

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В.Н. КАРАЗИНА  
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН

**III МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ  
І РОЗВИТКУ РОСЛИН:  
ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ  
І ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ**

присвячена 125-річчю  
кафедри фізіології і біохімії рослин  
та мікроорганізмів Харківського  
національного університету  
імені В. Н. Каразіна

**11–12 листопада, 2014 р., м. Харків (Україна)**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

Харків — 2014

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08  
Р32

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(Протокол № 10 від 3 листопада 2014 року)*

**Науковий комітет:**

*Гродзинський Д. І. Акад. НАНУ — Київ  
Моргун В. В. Акад. НАНУ — Київ  
Мусатенко Л. І. Чл.-кор. НАНУ — Київ  
Мусієнко М. М. Акад. НААНУ — Київ  
Бойко М. І. Д.б.н. проф. — Донецьк  
Жмурко В. В. Д.б.н. проф. — Харків  
Колупаєв Ю. Є. Д.б.н. проф. — Харків  
Коць С. Я. Д.б.н. проф. — Київ  
Лихолат Ю. В. Д.б.н. проф. — Дніпропетровськ  
Лях В. А. Д.б.н. проф. — Запоріжжя  
Таран Н. Ю. Д.б.н. проф. — Київ  
Терек О. І. Д.б.н. проф. — Львів  
Файт В. І. Д.б.н. проф. — Одеса*

**Організаційний комітет:**

Голова, проф. *Л. І. Воробйова*, к.б.н., декан біологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, співголова, проф. *В. В. Жмурко*, доц. *Авксентьева О. А.*, доц. *Тимошенко В. Ф.*, ст. викладач *Джамеев В. Ю.*, ст. викладач *Самойлов А. М.*

**Секретаріат Оргкомітету:**

асис. *Попова Ю. В.*, викл. *Раєвська І. М.*, аспірант *Васильченко М. С.*

**Відповідальний секретар:** ст. викладач *Самойлов А. М.*

Майдан Свободи, 4, Харків, Україна, 61022, ХНУ ім. В.Н. Каразіна  
E-mail: *zhmurko@univer.kharkov.ua*

Р32 **Регуляція** росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти: присвячена 125-річчю кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. — Тези доповідей III Міжнародної наукової конференції (11–12 листопада, 2014 р., м. Харків, Україна). — Х. : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. — 184 с. — укр., рос., англ.

ISBN 978–966–285–145–8

Збірник тез доповідей, представлених на III Міжнародній науковій конференції «Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти», присвяченій 125-річчю кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Для студентів, аспірантів та науковців у галузі фізіології, біохімії, генетики рослин та мікробіології.

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

Тези подані у авторській редакції. Автори несуть відповідальність за достовірність викладених наукових фактів.

ISBN 978–966–285–145–8

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2014  
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2014

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY  
UKRAINIAN SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGISTS

**3<sup>RD</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**

**PLANT GROWTH AND  
DEVELOPMENT CONTROL:  
PHYSIOLOGICAL,  
BIOCHEMICAL AND  
GENETIC ASPECTS**

dedicated to the 125<sup>th</sup> anniversary of the  
Department of Plant and Microorganisms'  
Physiology and Biochemistry  
of V. N. Karazin Kharkiv National  
University

**Kharkiv (Ukraine), November, 11–12, 2014**

ABSTRACT BOOK

Kharkiv — 2014

UCC 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08  
P32

*Printed by order of the Scientific Council  
of V. N. Karazin Kharkiv National University  
(Protocol №10 of November 3, 2014)*

