 2. Cercetările efectuate au finalizat cu elaborarea unui nou mediu de nutriţie – YP(GA), cu următoarea compoziţie (g/L): extract de drojdie – 10,0; peptonă – 20,0; glucoză – 46,0; hidrogenofosfat de amoniu – 2,32; apă potabilă - 1,0 L; pH 5,5. Utilizarea acestui mediu de nutriţie pentru cultivarea tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 permite obţinerea până la 12,07% S.U. sau 1,050 g/L manani, faţă de 10,15% S.U. sau 0,564 g/L manani la cultivare pe mediul martor YPD [14].

În continuare, au fost stabilite condiţiile optime de cultivare a tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 pentru producerea maximală a manoproteinelor.

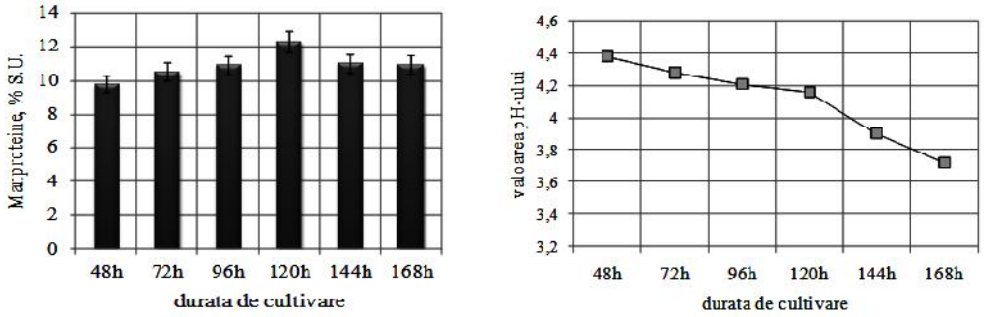
Tabelul 2. Planul experienţelor „Mişcarea pe gradient”.

Valorile	Factorii		Rezultate experimentale	
	Glucoza X_1	Hidrogenofosfat de amoniu X_2		
Coeficient de regresie, *b(i)*	0,39	-0,075		
Unităţi de variaţie, *λ(i)*	10,0	1,5		
b(i) · λ(i)	3,9	-0,11		
Coeficient de proporţionalitate, K_i	1	-0,03		
Pasul pantei maximale, *H(i)*	3	-0,09		
Baza experimentului	40,0	2,5	**Manani, % S.U.**	**Manani, g/L**
Concentraţia	g/L	g/L		
1	40,0	2,50	10,30±0,03	0,840±0,04
2	43,0	2,41	10,62±0,12	0,947±0,05
3	46,0	2,32	12,07±0,02	1,050±0,13
4	49,0	2,23	10,58±0,03	0,904±0,04
5	52,0	2,14	10,45±0,10	0,885±0,09
Martor	20,0	-	10,15±0,05	0,564±0,02

De menţionat, că sinteza unor compuşi la drojdii este asociată cu fazele de dezvoltare. Din aceste considerente, este important de a stabili în dinamică, pentru tulpina selectată, dependenţa dintre procesul de multiplicare a drojdiei şi biosinteză a mananilor. Cercetările au fost efectuate la cultivarea tulpinii pe mediul nutritiv optimizat YP(GA) la temperatura de 20…25^{0}C, timp de 48-168 ore.

În urma analizei rezultatelor, privind efectul duratei de cultivare asupra biosintezei manoproteinelor, s-a stabilit că o acumulare semnificativă a acestora (12,31%) se produce la 120 ore de cultivare în profunzime (Fig. 2 (a)).

De asemenea, s-a constatat că tulpina de drojdie posedă un mecanism de reglare a pH-ului mediului de cultură, valoarea căruia după 120 ore de cultivare scade şi se menţine la nivelul de 3,72 (Fig. 2 (b)).

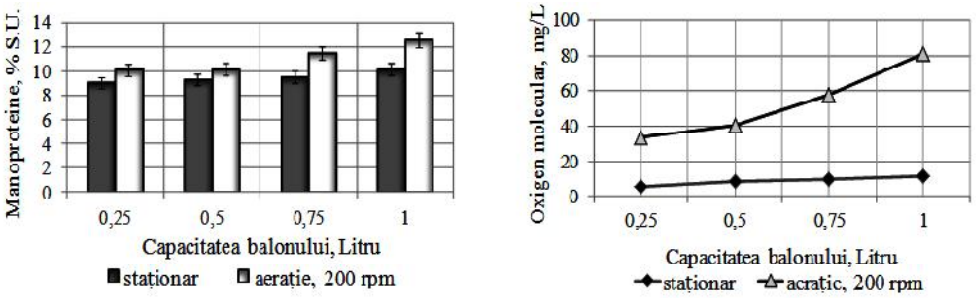


A B

Figura 2. Dinamica acumulării manoproteinelor în biomasa drojdiei *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18.

Este cunoscut, că microorganismele posedă capacitatea de a-şi modifica metabolismul sub influenţa factorilor de mediu, inclusiv şi a aeraţiei. Oxigenul manifestă influenţă pozitivă asupra creşterii celulelor de drojdii şi stimulează biosinteza polizaharidelor peretelui celular. Reieşind din aceasta, a fost efectuat studiul influenţei gradului de aeraţie asupra procesului de acumulare a mananilor la drojdia în studiu. S-a constatat, că concentraţia de oxigen molecular în mediul de cultură a tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, manifestă influenţă semnificativă asupra conţinutului de manani în biomasă. O activizare a biosintezei mananilor (12,51%) s-a remarcat la cultivarea drojdiilor în condiţii de aeraţie, valorile de oxigen molecular fiind cuprinse între 57,8-81,0 mg/l (Fig. 3(a, b)). Prin urmare, pentru cultivarea tulpinii în condiţii de laborator se propune de a utiliza baloane de 1 litru cu 150-200 ml mediu de cultură, volumul de inoculare de 5%.

Temperatura, ca unul din factorii de bază în reglarea procesului de dezvoltare a drojdiilor, manifestă acţiune şi asupra vitezei proceselor biosintetice ce au loc în celulă. Din literatura de specialitate este cunoscut, că în majoritatea cazurilor, fluctuaţiile termice pot iniţia modificări cantitative a componentelor polizaharidice microbiene [9]. La cultivarea tulpinii s-a utilizat mediul de cultură optimizat YP(GA), valori de temperatură – 15, 20, 25, 30^{0}C. Conform rezultatelor obţinute, s-a stabilit că creşterea optimală a tulpinii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 şi maximul de manani acumulaţi (13,7% din biomasa uscată a drojdiei) are loc la temperatura de 25^{0}C.

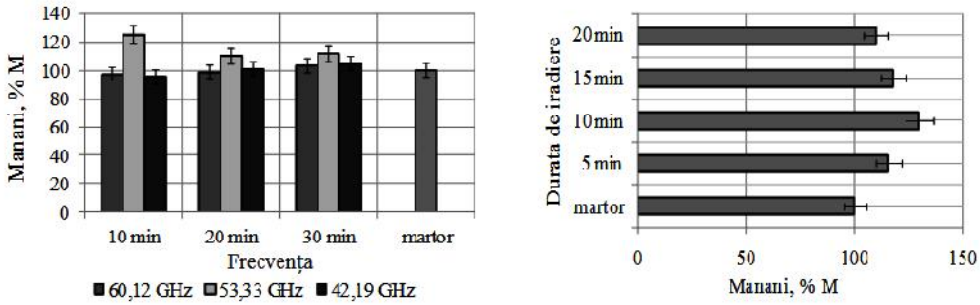


A B

Figura 3. Influenţa gradului de aeraţie asupra acumulării mananilor la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18.

Studiul de optimizare a componenţei mediului nutritiv şi a condiţiilor de cultivare a permis de a elabora procedeul de sporire a conţinutului de manani la tulpina dată.

Următoarea etapă a cercetărilor, a constat în stabilirea efectelor undelor cu frecvenţă extra înaltă asupra conţinutului de manani la tulpina de levuri *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 şi elaborarea strategiei de aplicare a radiaţiei electromagnetice în biotehnologia producerii polizaharidelor parietale. Rezultatele cercetărilor influenţei undelor milimetrice asupra conţinutului de manani sunt redate în figura 4.



A B

Figura 4. Influenţa undelor milimetrice asupra conţinutului de manani la *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 în dependenţă de frecvenţă (A) şi durata de iradiere (B).

În urma studiului de evaluare a acţiunii radiaţiei milimetrice asupra levurii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, s-a constatat că conţinutul de manoproteine sporeşte cu circa 30% faţă de proba martor, optimă fiind frecvenţa de 53.33 GHz şi durata de iradiere 10 minute.

Prin urmare, undele electromagnetice pot provoca modificări importante la nivelul peretelui celular, efectul biologic depinde de frecvenţa aplicată şi durata de tratare.

Datele ştiinţifice obţinute au fost valorificate în elaborarea procedeului de sinteză orientată a manoproteinelor la tulpina *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 cu utilizare în calitate de factor stimulator a undelor cu frecvenţă extra înaltă.

Rezultatele cercetărilor destinate selectării tulpinii de drojdie - producătoare de manani, concretizării concentraţiilor optime a surselor de carbon şi azot, optimizării

mediului nutritiv, parametrilor optimali de cultivare dirijată a culturii, precum şi stabilirii regimului optim de aplicare a undelor electromagnetice cu frecvenţă extra înaltă, au servit drept reper pentru elaborarea procedeelor de sinteză orientată a polizaharidelor parietale, care sunt incluse în tehnologia nouă de obţinere a produselor manoproteice din biomasa levuriană. Schema integrată a procesului tehnologic este redată în figura 5.

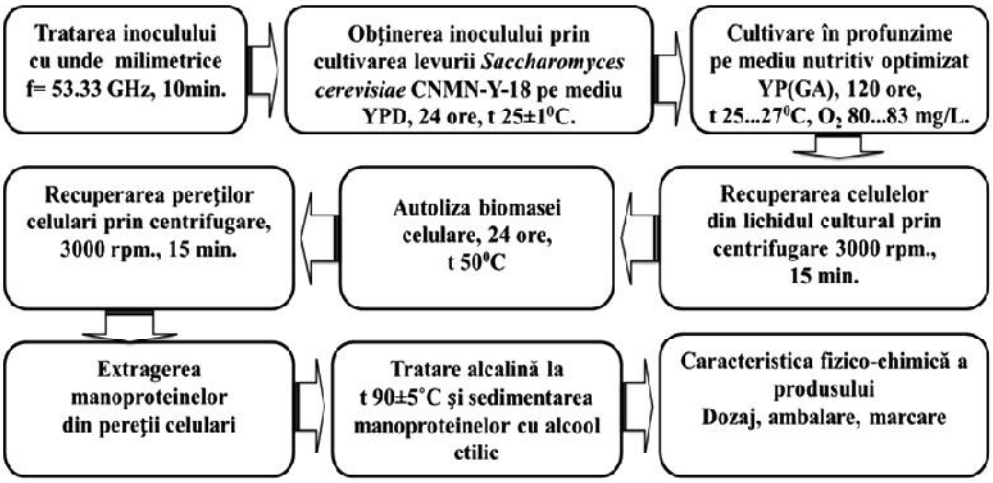


Figura 5. Schema tehnologică de obţinere a bioproduselor manoproteice din drojdia *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18.

Tehnologia de obţinere a produselor manoproteice prevede cultivarea tulpinii de drojdie *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, selectată ca producător de manani, pe mediul nutritiv optimizat YP(GA), utilizarea undelor milimetrice (cu frecvenţa 53.33 GHz, durata de tratare 10 minute) şi a condiţiilor optime de cultivare a producătorului (temperatura 25…27^{0}C; pH=5,5; oxigen molecular 57,8-81,0 mg/l; durata de cultivare 120 ore). Avantajul aplicării acestei tehnologii constă în obţinerea unei cantităţi de 1,9 ori mai mare de manoproteine.

Prin urmare, în condiţiile aprofundării cercetărilor în domeniul biotehnologiei moderne şi rezolvării unor probleme ce ţin de obţinerea prin sinteza microbiană a produselor noi, devine evidentă necesitatea efectuării investigaţiilor în direcţia valorificării potenţialului biologic al drojdiilor în vederea obţinerii produselor programate cu aplicare în diverse domenii.

Bibliografie

1. *Anghel I., Voica C., Toma N., ş.a.* Biologia si tehnologia drojdiilor. Bucureşti: Editura Tehnică. 1991. vol. 2. 385 p.
2. *Anghel I., Voica C., ş.a.* Biologia si tehnologia drojdiilor. Bucureşti: Editura Tehnică. 1993. vol. 3. 308 p.
3. *Barnett J., Payne R., Yarrow D.* Yeasts: Characteristics and Identification. 3-rd Edition, Univ. Press, Cambridge, 2000, 1150 p.
4. *Caridi A.* Enological functions of parietal yeast mannoproteins.// Antonie van Leeuwenhoek. 2006, V. 89, p. 417–422.
5. *Dey P., Harborne J.* Methods in plant biochemistry. Carbohydrates. Academic Press, 1993, vol. *2*, 529 p.

6. *Dikit P., Maneerat S., Musikasang H., H-Kittikun A.* Emulsifier properties of the mannoprotein extract from yeast isolated from sugar palm wine.// Science Asia. 2010, V. 36, p. 312-318.

7. *Gromozova E., Voychuk S.* Influence of radiofrequency EMF on the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as model eukaryotic system.// I. Microbiology and Virology. 2005, p. 167-175.

8. *Guadalupe Z., Martinez L., Ayestaran B.* Yeast mannoproteins in red winemaking: effect on polysaccharide, polyphenolic and color composition.// American Journal of Enology and Viticulture. 2010, V. 61(2), p. 191-200.

9. *Hong-Zhi L., Qiang W., et al.* Statistical optimization of culture media and conditions for production of mannan by *Saccharomyces cerevisiae.//* Biotech. and Bioprocess Engineering. 2009, V. 14(5), p. 577-583.

10. *Krizkova L., Durackova Z., Sandula J., Sasinkova V., Krajcovic J.* Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans in vitro.// Mutation Research. 2001, V. 497(1-2), p. 213-222.

11. *Krizkova L., Zitnanova I., Mislovicova D., Masarova I., Sasinkova V., et al.* Antioxidant and antimutagenic activity of mannan neoglycoconjugates: Mannan–human serum albumine and mannan–penicillin G acylase. // Mutation Research. 2006, V. 606, p. 72–79

12. *Liu Q., Wang Y., He Y.* Immunoactivities and antineoplastic activities of *Saccharomyces cerevisiae* mannoprotein. // Carbohydrate Polymers. 2011, V. 83, p. 1690-1695.

13. *Madrigal-Santillan E., Morales-Gonzales J., Sanchesz-Gutierez M., et al.* Investigation on the protective effect of alpha-mannan against the DNA damage induced by aflatoxin B(1) in mouse hepatocytes.// International Journal of Molecular Sciences. 2009, V. 10(2), p. 395-406.

14. *Molodoi E., Usatîi A., Fulga L., Efremova N., Chiseliţa N., Borisova T.* Mediu nutritiv pentru cultivarea tulpinii de drojdii *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18.// Brevet de invenţie MD 4227, BOPI nr. 5/2013, p. 28.

15. *Rudic V., Gudumac V., et al.* Metode de investigaţie în ficobiotehnologie. Chişinău: CE USM. 2003, 60 p.

16. *Ruiz-Gomez M., Prieto-Barcia M., Ristori-Bogajo E., Martinez-Morillo M.* Static and 50 Hz magnetic fields of 0.35 and 2.45 mT have no effect on the growth of *Saccharomyces cerevisiae*.// Bioelectrochemistry. 2004, V. 64, p. 151– 155.

17. *Thammakiti S., Manop S., Thanaporn P., Cornel V.* Preparation of spent brewer's yeast β-glucans for potential applications in the food industry.// International Journal of Food Science Technology. 2004, V. 39(1), p. 21-29**.**

18. *Usatîi A., Molodoi E., Efremova N., Chiseliţa N., Borisova T., Fulga L.* Tulpină de drojdii *Saccharomyces cerevisiae* – producătoare de manani.// Brevet de invenţie MD 4216, BOPI nr. 4/2013, p. 24.

19. *Захарова И., Косенко Л.* Методы изучения микробных полисахаридов. Киев: Наук. Думка, 1982, 192 с.

20. *Максимов В.* Многофакторный эксперимент в биологии. Москва: МГУ, 1980, 280 с.

CĂRŢI NOI

RECENZIE ASUPRA MONOGRAFIEI *„TIP DE OVINE KARAKUL MOLDOVENESC CORPOLENT: TEORIA ŞI PRACTICA CREĂRII ŞI PERFECŢIONĂRII”*

Autor Ion Buzu

Selecţia ovinelor din rasa Karakul a atins în prezent în lume un progres semnificativ, luând în considerare faptul că piaţa mondială oferă pielicele de cea mai înaltă calitate, gamă largă de sortimente, precum şi de culori, nuanţe şi coloraţii.

Totodată, în întreaga lume, inclusiv în Republica Moldova, se desfăşoară activităţi intensive de perfecţionare, în continuare, a tipurilor existente şi de creare a noilor tipuri valoroase de ovine Karakul.

Concomitent, are loc perfecţionarea metodelor de selecţie, elaborarea bazelor teoretice şi programelor practice concrete de ameliorare.

Generalizarea şi utilizarea acestor cunoştinţe ştiinţifice este o condiţie importantă principială pentru depăşirea dificultăţilor fiecărui pas făcut ulterior spre atingerea scopului propus şi, mai mult ca atât, pentru obţinerea unor progrese cât de cât semnificative pe fondalul rezultatelor înalte, realizate deja în selecţia ovinelor Karakul.

O confirmare ilustrativă a acesteia este monografia dlui Ion Buzu *„Tip de ovine Karakul Moldovenesc Corpolent: teoria şi practica creării şi perfecţionării”* scrisă în baza generalizării cunoştinţelor ştiinţifice moderne în domeniul selecţiei ovinelor din rasa Karakul şi, preponderent, a cercetărilor ştiinţifice proprii, efectuate pe parcursul a peste 35 de ani de activitate ca cercetător ştiinţific. În lucrare sunt elucidate şi soluţionate problemele genetice de selecţie, creare şi perfecţionare a tipului principial nou de ovine Karakul cu aptitudinea de producţie pentru pielicele-carne-lapte.

Crearea tipului de ovine Karakul de productivitate mixtă se deosebeşte radical de scopul şi metodele de selecţie a altor tipuri cunoscute din cadrul acestei rase. După cum reiesă din analiza multiplelor date bibliografice, tipurile de ovine Karakul sunt specializate, în principal, după un singur caracter – producţia de pielicele. Din aceste poziţii, monografia recenzată nu are analogie atât în literatura ştiinţifică naţională, cât şi în cea din străinătate. De aici se deduce şi noutatea ştiinţifică principială a rezultatelor cercetărilor dlui Ion Buzu prin care se identifică aportul lui în dezvoltarea bazelor ştiinţifice de selecţie a ovinelor din rasa Karakul în general şi a celor cu aptitudinea de producţie pentru pielicele-carne-lapte, în special.

Autorul monografiei este cunoscut în republică şi peste hotarele ei ca specialist remarcabil în domeniul creşterii ovinelor Karakul. Formarea lui este indispensabil legată de activitatea în calitate de cercetător ştiinţific, conducător al Filialei Moldoveneşti a fostului Institut Unional de Cercetări Ştiinţifice pentru Karakultură (or. Samarkand, Uzbekistan), şef al Departamentului Ovicultură al Institutului Naţional de Zootehnie şi Medicină Veterinară, şef adjunct al Direcţiei Zootehnie a Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare al Republicii Moldova, autor şi coautor al multiplelor publicaţii pe tematica selecţiei şi tehnologiei ameliorării genetice a ovinelor, în special a celor Karakul, coordonator şi prim-autor al lucrărilor de creare a noului tip intrarasial de ovine Karakul Moldovenesc Corpolent, aprobat (omologat) şi recunoscut de AGEPI, prin brevet de invenţie (MD 3825 G2 2009.02.28), ca realizare nouă de selecţie în zootehnie.

Posibil că întreaga lui activitate creativă, precum şi talentul analitic de cercetător, au contribuit la pătrunderea profundă a autorului monografiei în problemele selecţiei ovinelor din rasa Karakul. Dacă luăm în considerare faptul că, pe mapamond, într-o perioadă de peste un secol, a fost acumulat un material enorm, extrem de valoros şi divers în teoria şi practica selecţiei ovinelor Karakul, putem să ne imaginăm dificultăţile cu care s-a confruntat autorul în calea elaborării unei sinteze organice privind starea cunoştinţelor în acest domeniu. Cu toate acestea, Ion Buzu s-a descurcat destul de bine, atingând obiectivul propus. Prin înreg textul monografiei este tendinţa autorului nu numai de a descrie materialul ştiinţific original acumulat, dar şi de a contribui la conştientizarea înţelegerii şi implementării în practică a metodelor şi principiilor noi de selecţie a ovinelor Karakul, şi în particular, a celor de tip Moldovenesc pentru pielicele-carne-lapte.

Textul monografiei este expus pe 513 pagini şi cuprinde: cuvânt înainte, prefaţă, introducere, trei părţi de bază, 27 capitole, rezumat, 7 anexe şi bibliografie în număr de 228 surse. În primele 9 capitole ale părţii întâi a monografiei sunt descrise istoria ameliorării ovinelor locale pentru pielicele-lapte în condiţiile Republicii Moldova, caracteristica raselor iniţiale, standardul-scop, etapele şi metodele de creare, precum şi caracteristica tipului nou de ovine Karakul şi eficienţa lui economică de creştere şi exploatare.

Prin rezultatele cercetărilor multianuale expuse în monografie, confirmate prin materialele omologării de stat şi paşaportul realizării de selecţie, a fost convingător argumrntat că este creat un tip nou intrarasial de ovine cu aptitudini pentru pielicele-carne-lapte numit Karakul Moldovenesc. Ovinele acestui tip combină destul de reuşit productivitatea înaltă de pielicele, carne şi lapte. Astfel, spre exemplu, ponderea pielicelelor de sortul 1 constituie în medie pe tip 68,5 %, iar în unele linii genealogice – 86,8 %, comparativ cu 15 – 21 % la tipul vechi „Ţuşca”. Pe lângă aceasta, la vârsta adultă, masa corporală a berbecilor constituie în medie 90,3 kg, a oilor-matcă – 51,9 kg, iar producţia de lapte – 76,1 kg/lactaţie, ceea ce este, comparativ cu tipul vechi „Ţuşca”, utilizat în calitate de formă maternă, mai mare după masa corporală cu 50,5 şi, respectiv, 22,7 %. După producţia de lapte, oile acestui tip depăşesc standardul rasei Karakul de tip asiatic cu 52,2 %.

În cadrul tipului nou au fost create elemente structurale active în plan de selecţie, reprezentate de 3 linii de berbeci de elită, de diferite culori ale învelişului piulos al

pielicelelor şi alte caractere specifice (ponderea pielicelelor de sortul I, masa corporală etc.): linia neagră „Corpolent 7094”, brumărie „Delicat 2049” şi sur „Buhar 7001”. Existenţa lor crează o diversitate genetică suficientă, ce permite atât în prezent, cât şi în perspectivă perfecţionarea cu succes a tipului nou, revelarea unor noi grupe genetice de ovine cu particularităţi sporite de calitate şi productivitate.

Nu mai puţin important este faptul că, populaţia animalelor de tip nou se caracterizează printr-o structură originală a fondului genetic, comparativ cu rasele parentale iniţiale, care a fost revelată prin 7 sisteme ale grupelor sanguine şi 26 genotipuri ale locusurilor microsateliţi. Prin aceasta, populaţia de ovine de tip nou este mai asemănătoare cu fondul genetic al ovinelor locale Ţuşca, decât al ovinelor Karakul asiatic, ceea cei foarte important pentru asigurarea unei adaptabilităţi sporite a animalelor de tip nou la condiţiile locale de mediu.

Partea a doua a monografiei prezintă, de asemenea, un interes deosebit. Aceasta este consacrată evaluării calităţii mieilor după complexul de caractere (regiunile corporale, manifestarea de rasă, conformaţia corporală, modelul mieilor de tip solicitat etc.) descrise în capitolele 10-13 şi 16-18, precum şi calităţii pielicelelor după astfel de caractere şi însuşiri cum sunt: culoarea, nuanţa şi coloraţia învelişului pilos, calităţile buclajului, fibrelor, dermei şi însuşirile comerciale ale lor, descrise în capitolele 14-15 şi 19-21. Aici, autorul elucidează şi evidenţiează problematica metodologiei evaluării calităţii mieilor şi pielicelelor Karakul şi, în baza acesteia, propune un şir concret de măsuri, menite să completeze substanţial vacuumul de cunoştinţe şi să ridice nivelul bazelor ştiinţifice al acestei evaluări. În particular, sunt evidenţiate în total 48 de caractere şi însuşiri morfoproductive care sunt examinate şi apreciate la bonitarea mieilor Karakul.

Totodată, conştientizând faptul că acest şir de caractere şi însuşiri este prea numeros pentru eficientizarea selecţiei, autorul a cercetat şi a analizat întreg complexul de legături corelative ale acestora, demonstrând că caracterele şi însuşirile calitative ale mieilor Karakul pot fi grupate în unele caractere sintetice, reducând substanţial numărul acestora până la 7, după care s-ar putea efectua selecţia la bonitare.

În monografie sunt detaliat dezvăluite legităţile eritabilităţii şi corelaţiilor caracterelor şi însuşirilor ce condiţionează calităţile pielicelelor Karakul, apreciindu-se în fiecare caz rolul eredităţii şi mediului. Apreciind aceste elemente în totalitate şi în legături reciproce, cu considerenţa factorilor de mediu, autorul propune scopul şi argumentează ştiinţific un oarecare „maximum calitate”, exprimat într-un tip ideal concret. În continuare, evaluează rezultatele diferitelor metode de selectare şi împerechere a animalelor în scopul determinării variantelor optime, care asigură mai bine obţinerea tipului ideal. Astfel, fundamentează ştiinţific modelul tipului, metodele şi principiile creării lui. Printr-o examinare atentă, acestea pot fi concise în zonalitatea modelului, căutarea legăturilor între caracterele anatomo-morfologice, deducerea oportunităţii din multitudinea formelor, orientarea spre forma tipică etc.

În esenţă, este vorba de un model al tipului, ca un proiect fundamentat ştiinţific, care indică combinaţiile de caractere şi însuşiri ce trebuie să posede ovinele Karakul de tip nou şi metodele necesare de aplicare pentru asigurarea nivelului preconizat de productivitate şi calitate a producţiei.

Comparatriv cu experienţa altor cercetători, în care elaborarea modelului tipului

(rasei), ca scop al selecţiei, se efectuează tradiţional, până în prezent, reieşid din productivitatea realizată (deja atinsă) şi se manifestă prin eliminarea factorilor ce limitează calitatea producţiei la tipurile existente, abordarea dlui Ion Buzu a metodologiei de creare a tipului nou de ovine este una principial nouă şi importantă, atât sub aspect teoretic, cât şi aplicativ, dacă luăm în considerare faptul că modelul tipului este apreciat ca un început organizat al procesului de creare a raselor şi în funcţie de gradul de fundamentare ştiinţifică a acestuia, depinde corectitudinea alegerii materialului biologic iniţial şi a metodelor de selecţie pentru ameliorarea lui.

Exprim încrederea că materialele expuse şi soluţiile propuse de autor în monografie completează evident deficitul de cunoştinţe în domeniu şi vor contribui, prin aceasta, la elaborarea modelului tipului ideal de nivel nou al calităţii, ca o etapă principial importantă a procesului de selecţie.

Deosebit de actuale sunt rezultatele cercetărilor multianuale prezentate în partea a treia a monografiei (cap. 22-27), referitoare la selecţia ovinelor adulte, cum sunt: metodele evaluării valorii de prăsilă (testarea genotipică) a animalelor (oilor, berbecilor şi tineretului ovin), bazându-se pe manifestarea fenotipică a caracterelor productiv-utile ale descendenţei lor şi elaborarea, în baza acesteia, a indicilor complecşi de selecţie, ce includ principalele caractere de selecţie - producţia de lapte, masa corporală şi calitatea pielicelei.