**Scientific committee:**

*Grodzynskii D. I.* Academician of NASU — Kyiv  
*Morgun V. V.* Academician of NASU — Kyiv  
*Musatenko L. I.* Corresp. Member of NASU — Kyiv  
*Musienko M. M.* Academician of NAASU — Kyiv  
*Boyko M. I.* Dr. Prof. — Donetsk  
*Zhmurko V. V.* Dr. Prof. — Kharkiv  
*Kolupaev Yu. E.* Dr. Prof. — Kharkiv  
*Kots S. Ya.* Dr. Prof. — Kyiv  
*Lykholat Yu. V.* Dr. Prof. — Dnipropetrovsk  
*Lyah V. A.* Dr. Prof. — Zaporizhzhya  
*Taran N. Yu.* Dr. Prof. — Kyiv  
*Terek O. I.* Dr. Prof. — Lviv  
*Fayt V. I.* Dr. Prof. — Odesa

**Organizing Committee:**

Chief — Prof. L. I. Vorobyova, PhD, Head of School of Biology of Kharkiv National University, co-chief Dr. Prof. *Zhmurko V. V.*, docent *Avksentyeva O. A.*, docent *Timoshenko V. F.*, senior lecturer *Dzhameyev V. Yu.*, senior lecturer *Samoilov A. M.*

**Secretariat of Organizing Committee:**

assistant *Popova Yu. V.*, lecturer *Raevskaya I. M.*, postgraduate student *Vasylichenko M. S.*, senior lab. assistant *Shulik V. V.*

**Executive secretary** — senior lecturer *Samoilov A. M.*

Maidan Svobodi, 4, Kharkiv, Ukraine, 61022,  
V. N. Karazin Kharkov National University  
E-mail: [zhmurko@univer.kharkov.ua](mailto:zhmurko@univer.kharkov.ua)

P32 **Plant Growth and Development Control: Physiological, Biochemical and Genetic Aspects:** dedicated to the 125th anniversary of the Department of Plant and Microorganisms' Physiology and Biochemistry of Kharkiv National University. — Abstract Book of III International Scientific Conference (Kharkiv, Ukraine, November, 11–12, 2014). — Kharkiv, 2014. — 184 p. — ukr., rus., eng.

ISBN 978–966–285–145–8

Abstract Book of thesis presented at the 3rd International Scientific Conference «Plant Growth and Development Control: Physiological, Biochemical and Genetic Aspects»: dedicated to the 125th anniversary of the Department of Plant and Microorganisms' Physiology and Biochemistry of V.N. Karazin Kharkiv National University.

For students, postgraduates and researchers in the field of physiology, biochemistry, plant genetics and microbiology.

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

Materials are presented in an author's version.

Authors are responsible for the accuracy of scientific facts mentioned.

ISBN 978–966–285–145–8

© V. N. Karazin Kharkiv National University, 2014

© Donchyk I. M. cover model, 2014

## ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

*Ріст і розвиток це ті процеси життєдіяльності рослин, у яких, власне, концентрується біологічна сутність рослинного організму, як особливого прояву живого. Здавалося б, немає нічого простішого, ніж визначити характер перебігу росту і розвитку, адже вони, на відміну від інших фізіологічних процесів у рослин, легко піддаються простому спостереженню. Однак це ілюзія, яка спростовується тим, що, не дивлячись на значні зусилля у багатьох лабораторіях світу щодо розкриття сутності молекулярно-біологічних, генетичних, фітогормональних, трофічних та ензиматичних механізмів регуляції росту і розвитку на різних рівнях організації рослинного організму до нині, розкрита далеко не повною мірою.*

*Дослідження механізмів регуляції росту і розвитку рослин було, є і, мабуть, ще довго буде однією з найбільш актуальних проблем фітофізіології. Це зумовлене, як мінімум, двома причинами. По-перше, великою прикладною їх значимістю, адже у процесі росту і розвитку реалізується потенціал продуктивності рослин, котра, як відомо, є вирішальною для забезпечення високого рівня добробуту людини. По-друге, такі дослідження мають вельми вагоме теоретичне значення для розкриття біологічної природи функціонування рослинного організму. Саме це спонукало нас обрати напрям вже третьої Міжнародної конференції — фізіолого-біохімічні та генетичні механізми регуляції росту і розвитку рослин. Обмін думками, ідеями та наукові дискусії на конференції між представниками різних напрямів дослідження цієї проблеми будуть сприяти її вирішенню, яке можливе за спільних зусиль фізіологів, біохіміків, генетиків та молекулярних біологів рослин.*