Potrivit opiniilor generale ale selecţionerilor zootehnişti, selecţia animalelor şi potrivirea perechilor pentru reproducţie după indicii complecşi de selecţie se deosebeşte avantajos faţă de toate metodele selecţiei după complexul de caractere existente în prezent, cum sunt: metoda selecţiei în tandem şi metoda selecţiei după limitele independente.

Efectuând o caracteristică generală a monografiei, urmează să subliniez că această lucrare a dlui Ion Buzu *„Tip de ovine Karakul Moldovenesc Corpolent: teoria şi practica creării şi perfecţionării”* poartă un caracter ştiinţific fundamental, iar rezultatele cercetărilor efectuate se deosebesc printr-o integritate finalizată şi sunt redate la un nivel înalt de profesionalizm ştiinţific. Cartea are o orientare distinctă ştiinţifico-aplicativă şi poate servi selecţionerilor în calitate de bază metodică atât la descrierea realizărilor de selecţie în zootehnie şi prezentarea lor Comisiei de Stat pentru Omologare, cât şi la crearea şi perfecţionarea altor tipuri noi de ovine.

Monografia va fi de folos unui cerc larg de specialişti, precum şi tinerilor cercetători la iniţierea şi organizarea altor, nu mai puţin importante, cercetări teoretice şi aplicative în domeniul selecţiei ovinelor Karakul şi altor specii de animale.

Vladimir Radionov – doctor habilitat în ştiinţe agricole,
Facultatea de Zootehnie şi Biotehnologii,
Universitatea Agrară de Stat din Moldova

CRONICĂ ŞTIINŢIFICĂ

2015 – ANUL INTERNAŢIONAL AL SOLURILOR

Ursu Andrei

Institutul de Ecologie şi Geografie al Academiei de Ştiinţe a Moldovei,
Societatea Naţională a Moldovei de Ştiinţa Solului

Organizaţia Naţiunilor Unite la Asambleia Generală (sesiunea a 68-a) a declarat 2015 – anul internaţional al solurilor şi 5 decembrie – ziua mondială a solului.

Societatea Naţională a Moldovei de Ştiinţa Solului în aspectul acestor declaraţii a organizat conferinţa ştiinţifică cu genericul: 2015 – anul solurilor. Conferinţa a avut loc în incinta Universităţii de Stat din Moldova la 24 aprilie 2015. La conferinţă, cu participarea preponderentă a pedologilor, au fost prezentate şi discutate 8 rapoarte care au abordat diferite probleme actuale ale pedologiei moldave şi starea actuală a resurselor de sol a ţării.

Academicianul Andrei Ursu a evidenţiat problemele actuale ale pedologiei şi stării resurselor de sol. El a constatat eficienţa redusă a utilizării solurilor în calitate de mijloc de producţie în agricultură, conştientizarea neadecvată a rolului solului în natură şi economie, lipsa măsurilor de protejare a solurilor, stoparea pregătirii cadrelor specializate şi alte probleme stringente.

Academicianul Serafim Andrieş a argumentat necesitatea optimizării însuşirilor agrochimice ale solurilor, a constatat reducerea drastică a fertilizării solurilor.

Doctorul în biologie Gheorghe Jigău a constatat degradarea fizică şi supracultivarea cernoziomurilor, a argumentat necesitatea implementării unor tehnologii puţin dăunătoare solului.

Doctorul habilitat Boris Boincean a argumentat oportunitatea includerii cernoziomurilor Stepei Bălţilor în calitate de patrimoniu mondial sub egida UNESCO.

În alte comunicări au fost abordate diferite probleme ale pedologiei contemporane şi stării resurselor de sol a ţării (doctor habilitat Grigore Stasiev, doctor Valentina Andriucă, doctor Iurie Moşoi, doctor Aureliu Overcenco) .

Conferinţa a adoptat următoarea declaraţie a Societăţii Naţionale a Moldovei de Ştiinţa Solului cu prilejul Anului Solurilor:

D E C L A R A Ţ I E

Societatea Naţională a Moldovei de Ştiinţa Solului consideră declararea Anului Solurilor 2015 argumentată, binevenită şi mult aşteptată.

Solul ca obiect natural polifuncţional şi indispensabil în biosferă, mijloc de producţie în agricultură, nu este conştienţizat şi apreciat adecvat de majoritatea populaţiei. Este neglijat rolul solului ca regn al naturii, de rând cu regnul vegetal, animal şi mineral,

ca mediu vital specific – habitat al pedobionţilor, ca principalul producător de dioxid de carbon pe suprafaţa uscatului, ca uzină de transformare a reziduurilor organice, de producere a humusului – principalului component al solului, sursă de energie solară transformată în energie chimică, conservată.

Solul este baza ecosistemelor terestre, aprovizionator al plantelor şi garant al biodiversităţii.

În calitate de mijloc de producţie în agricultură solul prezintă o bogăţie naturală, care aparţine tuturor generaţiilor şi poate fi utilizat eficient cu condiţia protejării calităţilor lui necesare plantelor şi evitării sau combaterii proceselor degradaţionale şi destructive.

Solul prezintă principala bogăţie naturală a Moldovei, care a condiţionat existenta generaţiilor trecute şi continuă să ne asigure cu produse alimentare. Însă starea actuală a resurselor de sol este îngrijorătoare şi necesită o altă atitudine din partea societăţii umane.

Fondul funciar utilizat în agricultură este extrem de parcelat. În condiţiile reliefului accidentat, când 80% din fondul agricol este amplasat pe pante (peste 2°), o agricultură durabilă şi eficientă poate prospera doar în cadrul organizării antierozionale a terenurilor agricole şi implementării sistemelor regionale de protejare a solurilor.

Lucrarea solului condiţionează destructurarea, tasarea şi posibilitatea formării crustei, în orizontul arabil se reduc rezervele de humus şi elemente nutritive, pe pante activează eroziunea.

În ultimele decenii s-au redus drastic numărul specialiştilor şi unităţiile pedologice de cercetare şi proiectare, volumul şi tematica cercetărilor, s-a stopat pregătirea cadrelor în Universitate. Nu se realizează monitorizarea stării şi calităţii solurilor, nu se efectuează lucrări ameliorative, nu se implementează măsuri antierozionale. S-a redus la minim fertilizarea, administrarea îngrăşămintelor minerale şi organice. Procesele degradaţionale a solului pot fi limitate sau evitate prin implementarea unor sisteme regionale de utilizare şi protejare, în condiţiile unor organizări speciale a terenurilor agricole. Au fost practic nimicite sistemele de fâşii forestiere antierozionale, au fost abandonate construcţiile hidrotehnice de regulare a scurgerii superficiale a apelor torenţiale. Utilizarea în continuu a fondului funciar necesită a fi bazată pe un program naţional strategic, argumentat ştiinţific şi asigurat cu sisteme de măsuri organizaţionale şi legislative.

Societatea Naţională a Moldovei de Ştiinţa Solului propune şi insistă adoptarea Legii Solului şi organizarea Agenţiei „Solurile Moldovei” (la fel ca „Moldsilva”, „Apele Moldovei”, „AGEOM”) cu misiunea gestionării şi protejării principalei bogăţiei naturale a ţării.

Considerăm oportună activizarea lucrărilor de consolidare a terenurilor agricole în scopul organizării lor antierozionale. Este necesară reglamentarea utilizării solurilor aluviale şi restabilirea rolului natural al văilor şi luncilor ca reglatori a scurgerii superficiale. În procesul consolidării se va efectua excluderea din fondul agricol a solurilor puternic erodate şi puţin productive – a solonceacurilor, soloneţurilor, mocirlelor şi trecerea lor într-un fond special de revindecare.

Realizarea acestor măsuri primordiale va permite eficienţizarea utilizării şi protejării resurselor de sol, reglarea ecologică a resurselor naturale a ţării.

ANIVERSĂRI

O VIAŢĂ CONSACRATĂ CULTURILOR DE SORG
Doctorul în ştiinţe agricole Gheorghe Moraru
la 80 de ani

Născut în anul 1935 în comuna Iurceni, judeţul Lăpuşna, actualmente raionul Nisporeni.
Savant în domeniul ameliorării şi producerii de seminţe a culturilor de sorg.
Doctor în ştiinţe agricole (1990).

Născut la 28 aprilie anul 1935 în comuna Iurceni, judeţul Lăpuşna, într-o familie de ţărani, fiind al 5-lea şi cel mai mic copil. A învăţat în şcoala din satul natal până în anul 1949, anul când împreună cu familia au fost deportaţi în regiunea Irkutsk, Rusia.

În pofida greutăţilor şi obstacolelor greu de imaginat, în anul 1953 absolveşte unica şcoală medie din raionul Şitchino, după care a lucrat în calitate de muncitor într-o gospodărie silvică locală la colectarea răşinii din pădurile de conifere.

Ingenios şi captivat de tendinţa de a acumula cunoştinţe profunde, tânărul Gheorghe Moraru îşi face studiile la Colegiul de Geologie din oraşul Irkutsk. Spre marea bucurie, în martie 1956, familia a fost reabilitată şi se întoarce la patrie, unde continuă studiile la Facultatea de Agronomie a Institutului Agricol din Chişinău.

Datorită perseverenţei şi insistenţei demonstrată pe perioada studiilor şi având ca îndrumători aşa personalităţi notorii ca: A. E. Kovarschii, G. M. Şecun, L. S. Maţuc, D. D. Verderevschii, I. I. Prinţ, M. I. Sidorov, M. F. Lupaşcu ş.a., domnul G. Moraru a obţinut o bună pregătire teoretică şi practică. Un rol important în formarea profesiei au jucat lucrările practice efectuate în întreprinderile agricole din ţară si nu în ultimul rând participarea pe parcursul lunilor de vară (1957-1958) pe lanurile desţelenite din Kazahstan la aratul cu tractorul şi recoltarea cerealelor cu combina.

După absolvirea Institutului Agricol din Chişinău (1961), obţine calificarea de inginer–agronom şi este repartizat în câmpul muncii în Gospodăria Experimentală raională în numele „Miciurin”, raionul Nisporeni în calitate de agronom, responsabil de culturile de câmp. În anul 1962 la propunerea conducerii raionului, a fost transferat în gospodăria colectivă „Kotovschii” (cea mai mare gospodărie agricolă din raion) în calitate de adjunct al Preşedintelui Cârmuirii, dar şi agronom principal, unde prin colaborare cu Institutul de Proiectare în domeniul cadastrului funciar a fost urgentată proiectarea şi implementarea asolamentelor, reconstruirea suprafeţelor plantaţiilor multianuale.

Primii paşi în cercetare i-a întreprins la Catedra de Ameliorare a Institutului Agricol din Chişinău (1964-1966) în calitate de doctorand. Investigaţiile iniţiate în cadrul temei de doctorat, sub conducerea academicianului A. E. Kovarschii, au fost orientate spre ameliorarea şi studiul rezistenţei sorgului la temperaturi scăzute.

În activitatea sa ştiinţifică parcurge toate treptele – de la cercetător științific inferior şi superior, până la şef de laborator. Aşa, după finisarea studiilor doctorale a activat, până în anul 1972, în calitate de cercetător ştiinţific inferior în cadrul Secţiei de Genetică a AŞM. Ulterior este angajat, prin concurs (1973), în funcţie de cercetător ştiinţific superior la Staţiunea Experimentală de Ameliorare a Institutului Agricol din Chişinău. În perioada aa.1974 - 2006 activează în calitate de sef al Laboratorului de Creare a Materialului Iniţial de Ameliorare a Culturilor de Sorg în Institutul Moldovenesc de Cercetări Ştiinţifice pentru Porumb şi Sorg al Asociaţiei Ştiinţifice de Producere „Hibrid”. Indiscutabil este aportul doctorului Gheorghe Moraru la crearea unui set valoros de linii consangvinizate şi androsterile, pe baza cărora în colaborare cu doctorul în ştiinţe agricole Oleg Solonenco, şeful Secţiei de Ameliorare a Culturilor de Sorg a institutului nominalizat, au fost creaţi şi omologaţi 14 hibrizi de sorg.

Fiind înzestrat cu deosebite calităţi, muncind migălos, cu dăruire de sine, dragoste în ceea ce şi-a plănuit, pe parcursul vieţii a desfăşurat o activitate fructuoasă, multilaterală.

Munca cu abnegaţie i-a permis de a acumula un vast material experimental în domeniul ameliorării culturilor de sorg, ce a servit ca bază de a susţine cu succes teza de doctor în ştiinţe agricole (1990), specialitatea 06.01.05 – ameliorarea plantelor şi producerea de seminţe, la tema: *„Crearea materialului iniţial pentru selecţia culturilor de sorg în condiţiile Moldovei şi perfecţionarea procesului de ameliorare”*.

În baza rezultatelor obţinute au fost elaborate metode şi procedee de ameliorare şi cultivare a culturilor de sorg.

Paralel cu activitatea de cercetare doctorul Gh. Moraru s-a manifestat şi ca manager iscusit, activând din a.2007 până în a. 2013 în calitate de şef Laborator a Culturilor de Sorg, Institutul de Protecţie a Plantelor şi Agricultură Ecologică al AŞM.

Doctorul Gh. Moraru posedă calităţi organizatorice, ceea ce demonstrează activitatea sa în ultimii 10 ani, în calitate de director a 5 proiecte de transfer tehnologic, destinate cultivării şi utilizării culturilor de sorg. Proiectele conduse de dumnealui s-au finalizat cu producerea seminţelor certificate de sorg de categorii superioare şi de generaţia întâi.

La momentul actual îşi continuă activitatea sa fructuoasă în funcţie de cercetător ştiinţific coordonator – şef al grupului „Culturile de sorg” al Laboratorului Genetica Rezistenţei Plantelor al Institutului de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor al AŞM. În această perioadă au fost continuate cercetările ştiinţifice de ameliorare a culturilor de sorg, soldate cu omologarea a 4 hibrizi performanţi în Republica Moldova.

Sub conducerea şi participarea nemijlocită a doctorului Gheorghe Moraru s-a creat un genofond vast ce constituie peste 2,4 mii linii consangvinizate şi androsterile de sorg pentru boabe, sorg zaharat şi sorg pentru mături.