*У збірці матеріалів представлені дані, які охоплюють результати вивчення різних аспектів росту і розвитку рослинного організму на різних рівнях його організації.*

*Науковий комітет конференції*

## ВЕДЬМИЩАНОВНІ КОЛЕТИ!

125 років функціонування вашої кафедри — це відрізок її життя як осередку розвитку однієї з найбільш вагомих біологічних наук — фізіології рослин. Створена на межі ХІХ і ХХ століть видатним фізіологом і біохіміком рослин, академіком В. І. Палладіним, кафедра у своїй науковій діяльності керується основним принципом, закладеним її фундатором — дослідження біологічної сутності функціонування рослинного організму.

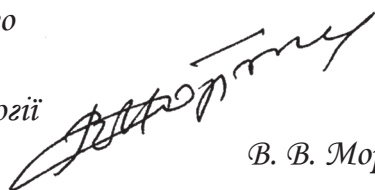
Колективом кафедри за період існування виконані піонерські дослідження закономірностей синтезу білка, нуклеїнових кислот, функціонування фотосинтетичного апарату, з'ясовані вагомі аспекти ролі мікроелементів у життєдіяльності рослин, механізмів їх стійкості до абіотичних чинників.

За результатами дослідження сформульована концепція регуляції фотоперіодичної реакції та озимості як комплементарної системи трофічних, фітогормональних та ензиматичних процесів. З'ясовані окремі вагомі аспекти прояву ефектів генів типу розвитку (*VRN*) і фотоперіодичної чутливості (*PPD*) пшениці і сої (*E*-гени) на фізіолого-біохімічні процеси. Виявлені ефекти цих генів на морфогенез та фізіолого-біохімічні процеси в культурі *in vitro*.

Вагомі успіхи кафедри і у вивченні функціонування ґрунтових мікроорганізмів та фізіолого-генетичних механізмів взаємодії рослина-мікроорганізм. Встановлені ефекти генів типу розвитку і фотоперіодичної чутливості пшениці та сої на процеси біологічної фіксації азоту.

Шановні колеги! Від щирого серця вітаю вас з ювілеєм. Бажаю міцного здоров'я, творчої наснаги і успіхів у справі розвитку вічно молододі науки — фізіології рослин, підготовці висококваліфікованих кадрів біологів для нашої держави.

Директор Інституту фізіології рослин  
і генетики, Президент Українського  
товариства фізіологів рослин,  
Академік-секретар відділення біології  
НАНУ, академік НАНУ



В. В. Морзун

## ВЕЛЬМИШАНОВНІ КОЛЕТИ!

Нині минає 125 років з того часу як у Харківському Імператорському університеті була створена кафедра фізіології рослин. Її фундактором був В. І. Палладін, професор, а згодом академік Петербурзької академії наук, автор теорії дихання рослин. Ним був закладений фундамент генерального напрямку досліджень кафедри — пізнання фізіолого-біохімічних закономірностей функціонування рослинного організму — який невпинно розвивається на кафедрі протягом її функціонування в Університеті.

У різні періоди кафедрою керували видатні фізіологи рослин — професор В. А. Фотерт, професор, член-кореспондент АН УРСР В. К. Залесський, професор М. Д. Пімашов. Ними особисто та під їх керівництвом були з'ясовані вагомі аспекти перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослин та ґрунтових мікроорганізмів.

За період функціонування кафедрою підготовлена значна кількість фахівців вищої кваліфікації для вітчизняних та зарубіжних наукових і освітніх установ. Серед випускників кафедри відомі фізіологи та біохіміки рослин — доктори наук, професори, члени-кореспонденти Національної академії наук.

Колективом кафедри створений ряд наукових монографій, видана значна кількість підручників та навчальних посібників, які містять передові наукові результати та спираються на багатий досвід наукової та викладацької роботи.

Шановні колеги! Дозвольте від щирого серця привітати вас з ювілеєм кафедри. Бажаю міцного здоров'я, творчої наснаги і успіхів у вашій складній справі розвитку вічно молододі науки — фізіології рослин, підготовці висококваліфікованих кадрів біологів для нашої держави.

Ректор університету, професор,  
академік НАН України



В. С. Бакіров



# ЗМІСТ

## Секція 1.

### ФІЗИОЛОГО-БІОХІМІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

Физиолого-биохимическая регуляция морфогенеза растений <i>Triticum aestivum</i> L. <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> Авксентьева О. А. . . . . .	20
Формирование структуры и продуктивности растений сортов сои ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) в условиях разной длины дня Аль-Хамадени Хайдер Набил, Жмурко В. В. . . . . .	22
Гіберелова кислота сплячих і пророслих репродуктивних бруньок <i>Equisetum arvense</i> L. Войтенко Л. В., Ліхнівський Р. В. . . . . .	23
Анатомо-морфологічні особливості вегетативних органів гірчака <i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre за різних умов зростання Григорчук І. Д., Миролюбов О. В., Мусатенко Л. І. . . . . .	25
Залежність фотосинтезу листків пшениці від вмісту азоту та інтенсивності освітлення Кірізій Д. А., Рижикова П. Л. . . . . .	26
Физиолого-биохимические аспекты регуляции опыления у видов рода <i>Linum</i> Левчук А. Н., Лях В. А. . . . . .	28
Аналіз ритмів росту різних груп рослин роду <i>Peperomia</i> Ruiz & Pavon в умовах ботанічного саду ДНУ ім. Олеса Гончара Ломига Л. Л., Лихолат Ю. В., Лесько Ю. Ю., Буряк І. Ю. . . . . .	29
Роль гиббереллина в регуляції переходу к цветению мутантов <i>Arabidopsis thaliana</i> L. Миляева Э. Л. . . . . .	30
Вплив тривалості фотоперіоду на продукційний процес та якість зерна ізогенних за генами <i>E</i> ліній сої ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) Попова Ю. В., Жмурко В. В. . . . . .	32
Сортовые особенности регуляции распределения и использования световой энергии в тилакоидных мембранах хлоропластов Прядкина Г. А., Маслюковская О. В., Стасик О. О. . . . . .	34
Параметри потужності розвитку фотосинтетичного апарату <i>Triticum aestivum</i> L. за дії біологічно активних речовин Стороженко В. О., Бацманова Л. М., Оканенко О. А., Серга О. І., Макаренко В. І. . . . . .	35
Воздействие красного света на рост и активность ауксинов, гиббереллинов и абсцизовой кислоты в листьях изогенных по генам <i>E</i> линий сои Тимошенко В. Ф. . . . . .	37
Активність фотосинтетичного апарату в період наливу зерна і продуктивність рослин озимої пшениці Франтіїчук В. В., Кірізій Д. А., Стасик О. О. . . . . .	39
Фотоморфогенетические реакции проростков растений, контрастных по фотопериодической чувствительности, темпам и типу развития Шулик В. В., Авксентьева О. А. . . . . .	41
Влияние активации фитохромов на динамику содержания растворимых углеводов в листьях и точках роста томатов ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Щёголев А. С., Жмурко В. В. . . . . .	42
Содержание и активность ИУК в листьях и апикальных меристемах у изогенных по генам <i>E</i> линий сои в разных фотопериодических условиях Юхно Ю. Ю., Жмурко В. В., Луинецкая И. В. . . . . .	44



Морфогенез і вміст вуглеводів та різних форм азоту в ізогенних за генами <i>Vrn</i> лініях пшениці ( <i>Triticum aestivum</i> L.) <i>Жмурко В. В., Авксентьева О. О., Хань Бін, Меіхія Чен.</i> . . . . .	46
Влияние разного фотопериода на активность амилаз, инвертаз и сахарозофосфатсинтазы в листьях сои <i>Жмурко В. В., Хаммад Халифех Альдаль-ин</i> . . . . .	47