Doctorul Gh. Moraru permanent a fost membru al Consiliului Ştiinţific a instituţiilor nominalizate, pe parcursul multor ani membrul Secţiei culturilor de sorg a Academii Agricole din Uniunea Sovietică şi a Centrului de Ameliorare din Sud–Vest cu sediul în oraşul Odessa (Ucraina). Actualmente este membru al Academiei Internaţionale de Ecologie şi Siguranţă a Vieţii (IAEPS), Rusia. A participat cu rapoarte şi comunicări la peste 41de simpozioane şi conferinţe naţionale şi internaţionale.

Realizările investigaţiilor obţinute au fost reflectate în peste 60 publicaţii ştiinţifice, inclusiv în 4 recomandări privind cultivarea culturilor de sorg în Republica Moldova. Este autor a 18 hibrizi de sorg omologaţi în Republica Moldova, Ucraina, Federaţia Rusă, Kazahstan şi Republica Belarus. Relevanţa cercetărilor realizate este confirmată de 11 brevete de invenţii şi certificate de inovaţie, care au fost prezentate la Saloane şi Expoziţii Naţionale şi Internaţionale şi menţionate cu diplome şi medalii.

Drept realizare deosebită a Domnului doctor Gheorghe Moraru este crearea unei noi plante de sorg cu endospermul bobului sticlos, asemănător cu orezul şi numită de autor – **soriz**, prin îmbinarea cuvintelor *Sorghum oryzoidum*. Implementarea a 4 hibrizi omologaţi de **soriz** în Republica Moldova şi alte ţări, permite obţinerea recoltelor garantate de boabe la nivelul porumbului, dar bobul de **soriz** este utilizat în industria alimentară, similare produselor din bob de orez: crupe întregi şi brizate, griş, făină, amidon, bere, nutreţuri combinate etc. Randamentul crupei, grişului şi făinii din bob de **soriz** atinge **75 – 82%,** pe când din orez este de **53 – 63%** şi respectiv **1.5 – 1.7%** - a grişului din grâu. Conţinutul de proteine în aceste produse constituie **9,4 – 10,6 %** (la orez **6,5 – 8,5 %)**, grăsimi **0,2 – 0,5 %** şi amidon **82 – 88%**.

În colaborare cu savanţii Universităţii Tehnice din Republica Moldova sunt elaborate tehnologii de fabricare din **soriz** a produselor **aglutenice** pentru bolnavii de **celiacă**: pâine, pandişpan, biscuiţi, clătite, iaurt şi băuturi combinate.

Ţinând cont de particularităţile nominalizate, bobul de **soriz** cultivat în ţara noastră, poate deveni în anii apropiaţi o sursă preţioasă autohtonă pentru alimentaţia populaţiei şi un produs avantajos pentru export, în primul rând în ţările arabe şi africane, unde bobul de sorg şi orezul din timpuri străvechi reprezintă pâinea tradiţională de toate zilele a populaţiei băştinaşe.

Drept rezultat de mare perspectivă obţinut de către jubiliar reprezintă utilizarea reuşită a **heterozigotii** $\mathbf{Aa_1}$în hibridarea sorgului zaharat prin metode tradiţionale de ameliorare. Acest procedeu a permis crearea a 4 hibrizi omologaţi cu productivitatea biomasei de până **la 80-90 t/ha** în condiţii fără irigare şi peste **130 – 140 t/ha**- la irigare. Hibridul Porumbeni 4 în testarea internaţională a sorgului zaharat a Uniunii Europene în anul 2008 s-a evidenţiat ca lider după productivitate, acumulând biomasa de **184 t/ha**.

Datorită similarităţii proprietăţilor morfologice (înălţimea plantei, grosimea tulpinii ş. a.) şi agronomice, inclusiv şi a utilizării biomasei plantelor hibrizilor respectivi, cu cea a plantelor trestiei de zahar, hibrizii de acest tip au fost denumiţi de către Gh. Moraru ca **sorg – trestie** (**sorgreed** în limba engleză), respectiv **sorgrid** în limba română. Procedeul de obţinere a acestui tip de hibrizi de sorg zaharat – **sorgrid** a fost brevetat în anul 2012.

Hibrizii de **sorgrid** suportă suficient salinizarea solului, asimilează din atmosferă până la **50-55 t/ha** $\mathbf{CO_2}$ (pădurile de foioase pe latitudini temperate până la **16 – 18 t/ha/ an** $\mathbf{CO_2}$), sunt rezistenţi la polignire si adaptivi la cultivarea şi recoltarea mecanizată. Costul de producţie a unei tone de biomasă de **sorgrid**, cultivată şi transportată la 10 km, la staţia de procesare, constituie 180/270 lei (11,92$/17,87$) în preţurile anului 2014, în funcţie de productivitatea plantaţiei şi nivelul de dezvoltare al gospodăriei.

Din biomasa acestor hibrizi, cultivată în diferite zone ale Republicii Moldova, au fost obţinute: bioetanol, sirop glucidic alimentar, nutreţuri valoroase şi peleţi energetici. Actualmente, la unele din produsele enumerate, este elaborată documentaţia tehnică şi tehnologică, organizată multiplicarea formelor parentale şi producerea industrială a seminţei de generaţia întâi.

Din 100 t de biomasă a acestor hibrizi pot fi obţinute: a) la procesarea cu utilizarea liniei tehnologice de prelucrare a trestiei de zahăr – până la **50-55 t** de suc (must) cu conţinutul de glucide de **14-16%**, iar după stoarcere- **25-30 t** de biomasă uscată – **bagasă**; sau b) la însilozare-furaj cu capacitatea de **19-23 t** unităţi nutritive sau materie primă pentru producerea mai mult de **25 mii** $\mathbf{m^3}$ de biogaz.

Prelucrarea sucului extras din **100 t** de biomasă asigură obţinerea a **4,5-5 t/ha** de bioetanol prin fermentare, sau **8-10 t/ha** de sirop glucidic de calitate similară cu mierea de albine, care cu succes poate înlocui zaharul tradiţional în culinărie, producerea băuturilor răcoritoare şi a îngheţatei.

Din **30 t** de bagasă de sorg pot fi obţinute **16-18 mii** $\mathbf{m^3}$ de biogaz, sau peleţi pentru a produce **15-17 mii kwh** de energie electrică şi suplimentar aproximativ aceiaşi cantitate de energie termică. Conform calculului firmei americane „Fuel Makers” (SUA, statul Wisconsin),

fostă în calitate de rezident al AITT AŞM, prin folosirea tehnologiei de **pirogeneză** a biomasei uscate (elaborată în multe ţări ale lumii şi numită prescurtat **GL-** metodă eficientă de transformare a gazului în lichid**),** de pe **1 hectar** irigabil de **sorgrid** pot fi obţinute până la **11mi litri** de **biomotorină** sau **17 mii litri** de **biobenzină**.

Competenţa profesională, rezultatele ştiinţifice obţinute de o înaltă valoare teoretică şi aplicativă, au fost recunoscute atât de savanţii din ţară, cât şi a celor de peste hotare. Implementarea acestor inovaţii în agricultura ţării şi în economia mondială permite deschiderea căilor efective pentru soluţionarea problemelor energetice, ecologice şi alimentare, care devin mai frecvente şi problematice în multe ţări ale lumii.

Cu ocazia aniversării **de 80 ani** de la naştere, Academia de Ştiinţe a Moldovei, Institutul de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, Institutul de Fitotehnie „Porumbeni" şi colegii, exprimă cele mai sincere sentimente de recunoştinţă doctorului în ştiinţe agricole Gheorghe Moraru pentru aportul în dezvoltarea ramurii culturilor de sorg, dorindu-i multă sănătate, prosperitate, ani de viaţă lungă sanogenă şi noi realizări.

Preşedinte al Sfatului academicenilor AŞM, academcian	**Teodor Furdui**
Academician-coordonator al Secţiei de Ştiinţe agricole a AŞM, academcian	**Boris Găină**
Director al Institutului de Genetică, Fiziologie şi Protecţie a Plantelor, doctor habilitat	**Vasile Botnari**
Doctor habilitat	**Alexandru Rotari**
Doctor habilitat	**Leonid Voloşciuc**
Doctor	**Eugenia Cotenco**
Doctor	**Adelina Dodon**

PROFESSOR IONEL MIRON ON HIS 80th ANNIVERSARY

With Professor Ionel Miron, a constant friend from the 1953, with whom I lived for better and for worse more then six decades, I was colleague in student times and later on teaching together at the „Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi. Our wives were sisters and this long-term friendship was also built on mutual knowledge of our work in the field of biology. Rarely was it given to me to meet and appreciate a naturalist so passionate to study aquatic organisms, especially fish, a naturalist who traveled extensively throughout Europe, Asia and Africa, either diving into the sea or studying life in the Sahara desert.

About this known and much appreciated colleague and friend I will write the lines below.

Born on the 6th of July 1935 in Ivăneşti, a village in Vaslui County, Ionel Miron is the son of Ioan and Elena Miron, farmers, his father being also a psalm reader at the village church.

In his native village he followed primary school and, after that, from 1949-1953, he attended the „Mihail Kogălniceanu" high school in Vaslui. After successfully passing his baccalaureate, he became a student at the Faculty of Natural Sciences, Section of Natural Sciences-Chemistry, of the „Alexandru Ioan Cuza" University, graduating with good results in 1957. In the same year, Ionel Miron becomes a teacher of biology at the school in his native village.

In 1956, Professor dr. Petre Jitariu, the Dean of our faculty, founded the Biological, Geological and Geographical Research Station "Stejarul", from Pângăraţi-Neamţ. Knowing this young researcher's interest and passion for scientific research and taking into account of his involvement in the student circle of Hydrobiology (co-ordinator Professor dr. Gheorghe Hasan) and after that, the circle of the Animal eco-physiology (co-ordinator Lecturer dr. Ştefan Agrigoroaie), Professor Jitariu invited Ionel Miron, in January 1958, to become scientific researcher at this new station, where Professor Jitariu spared no efforts to employ young graduates in the different sections created in the beginning of this Station.

That is why, from 1958 to 1982, Professor Ionel Miron was a scientific researcher (beginner, principal and 3rd degree) at the „Stejarul" Station, having as a main research direction the study of the aquatic fauna. In 1973, under the supervision of Academician Professor dr. Petre Jitariu, he obtained his PhD thesis in the Eco-physiology field, with the thesis "Researches on the behavior of some aquatic invertebrates into a river-lake ecological succession". The rhythm and amplitude of this ecological succession, from the lotic ecosystems – the Bistriţa river and its tributaries in the floodplain to the lenthic ecosystem – Bicaz Reservoir, built in the summer of the 1960, were also materialized in extensive faunal lists, included in the „*Limnofauna europaea*" monograph (published in Germany, Joachim Illies ed., 1967), that mentioned Professor Miron's important contributions.

From 1967 until 1982, Ionel Miron led the Section of Hydrobiology of the "Stejarul" Station. Since 1982, as a 2nd degree researcher, he became director of the Forestry Research and Management Institute (ICAS) from Potoci-Neamţ, on the shore of Bicaz Reservoir. In 1991, he became a 1st degree researcher, transferring from ICAS to the „Alexandru Ioan Cuza" University, proposing the establishment of the Potoci Biological Station, approved by the Education Ministry, and he served as its director until 2002. Since 1993, Ionel Miron became an Associate Professor, Professor and again Associate Professor, since 2005, after his retirement, at Faculty of Biology of Iaşi. In 1998, he became PhD supervisor in Ecology (preparing nine young researchers, who obtained the doctoral degree in Biology).

His most important scientific results were published (1960-2010) in 91 scientific articles in different Romanian journals (84) and abroad (7). Twelve books should be also added, among which a course of Aquaculture and five limnological monographs (in national and local publishing houses).

It is worth pointing out that, in 1983, in collaboration with 12 limnologists from the „Stejarul" Station, the Romanian Academy Publishing House issued the limnological monograph "Izvoru Muntelui-Bicaz Reservoir", with I. Miron as editor. Another monograph, "Bioindicators of running waters quality" (2008, authors Anca Neagu and Ionel Miron), received the „Grigore Antipa" Romanian Academy's Award and „Emil Pop" Award of the Academy of Romanian Scientists. In 2014, Ionel Miron published in collaboration with Liviu Miron the book „Underwater expeditions", receiving the „Emil Pop" Award of the Academy of Romanian Scientists.

To elucidate many of the fine physiological mechanisms of aquatic organisms and to determine *in situ* hydrobiont behavior in a river-lake ecological succession, Professor Ionel Miron applied, with high accuracy, an experimental model, following the method of direct underwater observations, using a submersible laboratory and scuba diving techniques. The

sustained efforts of a research team, which included Prof. Miron, have led to the first Romanian bathyscaphe for research and underwater works, called and patented as L.S. 1, with the support and guidance of the Professor dr. Petre Jitariu.

Based on the limnological theoretical results, presented in Prof. Miron PhD thesis, an application concerning the ecological fundaments of aquaculture on the mountainous reservoirs was designed. In 1984, it was approved, by the Forest Ministry, and implemented on the Bicaz Reservoir, the biotechnology „Trout breeding in floating cages on the mountainous reservoirs" (authors Ionel Miron, Costică Misăilă and Rodica Misăilă).

Over these 57 years as researcher, professor and PhD supervisor career, Mr. Ionel Miron attended different specializations in limnological research (Ghent-Belgium, 1971; Zürich-Switzerland, 1974), and obtained a scholarship in the Laboratory of Hydrobiology from Ghent University. He participated as invited speaker in various international meetings (Abisko-Sweden, Gdynia-Poland, Tihany-Balaton-Hungary, Lindbergmühle and München-Germany), and took part in scientific expeditions. He was in one expedition in Morocco, in 1971, another in Anatolia, in 1973, and the three expeditions, with a team of foreign specialists, into the „Limnology of Sahara" Programme (Director Professor Henri Dumont, Ghent University), in different areas of this desert (Morocco, Algeria, Mauritania, Senegal, Mali, Niger, Tunis), in 1975, 1976 and 1977. In collaboration with Professor dr. Peter Zwick, from the Limnologische Fluss-Station Schlitz (Germany), Mr. Miron discovered and published a new stonefly genus, *Afroperlodes atlas* Miron&Zwick, 1972. During these activities, he specialized in hydrobiology, underwater research, biogeographical zonation, acquiring new techniques and modern specific methods, studying different ecosystem types, collecting a rich fauna material, establishing scientific contacts in aquatic ecology and aquaculture domains, organizing research programmes, gathering an important scientific literature and a great experience.