## Секція 2.

### МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

Клітинна селекція томатів з підвищеною стійкістю до бактеріальних хвороб <i>Аветисян Ю. Ф., Коломісць Ю. В.</i> . . . . .	49
Каллусообразование и ростовые показатели изогенных линий сои ( <i>Glycine max</i> ) в культуре <i>in vitro</i> <i>Васильченко М. С., Авксентьева О. А.</i> . . . . .	51
Регуляция роста и развития растений винограда при размножении в условиях <i>in vitro</i> <i>Батукаев А. А., Ахмадов А. Х., Батукаев М. С.</i> . . . . .	52
Оцінка трофічних властивостей хімічно модифікованого та природного крохмалів у культурі <i>in vitro</i> пиляків та ізольованих зародків ячменю ярого <i>Білінська О. В., Дульнев П. Г., Тимчук С. М., Сіжук А. П., Дерезізова О. Ю.</i> . . . . .	54
Оптимізація умов регенерації м'якої пшениці з калусної тканини за допомогою рослинних регуляторів росту синтетичного походження <i>Горбатюк І. Р., Бавол А. В., Голубенко А. В., Гнатюк І. С., Моргун Б. В.</i> . . . . .	56
Введення в культуру <i>in vitro</i> чотирьох сортів сої «Хорол», «Танаїс», «Кубань», «Терек», «Черемош граніт» <i>Забейда О. Ф., Жук В. П., Науменко В. Д.</i> . . . . .	57
Изучение цитогенетических эффектов генов контроля темпов развития пшеницы в условиях <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> <i>Москалев В. Б., Авксентьева О. А.</i> . . . . .	59
Виявлення цінних алелів високомолекулярних глютенів (ВМГ) пшениці з використанням молекулярних маркерів <i>Степаненко А. І., Моргун Б. В., Похилько С. Ю.</i> . . . . .	60
Виявлення пшеничних ваксі генів у гібридах тритикале за використання молекулярно-генетичних підходів <i>Степаненко О. В., Рибалка О. І., Моргун В. В.</i> . . . . .	62
Дослідження процесів фотосинтезу у рослин нових ліній озимої м'якої пшениці, які містять рідкісні <i>Gli-Glu</i> -алелі <i>Тарасюк О. І., Починюк В. М.</i> . . . . .	63
Про- и антиоксидантная системы суспензионных клеток картофеля в условиях солевого и осмотического стресса <i>Утарбаева А. Ш., Чебоненко О. В., Турсунова А. К., Амиркулова А. Ж., Абайлдаев А. О.</i> . . . . .	65
Устойчивость каллуса у сортообразцов озимой тритикале <i>in vitro</i> <i>Хабиева Н. А., Алиева З. М.</i> . . . . .	66
Механизм взаимодействия генов при наследовании признаков <i>Хаблак С. Г.</i> . . . . .	67
Ефекти алелів гена <i>Ppd-B1</i> на агрономічні ознаки в умовах Півдня України <i>Файт В. І., Погребнюк О. О., Балашова І. А., Стельмах А. Ф.</i> . . . . .	69
Гаплопродукційна спроможність пшениці м'якої озимої за наявності в генотипі транслокацій 1RS.1BL та 1RS.1AL <i>Шестопал О. Л., Замбріборщ І. С., Топал М. М.</i> . . . . .	71
Изменение морфологии пластид и их пигментного состава в листьях разного возраста хлорофильных мутантов и зеленых растений льна <i>Яранцева В. В., Лях В. А.</i> . . . . .	72

### Секція 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН У ВЗАЄМОДІЇ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМИ»