His extensive experience was acknowledged both at national and international level. In 1995, Professor Ionel Miron was invited and accepted to give a course on Aquatic ecosystems, at Paris VII „Denis Diderot" University –France, for a full academic year. In 1992, he also guided, during two months, the Romanian and French students while undertaking field work in France. Professor Miron also was a co-director of the International campus for the environment, along with Professor dr. Michel Petitjean, under the auspices of „Alexandru Ioan Cuza" and Paris VII Universities (1991-1996). From 2006 to 2010, Professors Karl-Otto Rothhaupt and Ionel Miron were co-directors of the International Limno-ecological Summer school (organized by „Alexandru Ioan Cuza" Iaşi and Konstanz Universities).

Professor Miron represented "Alexandru Ioan Cuza" University in the European Project „Ecological management of catchments in Europe" – ECOCATCH, Director Professor Dr. Anna-Kristina Brunberg, from Uppsala University-Sweden (2005-2011). He was invited by other European universities (UCO Angers-France, Vrije Universiteit Amsterdam-Netherlands, Porto-Portugal, Sussex-UK). He also participated with scientific presentations in different international congresses, symposia and other events in Hungary, Sweden, Germany, Spain, Poland and Republic of Moldova, but also organized himself scientific events in Romania (Iaşi and Piatra Neamţ), dealing with reservoirs biology, the biological basis of aquaculture and human impact on the environment.

He has been a member of the International Society of Limnology (SIL) since 1970 and he is a member of the Scientific Committee of the Academy of Sciences - Institute of Zoology, led by Professor dr. habil. Acad. Ion Toderaş.

With his scientific papers and books and numerous participation in national and international scientific events, Professor Ionel Miron contributed tremendously to the development of the Romanian Biology, especially of the Hydrobiology and Aquaculture. In his activity of over than 55 years at „Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi (as a Researcher and Professor), Ionel

Miron displayed a high professional competence, passion and a great capacity for work, as well as a scientific probity and ethics, in a general biological culture context.

He enjoys the prestige and is appreciated within the specialist communities in Romania and abroad, due to his entire written work, problems solved, due to the numerous and important research grants and projects in which he was involved as a member or a director from 1971 to 2013, and also due to his 12 inventions, some of them awarded with gold in important international meetings.

Since 2010, Professor Miron has been reconfirmed as a titular member of the Academy of Romanian Scientists. In 2014, he received the title „*Professor emeritus*" of „Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi.

I could mention that Professor Ionel Miron is the first researcher and professor with international scientific contribution who was born in Ivăneşti, and for this the local community recognized his merits, giving to the school of the village the name "Ionel Miron". He is always deeply dedicated by this school and its people, developing a lot of activities such as lectures, projects in biological agriculture field and ecology, meetings and organizing ecological summer schools.

Summing up all these important results, I could say that Professor Miron is a model of abnegation, of energy for work, passion, exigency and kindness, revealed in all circumstances. I am very glad to express my great admiration and I would like to wish the forever young Professor Miron many happy life years, a great capacity for work and a good health.

Iaşi, the 4th of February, 2015

Academician Professor dr. **Constantin TOMA**

ABSTRACTS

UDC: 614: 613.2/.9 (478)

THREE MOST IMPORTANT PROBLEMS OF PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY DETERMINING THE HEALTH STATUS OF THE SOCIETY. WAYS OF THEIR SOLUTION (Plenary lecture at the 4th Congress of physiologists of the CIS). *Furdui T.I., Ciochina V.Ch., Furdui V.T.* //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015. No 1 (325), p. 4-17.

In the lecture are broached the three problems of great importance for the society: the problem of health, the problem of sanogenic reproduction of descendants and the problem of sanocreatological nutrition. The problem of health remains unsolved the evidence of which is the rise in chronic diseases incidence, the general biological precocious degradation that also affects the reproductive system in spite of the constant growth of investments in the development of medicine and pharmaceutics as well as the alarming prognosis of the society's morbidity for the near future, the fact which manifests that modern medicine, although it is in essence a nosological science, is not able to stop the further increase of the society's morbidity.

All this shows the necessity of a new approach to solving the problem of health implying the elaboration of the theory and practice of the purposeful formation and maintenance of health, an indisputable evidence.

The second problem which results from the first is the elaboration of the scientific bases of descendants' reproduction regulation that would ensure the society's sanogenic development. To this effect it is necessary to formulate scientifically grounded measures of prevention of possible disorders of the genetic material fundamentals in gametes, of their sanogenic selection in the process of conception of a new organism, strengthening of organogenesis and sanogenic

prenatal development. Only sanogenic reproduction of descendants with enhanced vital potential makes it possible to implement the strategy of the society's sanogenic development.

The third issue, which is not less important, is the problem of sanocreatological nutrition. It is based on its creative role in realization of the genetic program of growth and development of the organism, in formation and maintenance of health.

35 references.

Key words: the problem of health, the problem of sanogenic reproduction, the problem of sanocreatological nutrition.

Received March 12, 2015.

UDC:574.587

FUNDAMENTAL ROLE OF BIOLOGICAL FACTORS IN AQUATIC ECOSYSTEM FUNCTION: IMPROVING WATER QUALITY. *Ostroumov S. A., Miron A.A., Kotelevtsev S.V., Ermakov V.V., Shestakova T.V., Tropin I.V., Krupina M.V., Nagdaliev F.F., Toderas I.K. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 17-28.

This article revises the fundamentals of the theory of the multifunctional role of biological community (the biota) in the water self-purification and ecological remediation in aquatic ecosystems, using the results of previous analyses. The following issues related to the role of the biota in water self-purification are considered: 1. The main processes of water self-purification in aquatic ecosystems. 2. The main functional blocks of the self-purification system of aquatic ecosystems. 3. Energy sources of the biological mechanisms of aquatic ecosystem self-purification. 4. The roles of the main large groups of organisms in water self-purification in aquatic ecosystem. 5. Reliability of water self-purification systems. 6. Regulation of water self-purification. 7. The response of the entire self-purification system to anthropogenic external factors affecting an ecosystem. 8. An aquatic ecosystem as an analogous of a bioreactor with a water purification function. 9. Implications for the protection of the environment. 10. Connection of the main points and conclusions of this article with some other relevant and related publications.

38 references, 2 tables.

Key words: water quality, ecotoxicology, environmental, toxicology, biotic, self-purification, aquatic, ecosystems, theory, freshwater, marine, ecology.

Note on the abbreviations: SD, synthetic detergent; LD, liquid detergent; SDS, sodium dodecylsulfate; TDTMA, tetradecyltrimethyl ammonium bromide.

Received March 19, 2015.

UDC:581.1.03:581.14

SPECIFIC AND NON-SPECIFIC RESPONSE OF PLANTS TO HYDRIC AND THERMIC STRESS: INTERACTIVE RELATIONSHIPS BETWEEN WATER STATUS AND ANTIOXIDANT PROTECTION. *Ştefîrţă Anastasia, Leahu Ig., Toma S. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 29-46.

This paper analyses the scientific information about the impact of recurrent droughts and temperature stress on the functional processes of plants through the prism of cross-tolerance and stress-memory. More and more data demonstrate that exposure of plants to moderate stress conditions at early stages of development often induces resistance to other types of stress - so called cross-tolerance. At the same time, the plants, which have suffered a moderate stress at the initial stages of ontogenesis, support more easily the repetitive stress thanks to the "stress-memory". It is demonstrated that the formation of the cross-tolerance and stress-memory involve nonspecific reactions, such as the ability to maintain the water homeostasis in the organism and to intensify the neutralization of reactive oxygen species. The interrelation between the water, ROS and phytohormones form an integrated signaling network that under stress conditions provides the induction of specific and nonspecific protection mechanisms and resistance to the various factors.

122 **references**

Key words: cross-tolerance, stress-memory, specific and nonspecific reactions, water homeostasis, antioxidant protection.

Received March 06, 2015

UDC: 612.332:612.39

THE INFLUENCE OF ALIMENTATION AND DYNAMIC PHYSICAL EXERCISE ON MOTILITY OF THE HUMAN GASTROINTESTINAL TRACT. *Bodrug A.I.* //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015. No 1 (325), p. 46-55.

This work provides a general analysis of wave parameters of motor activity of the gastrointestinal tract in comfort conditions, before and after the meal, under the influence of physical exercise and under the influence of physical activity combined with meals.

The stressogenous connotation of physical exercise in combination with alimentation has been reported, and the heterogeneity of the motor function reactions in these conditions has been determined.

24 References, 2 tables

Key words: the gastrointestinal tract, motor function, electrogastrogramme, wave, amplitude, power, ratio, coefficient, alimentation, physical exercise.

Received April 10, 2015

UDC: [613.2:599.323.4]:591.139(478)

THE INFLUENCE OF DIETS WITH DIFFERENT CONTENT OF NUTRIENTS ON THE BODY WEIGHT AND VITAL POTENTIAL OF OLD RATS. *Polyakova Lilya*. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015. No 1 (325), p. 55-63.

The article examines the effects of diets with different content of nutrients on the body weight and vital potential of old rats. To compare the effects of diets with different content of nutrients in the process of function diminution and morpho-physiological degradation, the results of their influence on morpho-physiological state during functional growth and development are briefly analyzed. Presents information about the specific effects of different nutrients in the diet in terms of physical activity, which in our researches is used as criterion to assess the impact of diets on the vital potential of animals.

32 references, 3 tables.

Keywords: food allowance, age period, old rats, physical activity, swimming, nutrients, vital potential.

Received April 08, 2015

UDC: 612.017.1-053.9

THE IMMUNE SYSTEM IN THE PERIOD OF AGE-RELATED DIMINUTION OF THE FUNCTIONS OF ORGANS AND SYSTEMS. *Bulat Olga.* //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015. No 1 (325), p. 64-69.

Conceptions and experimental data on age-related and premature diminution of functions of the vital systems, including the immune system, are considered in the paper. The role of polypeptide hormones of the thymus and other hormonal and structural components of the immune system during premature diminution of the organism is analyzed.

23 references

Key words: premature degradation, diminution of function, immune system, thymus, lymphocytes, immunoglobulins.

Received April 22, 2015

UDC: 631.81:634.8.047

INFLUENCE OF TRACE ELEMENTS ON THE VITIS VINIFERA L. RESISTANCE TO THE WINTERING. *Veliksar Sofia, Toma S., Tudorache Gh., David Tatiana. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 69-76.

The first local complex compound of trace elements Microcom-V, dedicated for grape foliar fertilization, has been tested in field conditions on 4 cultivars in comparison with two iron containing compounds – $FeSO_4$ and Dissolvine. The results of foliar treatment of vine, which were obtained in the 4 - year experiments (modification of content of photosynthetic pigments, microelements in the tissue, phosphor components and carbohydrates compounds, optimization of shoots growth and maturation, grape quality and quantity, winter resistance), let to assume, that complex of trace elements Microcom-V led to optimization of plant nutrition, improving grape quality, fuller realization of genetically based potential of frost and winter resistance.

11 references, 7 tables

Key words: amino acids, carbohydrates, plant nutrition, sugar, trace elements, grape resistance

Received March 03, 2015

UDC: 581.1.03:581.14

PHYSIOLOGICAL CHANGES ASSOCIATED WITH NATURAL SENESCENCE IN CORN PLANTS. *Ştefîrţă Anastasia, Melenciuc M., Aluchi N., Brînză Lilia, Leahu Ig., Buceaceaia Svetlana.//* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 76-85.

It is known that the withering of the first (1-5) leaves of corn plants, after the transition to the 6th stage of organogenesis, is a particular case of natural or programmed physiological death. These leaves perish even when plants grow in favourable conditions. The senescence is an associated process that precedes the programmed cell death. The mechanisms underlying the aging process remain still unclear. The aim of this article was to identify the physiological changes that occur during natural 5th leaf senescence in corn plants growing in optimum conditions of moisture, nutrition and light. The studies of physiological parameters were carried out on juvenile leaves at the 10th day of their development, when they reached the potential size, and after 30 days, when the third of leaf area was already dry. It was established, that the process of natural senescence of fifth leaf of corn plants is associated with significant changes in the water status, pigment content and photosynthetic process, induced by the loss of water homeostasis, dehydration, intensive formation of reactive oxygen species, a decreased antioxidant capacity and oxidative damages to cell structures.

35 references, 2 tables, 3 figures.

Key words: plants, senescence, water status, reactive oxygen species, antioxidant enzymes, pigments, photosynthesis

Received March 05, 2015

UDC: 581.1

THE ACCUMULATION OF SECONDARY METABOLITES IN *RHODIOLA ROSEA* L. UNDER INFLUENCES OF ENVIRONMRNTAL CONDITIONS. *Calugaru-Spataru Tatiana. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 85-92.

The aim of the research was to determine single and combined effects of ultraviolet radiation (UV), low temperature and elicitor (cinnamyl alcohol) on the accumulation of secondary metabolites in callus cell aggregates obtained from golden root (*Rhodiola rosea* L.). Addition to the culture medium of cinnamyl alcohol, a precursor for the synthesis of secondary metabolites, increases the accumulation of active principles in callus cells aggregates. The most significant effects on the composition and content of active principles accumulated in golden root callus cells were found in the case of combined application of ultraviolet radiation and low temperature associated with the addition in the culture medium of cinnamyl alcohol. In this variant there is a tendency to restore the spectrum of secondary metabolites, which are specific to the rhizomes collected in the Carpathian Mountains massif Ineu (Romania).

28 references, 1 table, 2 figures.

Key words: Rhodiola rosea L., secondary metabolites, callus cells aggregates.

Received December 16, 2014

UDC: 635.1/.8:581.19(478).

THE USE OF GLYCOSIDES AS EFFECTIVE COMPOUNDS FOR INCREASE THE VIABILITY OF VEGETABLE SEEDS. *Vasilachi Iuliana. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 92-99.

The paper presents the results of the influence of new bioactive compounds of plant origin on growth and seed germination energy of cucumbers and tomatoes and their effect on crop productivity. Revealed that pre-sowing seed soaking in solutions glycosidic nature has a stimulating effect on the germination of seeds and increase the productivity of a cucumber by 23,6% and tomatoes - by 17,5% compared with the control.

16 references, 2 tables, 4 figures.

Key words: glycosides, germination, enhancement, productivity.

Received: March 26, 2015

UDC: 581.17:1-036:526+502

WATER POTENTIAL GRADIENTS, TRANSPIRATION AND WATER USE EFFICIENCY OF SOYBEAN *GLYCINE MAX* L. *Кириллов Александр, Харчук Олег, Козьмик Раиса, Кириллова Элеонора, Баштовая Светлана, Кистол Марчела. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 99-109.

The cultivation of Bucuria, Clavera and Aura varieties of soybean *Glycine max* L was carried out in vegetative complex growth conditions, in order to study the characteristics of the *water potential* variation in "root-stem-leaf" system, depending on the action of drought and high content of sodium bicarbonate in the soil, due to leaf transpiration and plant productivity rates. It was found that at both, the leaf and the whole plant level, there is a water potential gradient ($\Delta\Psi_w$) between the apical and basal part, whose orientation depends on the plant moisture content. The water potential gradient between the apical and basal parts is negative and facilitates water flow, when soil moisture reaches 70% PV. This gradient is positive in case of soil moisture of 35% PV, hindering the water flow to the leaf apical part. Two subsystems - "stem-roots" and "leaf-stem", are highlighted for the water gradient potential of the whole plant. Under optimum moisture conditions, the water gradient potential ($\Delta\Psi_w$) in the upper subsystem ("leaf-stem") has more negative values, compared to the ($\Delta\Psi_w$) in the bottom subsystem. In case of low salinity, the ΔΨw between leaf and stem, although it varies, however remains negative (as in non-saline soils) and does not prevent the acropetal water transport from the stem to the leaves. In drought conditions, the ΔΨw in «stem-roots» subsystem changes up to positive values, preventing the water transport from roots to stems, which reduces transpiration even with significantly negative ΔΨw in the apical subsystem («leaf-stem»). In these conditions the water potential gradient in the basal subsystem ("stem-roots") represents a limiting element in the regulation of the water status at the organism level, affecting the leaf surface and productivity of soybean plants. The seed yield per unit of dry weight and seed yield per unit of leaf area of plants were used as indicators in order to evaluate the water use efficiency of different soybean varieties. Reduction of leaf surface under the action of unfavorable factors is an adaptive mechanism contributing to maintaining a high harvest index, only in the case of maintaining a high level of seed production per unit of leaf area. Reduced seed productivity per unit leaf area leads to lower harvest index.

22 references, 4 tables

Key words: soybean *Glycine max* L., leaves, stems, roots, water potential, gradient, transpiration, water use efficiency, productivity, drought, salinity.

Received April 23, 2015

UDC: [635.64:631.523]: 631. 527 (478)

GENETIC POTENTIAL OF TOMATO MUTANT COLLECTION AND ITS IMPORTANCE FOR SOLVING PROBLEMS OF PRACTICAL PLANT BREEDING. *Makovei M.D., Ganea A.I. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 110-119.

This article presents the results of investigation of collection of tomato mutant forms (105 genotypes) assessed by the intensity of phenotypic manifestation of marker traits at different stages of ontogenesis in the course of plant growing in the conditions of the Republic of Moldova. High diversity and various qualities of mutant forms were revealed with regard to the pattern of manifestation of morphobiological and agronomic traits. Differentiation and systematization of mutants were performed according to the intensity of manifestation of marker traits under the specific environmental conditions. The donors were identified according to their resistance to abiotic stresses (heat, cold, drought) thus allowing to use them purposefully for addressing many issues of particular genetics and tasks of practical tomato breeding.

Reference -13, figure -1, table - 1.

Key words: mutant forms, collection, mutant genes, morphobiological traits, marker traits, identification, resistance.

Received January 23, 2015

UDC: 597.1/.5(478:282.247)

THE IMPORTANCE OF WETLANDS FOR WELFARE MENTAINING OF DNESTER AND LOWER PRUT ICHTYOCENOSIS. *Bulat Dumitru, Bulat Denis, Todera Ion, Usatîi Marin, Zubcov Elena, Ungureanu Laurenţia, Ene Antoaneta, Davideanu Grigore, aptefraţi Nicolae. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 120-126.

This paper presents a synthesis of multiannual ichtyofaunistic studies performed in wetlands of Lower Denster and Prut The results showed various types of fish migrations between bed ecosystem and flood plain (with permanent or temporary water). It was found that the diversity and intensity of these migrations is a condition of major importance for the conservation of species wealth and ensuring high productivity of entirely lotic ecosystems.

10 references, 1 table.

Keywords: ichthyofauna, wetlands , reproductive migrations, phytophilous species.

Received May 18, 2015

UDC: 598.279.(478)

BIOLOGICAL PECULIARITIES AND EVOLUTION OF POPULATION OF FERRUGINOUS DUCK (*AYTHYA NYROCA*) IN WATER BASINS BETWEEN THE DNIESTER AND PRUT RIVERS. *Munteanu Andrei, Cojan Constantin, Bogdea Larisa. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 126-131.

This paper presents data on the evolution of population of Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*), which in the 60s of XX century was one of the most common species of ducks in the country. In a short period it was observed a decline in the whole the species area. Actual number of species decreased to about 30-50 pairs. For breeding Ferruginous Duck needs habitats emerged with reed islets vegetation (reed, rush, sedge, nettle, ferns) and rich in vegetation submerged aquatic space with smaller depths of 1-1.5 m. In the last decades Ferruginous Duck has become a species with global protection status.

References 7.

Key words: Anatidae, Ferruginous Duck, rare species, evolution, human activities.

Received February 18, 2015

UDC: 59

PRESENT INTEREST AND PERSPECTIVES OF THE ZOOLOGICAL STUDIES.. *Murariu Dumitru. //*Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 131-137.

The history of zoological research from ancient times till today is reviewed. There are mentioned the most prominent personalities of the natural sciences, including zoology and their contribution to the development of natural sciences in general and of zoological sciences in particular. It is discussed the development of the natural sciences, the emergence of new fields and research areas in zoology.

References 13.

Keywords: Zoology, natural history, personalities, history of zoology, fields, achievements.

Received March 10, 2015

UDC: 574.587:591.69

THE ZOOBENTHOS ROLE IN DEVELOPMENT OF THE PARASITIC COMMUNITIES IN KUCHURGAN RESERVOIR. *Philipenko S.I. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 138-145.

The Kuchurgan reservoir, which is the cooling pond of the Moldavian central power station, can be characterized by a rich diversity of species and high quantitative indices of macrozoobenthos. About 370 species of parasites were detected in the organisms living in the reservoirs, which including 40 species of nematodes, trematodes, cestodes and other parasites, involved in the life cycles of the zoobenthos. Most often, the mollusks and Oligochaeta worms have the role of intermediate hosts of the parasites. This cooling pond has a greater diversity of parasites species in comparison to reservoirs with natural thermal regime, partially as results of increased eutrophication and the development of abundant benthic communities.

35 references, 2 tables.

Keywords: zoobentos, parasites, fishes, Kuchurgan reservoir, the cooling pond of the power station.

Received March 03, 2015

UDC: 573.6.086

THE EFFECT OF INDUCED OXIDATIVE STRESS ON THE COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *SPIRULINA PLATENSIS* BIOMASS. *Rudic V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Codreanu S., Sadovnic D., Chelmenciuc V., Miscu V., Didîc I. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 146-153.

The present study was carried out to evaluate the effect of oxidative stress on the composition and antioxidant activity of Spirulina *platensis* biomass. The oxidative stress was induced by Co(II) *Schiff* base coordination compounds. The results of the study indicate that the oxidative stress induces the diminution of protein, phycobilin, β-carotene and phenolic content of spirulina biomass and its antioxidant activity.

11 references, 11 figures.

Keywords: Spirulina platensis, oxidative stress, protein, phycobilin, β -carotene, phenols, antioxidant activity.

Received March 20, 2015

UDC: 579.695+579.66.114

EXTRACTION METHODS AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF YEAST-DERIVED β -GLUCAN. *Usatîi Agafia, Chiseliţa Natalia. //* Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 153-159.

This paper proposes efficient methods of β-glucan extraction from yeast biomass. The

article presents the physico-chemical characteristics of β-glucans extracted from yeast cells wall and suggests their possible applications.

18 references, 1 table, 3 figures.

Key words: β-glucans, yeasts, extraction methods, physico-chemical properties.

Received March 04, 2015

UDC: 316.01

DYNAMIC OF THE ACCUMULATION OF ACTIVE PRINCIPLES IN THE LEAVES OF *CYNARA SCOLYMUS L.* CULTIVATED IN MOLDOVA. *Ciobanu Cristina.* // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 160-167.

This paper presents the results of the comparative study (by spectrophotometric methods) of active principles accumulation in basal and cauline leaves of artichoke (*Cynara scolymus* L.). The objective of this study was to determine the optimal time to harvest *Cynarae foila* plant product in order to obtain extracts with the highest content of polyphenols and flavonoids. The study highlighted the correlation between the accumulation of phenolic compounds and time of harvest for both types of leaves. The period of maximum accumulation of polyphenolic compounds was established at the beginning of artichoke plants flowering, the period of maximum accumulation of flavonoid compounds was determined in bud stage.

22 references, 2 table, 4 figures.

Keywords: Cynara scolymus L., *Cynarae folia,* dynamic of the accumulation of active principles, polyphenolic compounds, flavonoids

Received March 18, 2015

UDC: 577.114+ 579.017.8+579.222+57.042

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS CONCERNING THE MANNOPROTEINS OBTAINING FROM *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* CNMN-Y-18 YEAST. *Molodoi Elena.* // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2015, No 1(325), p. 167-175.

This paper reports on the experimental results for selection of *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 yeast strain with high potential for mannoproteins biosynthesis, determination of morpho-cultural and physiologo-biochemical characteristics of this yeast strain, optimization of nutritive medium composition and cultivation conditions for maximum accumulation of mannoproteins, establishment of the effect of extremely high frequency waves on mannoproteins synthesis. Research results contributed to the elaboration of technological flow for obtaining of high yield of mannans from *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 yeast for different purposes.

20 references, 2 tables, 5 figures.

Keywords: Saccharomyces cerevisiae, mannoproteins, optimized nutritive medium, culture conditions, electromagnetic waves

Received March 18, 2015

РЕФЕРАТЫ

УДК: 614: 613.2/.9 (478)

ТРИ ВАЖНЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ, ДЕТЕРМИНИРУЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ОБЩЕСТВА. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. *Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф.* //Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 4-17.

В работе обсуждаются три важнейшие проблемы для общества: проблема здоровья, проблема саногенного воспроизводства потомства и проблема санокреатологического питания. Вместе с тем, проблема здоровья, волнующая человечество с давних пор, остается

нерешенной, о чем свидетельствует всё увеличивающееся количество заболеваний населения планеты, общебиологическая преждевременная деградация, затрагивающая и репродуктивную систему при постоянном увеличении финансовых вложений в развитие медицины и фармацевтики и неутешительный прогноз заболеваемости общества на ближайшее будущее. Это доказывает, что современная медицина, хотя и является нозологической наукой, по существу, не может приостановить дальнейшее повышение заболеваемости общества.

Это является свидетельством необходимости нового подхода к решению проблемы здоровья, заключающегося в разработке теории и практики целенаправленного формирования и поддержания здоровья, неопровержимым доказательством возможности чего является относительная эколого-социальная обусловленность онтогенеза человека.

Вторая проблема, вытекающая из первой – это разработка научных основ регулирования воспроизводства потомства, обеспечивающего его саногенное развитие. Значимость этой проблемы предопределена тем, что материнская утроба, являющаяся местом развития эмбриона и плода, далеко не гарантирует их саногенное развитие, в связи с чем, необходимо разработать научно обоснованные меры по предотвращению возможных нарушений закладки генетического материала в гаметах, по саногенному их отбору при оплодотворении и его рекомбинации при зачатии нового организма, при органогенезе и внутриутробном развитии. Только саногенное воспроизводство потомства с высоким жизненным потенциалом делает возможным реализацию стратегии саногенного развития общества.

Третьей, не менее важной для обеспечения здоровья, является проблема санокреатологического питания, базирующаяся на его креативной роли в реализации генетической программы роста и развития организма, в формировании и поддержании здоровья.

Библ. – 35.

Ключевые слова: проблема здоровья, проблема саногенного воспроизводства, проблема санокреатологического питания.

Поступила в редакцию 12 марта, 2015.

УДК:574.587

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ: УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ. *Остроумов С. А., Мирон А.А., Котелевцев С.В., Ермаков В.В., Шестакова Т.В., Тропин И.В., Крупина М.В., Нагдалиев Ф.Ф., Тодераш И.К.* // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 17-28.

Эта статья пересматривает основы теории многофункциональной роли, которую биологическое сообщество (биота) играет в самоочищении воды и экологической реабилитации в водных экосистемах, используя результаты предыдущих анализов. Рассмотрены следующие вопросы, связанные с ролью биоты в самоочищении воды: 1. Основные процессы самоочищения воды в водных экосистемах. 2. Основные функциональные блоки системы самоочищения водных экосистем. 3. Источники энергии биологических механизмов самоочищения водных экосистем. 4. Роль основных больших групп организмов в самоочищения воды в водных экосистемах. 5. Надежность систем самоочищения воды. 6. Регулирование самоочищения воды. 7. Отклик всей системы самоочищения на антропогенные внешние факторы, влияющие на экосистему. 8. Водная экосистема как аналог биореактора с функцией очищения воды. 9. Последствия для защиты окружающей среды. 10. Связь главных вопросов и выводов настоящей статьи с некоторыми другими релевантными публикациями.

Библ. - 38, таб. – 2.

Ключевые слова: качество воды, экотоксикология, экологическая реабилитация, *токсикология, биотический, самоочищение, водные экосистемы, теория, пресноводные, морские, экология.*

Сокращения: SD, синтетические моющие средства; LD, жидкое моющее средство; SDS, додецилсульфат натрия; TDTMA, тетрадецилтриметилбромид аммония.

Поступила в редакцию 19 марта, 2015.

УДК: 581.1.03:581.14

СПЕЦИФИЧЕСКИЙ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ОТВЕТ РАСТЕНИЙ НА ВОДНЫЙ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС: ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ВОДНЫМ СТАТУСОМ И СИСТЕМАМИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ. *Штефырцэ Анастасия, Ляху И., Тома С.* // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 29-46.

Обзор. В статье приводится анализ литературной информации о влиянии водного и температурного стресса, обусловленного повторяющимися во времени неблагоприятными условиями, на физиологические процессы через призму кросс - устойчивости и стресс - памяти. Все больше и больше данных доказывающих, что растения, подвергнутые на ранних стадиях развития действию умеренного стресса одного фактора, часто становятся устойчивыми и к другим неблагоприятным факторам - у растений формируется кросс – устойчивость. Кроме того, полагают, что у растений, перенесших умеренный стресс в начале вегетации, появляется, так называемая, стресс-память – способность адекватно реагировать на тот же вид стресса, повторяющийся во времени. Показано, что в формирование кросс - устойчивости и стресс - памяти вовлечены такие неспецифические реакции как способность сохранения водного гомеостаза и активности систем защиты от реактивных форм кислорода. Взаимодействие водного статуса, системы антиокислительной защиты и фитогормонов формирует интегральную сигнальную сеть, обеспечивающую индукцию неспецифических механизмов защиты и устойчивости к самым различным факторам.

Библ. 122

Ключевые слова: кросс – устойчивость, стресс – память, специфические и неспецифические реакции, водный гомеостаз, антиокислительная защита.

Поступила в редакцию 06 марта 2015

УДК: 612.332:612.39

ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА МОТОРНУЮ ФУНКЦИЮ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЧЕЛОВЕКА. *Бодруг А.И.* //Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 46-55.

В работе был проведен общий анализ показателей волн, характеризующих двигательную активность желудочно-кишечного тракта в конфортных условиях, перед едой, после еды, под влиянием физической нагрузки, под влиянием физической нагрузки в сочетании с питанием. Была выделена стресогенная коннотация физической нагрузки в сочетании с питанием и определенна гетерогенность реакций моторной функции желудочно-кишечного тракта в этих условиях. Библ.- 24, табл. - 2.

Ключевые слова: желудочно-кишечный тракт, моторная функция, электрогастрограмма, волна, амплитуда, сила, соотношение, коэффициент, питание, физическая нагрузка.

Поступила в редакцию 10 апреля 2015

УДК: [613.2:599.323.4]:591.139(478)

ВЛИЯНИЕ РАЦИОНОВ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НУТРИЕНТОВ НА МАССУ ТЕЛА И ЖИЗНЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СТАРЫХ КРЫС. *Полякова Лилия.* //Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 55-63.

В статье рассматривается влияние диеты с различным содержанием нутриентов на массу тела и жизненный потенциал старых крыс. Для сравнения влияние рационов с различным содержанием нутриентов на процесс диминуации функций и морфо-физиологической деградации, кратко проанализированы результаты их влияния на морфо-физиологическое состояние в период морфо-функционального роста и развития. Представлена информация о конкретном влиянии различных нутриентов в рационе в условиях физической нагрузки, которая в наших исследованиях использована в качестве критерия оценки влияния рационов на жизненный потенциал животных.

Библ.- 32, табл. - 3.

Ключевые слова: рацион питания, возрастной период, старые крысы, физическая нагрузка, плавание, нутриенты, жизненный потенциал.

Поступила в редакцию 08 апреля 2015

УДК: 612.017.1-053.9

ИММУННАЯ СИСТЕМА В ПЕРИОД ВОЗРАСТНОЙ ДИМИНУАЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНОВ И СИСТЕМ ОРГАНИЗМА. *Булат Ольга.* //Известия Академии Наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 64-69.

В статье рассматриваются концепции и экспериментальные данные относительно преждевременной и возрастной диминуации жизненно важных систем, в том числе, и иммунной системы. Анализируется роль полипептидных гормонов тимуса и других гормональных и структуральных компонентов иммунной системы в период преждевременной диминуации организма. Библ.-23

Ключевые слова: преждевременная деградация, диминуация функций, иммунная система, тимус, лимфоциты, иммуноглобулины.

Поступила в редакцию 22 апреля 2015

УДК:631.81:634.8.047

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ VITIS VINIFERA L. *Великсар С.Г., Тома С.И., Тудораке Г.Ф., Давид Т.В.* // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 69-76.

Первое местное комплексное микроудобрение Microcom-V, предназначенное для некорневой подкормки винограда, было испытано в полевых условиях на 4 сортах в сравнении с двумя железосодержащими микроудобрениями - FeSO4 и Dissolvine. Результаты исследований, полученные в 4 – летних экспериментах (модификации содержания фотосинтетических пигментов в листьях, микроэлементов в органах растений, фосфорсодержащих и углеводных соединений, ускорение роста и вызревания побегов, улучшение качества и количества винограда, зимостойкости), свидетельствуют о том, что комплекс микроэлементов Microcom-V способствует оптимизации питания растений, более полной реализации генетически обусловленного потенциала зимостойкости винограда. Библ.- 11, табл. -7.

Ключевые слова: аминокислоты, углеводы, питание растений, сахара, микроэлементы, устойчивость винограда к перезимовке.

Поступила в редакцию 03 марта 2015

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АССОЦИИРОВАННЫЕ С ЕСТЕСТВЕННЫМ СТАРЕНИЕМ У РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ. *Штефырцэ Анастасия, Меленчук М., Алуки Н., Брынзэ Лилия, Ляху И., Бучачая Светлана*. // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 76-85.

Известно, что высыхание первых (1 -5)листьев растений кукурузы, после перехода на 6-ой этап органогенеза, является частным случаем *естественной физиологической,* или программированной, *смерти*. Эти листья погибают, даже если растения растут

в благоприятных условиях. Ассоциированный процесс, который предшествует программированному отмиранию клеток это старение. До сих пор механизмы, лежащие в основе процессов старения, остаются неясными. Целью данной работы было выявление физиологических изменений, которые происходят в процессе естественного старения V-го листа растений кукурузы, выращиваемых при оптимальных условиях влажности, питания и света. Исследования физиологических параметров проводили на ювенильных листьев – на 10-ый день после появления их из раструба, когда они достигают потенциальных размеров, а также после 30-и дней, когда 1/3 площади листьев была уже сухой. Установлено, что процесс естественного старения V-го листа у растений кукурузы связан с глубокими и существенными изменениями в водном статусе, содержании пигментов, ассимиляции и индуцирован значительным снижением водоудерживающей способности, обезвоживанием, интенсивным образованием реактивных форм кислорода, снижением антиокислительной способности и окислительным разрушением клеточных структур. Библ. 35, табл. 2, рис. 3.

Ключевые слова: растения, старение, водный статус, реактивные формы кислорода, антиокислительные ферменты, пигменты, фотосинтез.

Поступила в редакцию 05 марта 2015

УДК 581.1

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ У *RHODIOLA ROSEA* L. *Кэлугэру-Спэтару Татьяна. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 85-92.

Целью исследования было определить, изолированный и комбинированный эффект ультрафиолетового излучения (УФ), низкой температуры и элиситора (коричный спирт) на накопление вторичных метаболитов в агрегатных клеток каллуса, полученных из золотого корня (*Rhodiola rosea* L.). Добавление коричного спирта, предшественник вторичных метаболитов, в культивированную среду, приводит к увеличению накопления активных компонентов в агрегатных клетках каллуса. Наиболее значимые эффекты по составу и содержанию активных компонентов, накопленные в каллусные клетки золотого корня, были обнаружены в варианте с комбинированным применением ультрафиолетового излучения, низкой температуры, связанных с введением коричного спирта в культивированную среду. В этом варианте есть тенденция восстановить спектр вторичных метаболитов, которые являются специфическими для корневищ, собранные в Карпатах массива Инеу (Румыния). Библ. 28, табл. 1, рис. 2.

Ключевые слова: Rhodiola rosea L., вторичные метаболиты, агрегатные клетки каллуса.

Поступила в редакцию 16 декабря 2014

УДК: 635.1/.8:581.19(478).

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛИКОЗИДОВ В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР. *Василаки Юлиана. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 92-99.

В работе представлены результаты влияния новых биологически активных соединений растительного происхождения на энергию прорастания семян и урожайность огурцов и томатов. Выявлено, что предпосевное замачивание семян в растворах веществ гликозидной природы (скрофулариозиды и мелампирозиды) оказывает стимулирующий эффект на полевую всхожесть семян и повышает урожайность огурцов на 23,6% и томатов – на 17,5% по сравнению с контролем. Библ.-16, табл.-2, рис.-4.

Ключевые слова: гликозиды, прорастание, повышение, продуктивность.

Поступила в редакцию: 26 марта 2015.

УДК: 581.17:1-036:526+502

ГРАДИЕНТЫ ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА, ТРАНСПИРАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ РАСТЕНИЯМИ СОИ *GLYCINE MAX* L. *Кириллов Александр, Харчук Олег, Козьмик Раиса, Кириллова Элеонора, Баштовая Светлана, Кистол Марчела.* // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 99-109.

В условиях вегетационного комплекса изучали особенности изменения водного потенциала в системе «корень-стебель-лист» растений сои *Glycine max* L., сортов Букурия, Клавера и Аура в зависимости от действия засухи и повышенного содержания бикарбоната натрия в почве в связи с интенсивностью транспирации листьев и показателями продуктивности растений. Установлено, что, как на уровне листовой пластинки, так и на уровне целого растения, между апикальной и базальной частью имеется градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$), который может иметь разную направленность в зависимости от влагообеспеченности растения. При влажности почвы 70% ПВ градиент водного потенциала между апикальной и базальной частями отрицателен, способствуя току воды, а при 35% ПВ этот градиент положителен, препятствуя притоку воды к апикальной части листа. В градиенте водного потенциала целого растения выделены две подсистемы - «стебель-корни» и «лист-стебель». В условиях оптимальной влагообеспеченности градиент водного потенциала ($\Delta\Psi_w$) в верхней подсистеме («лист-стебель») характеризуется более отрицательными величинами по сравнению с $\Delta\Psi_w$ в нижней подсистеме растений. При слабом засолении $\Delta\Psi_w$ между листом и стеблем, хотя и изменяется, однако остается отрицательным и (как на незасоленной почве) не препятствует акропетальному транспорту воды из стебля в листья. При засухе $\Delta\Psi_w$ в подсистеме «стебель-корни» изменяется вплоть до положительных значений, препятствуя транспорту воды из корней в стебли, что снижает транспирацию даже при существенно отрицательном $\Delta\Psi_w$ в апикальной подсистеме («лист-стебель»). В условиях засухи градиент водного потенциала в базальной подсистеме (стебель-корни) является лимитирующим звеном регуляции водного статуса на организменном уровне, влияя на листовую поверхность и продуктивность растений сои. Для оценки эффективности использования воды растениями разных сортов сои использовали в качестве показателей урожай семян на единицу сухой массы и урожай семян на единицу листовой поверхности растений. Сокращение листовой поверхности при действии неблагоприятных факторов является адаптивным механизмом, способствующим поддержанию высокого индекса урожая, только в случае поддержания высокого уровня семенной продуктивности на единицу листовой поверхности. Снижение семенной продуктивности на единицу листовой поверхности приводит к снижению индекса урожайности. Библ.- 22, табл. -7.

Ключевые слова: соя *Glycine max* L., листья, стебель, корни, водный потенциал, градиент, транспирация, эффективное использование воды, продуктивность, засуха, засоление.

Поступила в редакцию 23 апреля 2015.

УДК [635.64:631.523]: 631. 527 (478)

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИИ МУТАНТОВ ТОМАТА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ. *Маковей М.Д., Ганя А.И.* //Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 110-119.

В статье представлены результаты изучения коллекции мутантных форм томата (105 форм), через фенотипическую выраженность маркерных признаков на разных стадиях онтогенеза при выращивании растений в условиях Молдовы. Показано высокое разнообразие и разнокачественность мутантных форм по характеру проявления морфо-

биологических и хозяйственно-ценных признаков. Проведена дифференциация и систематизация мутантов по степени выраженности маркерных признаков в конкретных условиях среды, а также идентификация доноров устойчивости к абиотическим стрессорам (жара, холод, засуха), что позволит целенаправленно использовать их при решении многих вопросов частной генетики и задач практической селекции томата.

Библ.-13, рис.-1, табл.1.

Ключевые слова: мутантные формы, коллекция, мутантные гены, морфо-биологические признаки, маркерные признаки, идентификация, устойчивость.

Поступила в редакцию 23 января 2015

УДК: 597.1/.5(478:282.247)

ЗНАЧЕНИЕ ВЛАЖНЫХ ЗОН В ПОДДЕРЖАНИИ ИХТИОФАУНЫ НИЖНЕГО ДНЕСТРА И ПРУТА. *Булат Дм., Булат Дн., Тодераш И., Усатый М., Зубкова Е., Унгуряну Л., Ене А., Давидяну Г., Шаптефраць Н. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 120-126.

Данная работа является результатом многолетних ихтиологических исследований во влажных зонах Нижнего Прута и Днестра. Были выявлены разные типы миграций рыб, которые осуществляются между русловым биотопом и затопленными зонами реки. Доказано что разнообразие и интенсивность этих миграций имеют важнейшую роль для консервации видового богатства рыб и поддерживания высокой рыбной продуктивности всей речной экосистемы. Библ. – 10, таб. – 1.

Ключевые слова: : ихтиофауна, влажная зона, нерестовые миграции, фитофильные виды.

Поступила в редакцию 18 мая 2015

УДК: 598.279.(478)

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛО-ГЛАЗОГО НЫРКА (*AYTHYA NYROCA*) НА ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУ ДНЕСТРОМ И ПРУТОМ. *Мунтяну Андрей, Кожан Константин, Богдя Лариса. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 126-131.

Эта статья представляет данные об эволюции популяции белоглазого нырка (*Aythya nyroca*), который в 60-х гадах XX века, был одним из самых распространенных видов уток в стране. За короткий период времени, наблюдается снижение на протяжении ареала. На данный момент количество особей вида снизилась до 30-50 пар. Для размножения белоглазый нырок нуждается в специальной среде обитания с тростниковой растительностью (тростник, широколистный рогоз, крапива, папоротники) и богатой растительностью погруженной водной пространство с меньшими глубинами 1-1,5 м. В последних десетилетие белоглазый нырок имеет статус глобальный защиты. Природные хищники в сочетании с браконьерством и присутствие железнодорожной дороги привели к резкому снижению гнездования многих водных видов птиц, в том числе белоглазого нырка. Библ. – 7.

Ключевые слова: Утиные, белоглазый нырок, редкие виды, эволюция, деятельность человека.

Поступила в редакцию: 18 февраля 2015

УДК: 59

АКТУАЛЬНЫЙ ИНТЕРЕС И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ. *Мурариу Думитру. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 131-137.

Рассматривается история зоологических исследований с древнейших времен до наших дней. Упоминаются самые выдающиеся личности естественных наук, в том

числе зоологии и их вклад в развитие естественных наук в целом и, зоологических наук в частности. Обсуждается развитие естественных наук, появление новых научно-исследовательских областей и направлений в зоологии. Библ. – 13.

Ключевыеслова: зоология, естественные науки, личности, история зоологии, области, достижения.

Поступила в редакцию: 10 марта 2015

УДК: 574.587:591.69

РОЛЬ ЗООБЕНТОСА В РАЗВИТИИ ПАРАЗИТАРНЫХ СООБЩЕСТВ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. *Филипенко С.И. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 138-145.

Кучурганское водохранилище-охладитель Молдавской ГРЭС характеризуется богатым видовым разнообразием и высокими количественными показателями развития макрозообентоса. У рыб водохранилища зарегистрировано около 370 видов паразитов, в том числе около 40 видов из нематод, трематод, цестод и скребней, вовлекающих в свои жизненные циклы организмы зообентоса. Чаще всего в роли промежуточных хозяев паразитов выступают моллюски и олигохеты. Водоем-охладитель отличается более богатым видовым составом паразитов в сравнении с водоемами с естественным термическим режимом, в том числе благодаря повышенной эвтрофикации и обильному развитию бентических сообществ. Библ.- 19, табл.- 1

Ключевые слова: зообентос, паразиты, рыбы, водоем-охладитель, Кучурганское водохранилище.

Поступила в редакцию 03 марта 2015

УДК:573.6.086

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОМАССЫ СПИРУЛИНЫ. *Рудик В., Рудь Л., Чепой Л., Кирияк Т., Кодряну С., Садовник Д., Келменчюк В., Миску В., Дидык И. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 146-153.

Статья посвещена изучению влияния окислительного стресса на антиоксидантную активность и биохимический состав биомассы цианобактерии *Spirulina platensis*. Для индукции окислительного стресса использовались координационные соединения Co(II) с основаниями Шиффа. Согласно результатам исследований, в условиях окислительного стресса наблюдается значительное сокращение антиоксидантной активности и синтеза белков, β - каротина, фикобилинов и фенольных компонентов в биомассе спирулины. Библ.-11, рис.- 11.

Ключевые слова: Spirulina platensis, окислительный стресс, белки, β - каротин, фикобилины, фенолы, антиоксидантная активность

Поступила в редакцию 20 марта 2015

УДК: 579.695+579.66.114

СПОСОБЫ ЭКСТРАКЦИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА β-ГЛЮКАНОВ ИЗ ДРОЖЖЕЙ. *Усатый Агафия, Киселица Наталия. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 153-159.

В статье предложены эффективные способы экстракции β-глюканов из биомассы дрожжей. Дана физико-химическая характеристика β-глюканов, выделенных из дрожжевых клеток, на основании которой можно предложить области их применения. Библ.–18, таб.-1, рис.-3.

Ключевые слова: β-глюканы, дрожжи, способы экстракции, физико-химические свойства.

Поступила в редакцию 04 марта 2015

УДК: 316.01

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ *CYNARA SCOLYMUS* L., КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В МОЛДОВЕ. *Чобану Кристина. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 160-167.

Представлены результаты сравнительного исследования динамики накопления биологически активных веществ в прикорневых и стеблевых листьев артишока, количественный анализ которых был проведен спектрофотометрическим методом. Целью данного исследования было определить оптимальное время для сбора растительнного сырия *Cynarae foila*, чтобы получить экстракты с высоким содержанием полифенольных и флавоноидных соединений. Исследование выявило зависимость накопления фенольных соединений в обоих типах листьев артишока от времени сбора. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что период максимального накопления полифенольных соединений совпадает с началом цветения растений, а период максимального накопления флавоноидных соединений - с фазой бутонизации. Библ.–22, таб.-2, рис.-4.

Ключевые слова: Cynara Scolymus L., *Cynarae Folia*, динамика накопления активных веществ, полифенольные соединения, флавоноиды

Поступила в редакцию 18 марта 2015

УДК: 577.114+ 579.017.8+579.222+57.042

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ МАННОПРОТЕИНОВ ИЗ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* CNMN-Y-18. *Молодой Елена. //* Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. 2015, № 1 (325), с. 167-175.

Работа представляет собой обобщение результатов многочисленных исследований в области направленного синтеза маннопротеинов дрожжами и перспективности их использования. Приведены результаты скрининга штаммов дрожжей с высоким уровнем синтеза маннанов, разработки питательной среды и оптимизации условий культивирования продуцента маннороттеинов. Установлено эффективное воздействие электромагнитных волн крайне высоких частот на содержание маннанов у штамма *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18. В результате комбинированного использования различных факторов, влияющих на биосинтез маннопротеинов, была разработана эффективная технология культивирования *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18, которая позволяет максимально использовать биосинтетический потенциал культуры дрожжей и получать полисахаридные препараты различного назначения. Библ. – 20, рис. – 5, табл. – 2.

Ключевые слова: Saccharomyces cerevisiae, маннопротеины, оптимизированная питательная среда, условия культивирования, электромагнитные волны.

Поступила в редакцию 18 марта 2015

CONTENTS

BASIC ARTICLES

Three most important problems of physiology and sanocreatology determining the health status of the society. Ways of their solution (plenary lecture at the 4th congress of physiologists of the CIS).
Furdui T.I., Ciochina V.Ch., Furdui V.T. **4**

Fundamental role of biological factors in aquatic ecosystem function: improving water quality.
Ostroumov S. A., Miron A.A., Kotelevtsev S.V., Ermakov V.V.,Shestakova T.V., Tropin I.V., Krupina M.V., Nagdaliev F.F., Toderas I.K. **17**

Specific and non-specific response of plants to hydric and thermic stress: interactive relationships between water status and antioxidant protection.
Ştefîrţă Anastasia, Leahu Ig., Toma S. **29**

PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY

The influence of alimentation and dynamic physical exercise on motility of the human gastrointestinal tract.
Bodrug A.I. **46**

The influence of diets with different content of nutrients on the body weight and vital potential of old rats.
Poleacova Lilia **55**

The immune system in the period of age-related diminution in organs and organ systems functions.
Bulat Olga **64**

PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Influence of trace elements on the Vitis vinifera L. resistance to the wintering.
Veliksar Sofia, Toma S., Tudorache Gh., David Tatiana **69**

Physiological changes associated with natural senescence in corn plants.
Ştefîrţă Anastasia, Melenciuc M., Aluchi N., Brînză Lilia, Leahu Ig., Buceaceaia Svetlana **76**

The accumulation of secondary metabolites in *Rhodiola rosea* L. under influences of environmental conditions.
Calugaru-Spataru Tatiana **85**

The use of glycosides as effective compounds for increase the viability of vegetable seeds.
Vasilachi Iuliana **92**

Water potential gradients, transpiration and water use efficiency of soybean *Glycine max* L.
Chirilov Alexandru, Harciuc Oleg, Cosimic Raisa, Chirilov Eleonora, Bashtovaia Svetlana, Chistol Marcela **99**

GENETICS, MOLECULAR BIOLOGY AND BREEDING

The genetic potential of tomato mutant collection and its significance for solving practical breeding.
Makovei M. D., Ganea A.I. **110**

ZOOLOGY

The importance of wetlands for welfare mentaining of Dnester and lower Prut ichtyocenosis.
Bulat Dumitru, Bulat Denis, Toderaş Ion, Usatîi Marin, Zubcov Elena, Ungureanu Laurenţia, Ene Antoaneta, Davideanu Grigore, Şaptefraţi Nicolae **120**

Biological peculiarities and evolution of population of ferruginous duck (*Aythya nyroca*) in water basins between the Dniester and Prut rivers.
Munteanu Andrei, Cojan Constantin, Bogdea Larisa **126**

Present interest and perspectives of zoological studies.
Murariu Dumitru **131**

The zoobenthos role in the development of the parasitic communities in Kuchurgan reservoir.
Philipenko Sergey **138**

MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

The effect of induced oxidative stress on the composition and antioxidant activity of *Spirulina platensis* biomass.
Rudic V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Codreanu S., Sadovnic D., Chelmenciuc V., Miscu V., Didîc I. **146**

Extraction methods and physicochemical properties of yeast-derived β -glucan.
Usatîi Agafia, Chiseliţa Natalia **153**

Dynamic of the accumulation of active principles in the leaves of *Cynara scolymus* L. cultivated in Republic of Moldova.
Ciobanu Cristina **160**

Biotechnological aspects concerning the mannoproteins obtaining from *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 yeast.
Molodoi Elena **167**

NEW BOOKS

Review of the monograph " *Moldovan Corpulent Karakul sheep type: theory and practice of creation and improvement* ". Author Ion Buzu.
Radionov Vladimir **176**

SCIENTIFIC CHRONICLE

2015 - International Year of Soils.
Ursu Andrei **180**

ANNIVERSARIES

A life devoted to sorghum plants. Doctor of Agricultural Sciences Gheorghe Moraru on his 80th anniversary.
Furdui Teodor, Găină Boris, Botnari Vasile, Rotari Alexandru, Voloşciuc Leonid, Cotenco Eugenia, Dodon Adelina **182**

Professor Ionel Miron on his 80th anniversary.
Toma Constantin **185**

Abstracts (in Eng). **188**

Рефераты (in Rus). **195**

CUPRINS

ARTICOLE DE FOND

Три важнейшие проблемы физиологии и санокреатологии, детерминирующие состояние здоровья общества. Пути их решения. (Пленарный доклад на IV-ом Съезде физиологов СНГ).
Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф. **4**

Fundamental role of biological factors in aquatic ecosystem function: improving water quality.
Ostroumov S. A., Miron A.A., Kotelevtsev S.V., Ermakov V.V., Shestakova T.V., Tropin I.V., Krupina M.V., Nagdaliev F.F., Toderas I.K. **17**

Răspunsul specific şi nespecific al plantelor la acţiunea stresului hidric şi termic: relaţiile interactive dintre status-ul apei şi protecţia antioxidantă.
Ştefîrţă Anastasia, Leahu Ig., Toma S. **29**

FIZIOLOGIA ŞI SANOCREATOLOGIA

Influenţa alimentaţiei şi efortului fizic dinamic asupra motilităţii tractului digestiv la om.
Bodrug Alina **46**

Impactul raţiei cu diferit conţinut al componentelor constituente asupra potenţialului vital şi masei corpului şobolanilor senili.
Poleacova Lilia **55**

Иммунная система в период возрастной диминуации функций органов и систем организма.
Булат Ольга **64**

FIZIOLOGIA ŞI BIOCHIMIA PLANTELOR

Influence of trace elements on the Vitis vinifera L. resistance to the wintering.
Veliksar Sofia, Toma S., Tudorache Gh., David Tatiana **69**

Modificări fiziologice asociate cu senescenţa naturală la plantele de porumb.
Ştefîrţă Anastasia, Melenciuc M., Aluchi N., Brînză Lilia, Leahu Ig., Buceaceaia Svetlana **76**

Acumularea metaboliţilor secundari în *Rhodiola rosea* L. în funcţie de condiţiile mediului.
Călugăru-Spătaru Tatiana **85**

Aplicarea glicozidelor ca mijloc eficient de sporire a viabilităţii seminţelor de legume.
Vasilachi Iuliana **92**

Градиенты водного потенциала, транспирация и эффективное использование воды растениями сои *Glycine max* L.
Кириллов Александр, Харчук Олег, Козьмик Раиса, Кириллова Элеонора, Баштовая Светлана, Кистол Марчела **99**

GENETICA, BIOLOGIA MOLECULARĂ ŞI AMELIORAREA

Генетический потенциал коллекции мутантов томата и его значение для решения задач практической селекции.
Маковей М.Д., Ганя А.И. **110**

ZOOLOGIA

Importanţa zonelor umede pentru menţinerea ihtiofaunei Nistrului şi Prutului inferior.
Bulat Dumitru, Bulat Denis, Toderaş Ion, Usatîi Marin, Zubcov Elena, Ungureanu Laurenţia, Ene Antoaneta, Davideanu Grigore, Şaptefraţi Nicolae **120**

Particularităţile biologice şi evoluţia populaţiei raţei roşii (*Aythya nyroca*) în bazinele acvatice interfluviale Nistru-Prut.
Munteanu Andrei, Cojan Constantin, Bogdea Larisa **126**

Present interest and perspectives of the zoological studies.
Murariu Dumitru **131**

The zoobenthos role in the development of the parasitic communities in Kuchurgan reservoir.
Philipenko Sergey **138**

MICROBIOLOGIA ŞI BIOTEHNOLOGIA

Influenţa stresului oxidativ indus asupra componenţei şi activităţii antioxidante a biomasei de *Spirulina platensis.*
Rudic V., Rudi L., Cepoi L., Chiriac T., Codreanu S., Sadovnic D., Chelmenciuc V., Miscu V., Didîc I. **146**

Metode de extragere din levuri a β-glucanilor şi proprietăţile lor fizico-chimice.
Usatîi Agafia, Chiseliţa Natalia **153**

Dinamica acumulării principiilor active în frunzele de *Cynara scolymus* L. cultivată în Republica Moldova.
Ciobanu Cristina **160**

Particularităţi biotehnologice privind obţinerea manoproteinelor din drojdia *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18.
Molodoi Elena **167**

CĂRŢI NOI

Recenzie asupra monografiei *„Tip de ovine Karakul Moldovenesc Corpolent: teoria şi practica creării şi perfecţionării”*. Autor Ion Buzu.
Radionov Vladimir **176**

CRONICĂ ŞTIINŢIFICĂ

2015 – Anul Internaţional al Solurilor.
Ursu Andrei **180**

ANIVERSĂRI

O viaţă consacrată culturilor de sorg. Doctorul în ştiinţe agricole Gheorghe Moraru la 80 de ani.
Furdui Teodor, Găină Boris, Botnari Vasile, Cotenco Eugenia, Rotari Alexandru, Voloşciuc Leonid, Dodon Adelina **182**

Professor Ionel Miron on his 80th anniversary.
Toma Constantin **185**

Abstracts (in Eng). **188**

Рефераты (in Rus). **195**