Ювенильная устійчивость пшеницы мягкой озимой к комплексу возбудителей корневых гнилей <i>Бабаянц О. В., Сечняк А. Л., Мирось С. Л.</i> . . . . .	74
Особливості розвитку мікоризи <i>Rhododendron luteum</i> Sweet у період різних фенологічних фаз <i>Белова Н. Ю.</i> . . . . .	76
Влияние различных значений температуры на рост новых штаммов гриба <i>Irpex lacteus</i> Fr. — продуцента протеиназ молокосвертывающего действия <i>Бойко М. И., Бойко С. М., Древаль К. Г., Чемерис О. В.</i> . . . . .	77
Фітоотоксичний ефект ґрунтів поблизу залізничних шляхів <i>Бобрик Н. Ю., Кривцова М. В., Ніколайчук В. І.</i> . . . . .	79
Зміни активності гваяколпероксидази у коренях сої, інокульованої <i>Bradyrhizobium japonicum</i> та вирощеної в умовах різного водозабезпечення, під впливом екзогенного лектину <i>Веселовська Л. І., Коць С. Я.</i> . . . . .	81
Продуктивність люцерни в умовах різного водозабезпечення за використання гомота гетерологічних білків із гемаглютинуючою активністю <i>Коць С. Я., Михалків Л. М., Береговенко С. К., Мокрицький К. А.</i> . . . . .	82
Индукцированный грибной инфекцией синтез некоторых групп фенольных соединений в листьях однолетних сеянцев дуба черешчатого <i>Полякова Л. В.</i> . . . . .	84
Лектиновая активність різних клітинних фракцій проростків озимої пшениці за біотичного стресу <i>Письменна Ю. М., Панюта О. О., Белава В. Н.</i> . . . . .	85
Асоціативна азотфіксація у ризосфері ізогенних за генами <i>Vrn</i> ліній пшениці <i>Самойлов А. М., Жмурко В. В.</i> . . . . .	87
Зміна вмісту вільних амінокислот в проростках <i>Pinus sylvestris</i> L. за інфікування патогенним грибом <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. <i>Чемерис О. В., Бойко М. І.</i> . . . . .	89
Вплив інокуляції на морфометричні показники і урожайність різних за стійкістю сортів <i>Glycine max</i> (L.) Merr. <i>Яроцька К. М., Іванюк С. В., Косаківська І. В.</i> . . . . .	90
Защитное действие биопрепаратов на основе <i>Bacillus</i> Cohn на рост и развитие растений сахарной свеклы, инфицированных <i>Alternaria alternata</i> <i>Ильсова Е. Ю., Ласточкина О. В., Фархутдинов Р. Г., Григориарди А. С.</i> . . . . .	92
Метаболічні зміни в коренях сої, інокульованої штаммами <i>Bradyrhizobium japonicum</i> з різними симбіотичними властивостями <i>Левішко А. С., Маменко П. М.</i> . . . . .	93
Экссудаты семян сои модулируют рост растений стимулируя активность ризобактерий <i>Мельникова Н. М., Грищук О. О.</i> . . . . .	94

### Секція 4. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ЗА УМОВ СТРЕСУ

Изучение влияния салициловой кислоты на реакцию растений огурца к гипотермии <i>Абилова Г. А.</i> . . . . .	96
Сортова специфічність стрес-реакції проростків пшениці за дії кадмію, нікелю та плюмбуму <i>Артюшенко Т. А., Гришко В. М.</i> . . . . .	98
Проростання та вміст проліну в проростках насіння пшениці спельти та м'якої пшениці за дії водного дефіциту <i>Борисова О. В., Руцька О. М.</i> . . . . .	100

Динаміка вмісту відновленого глутатіону в коренях проростків кукурудзи в умовах впливу гіпертермії <i>Бородай Є. С.</i> . . . . .	101
Методика закладання досліду для вивчення реакції рослин <i>Carex hirta</i> L. на нафтове забруднення ґрунту <i>Буньо Л. В., Миківсич І. М.</i> . . . . .	103
Інгібітор фосфолипазы <i>C</i> неоміцин нивелює вплив дії брассіностероїдів на розвиток теплоустійливості колеоптилей пшениці <i>Вайнер А. А., Колупаєв Ю. Е., Ястреб Т. О., Хрипач В. А.</i> . . . . .	104
Толерантність деяких зернових культур до стресових концентрацій сірчанокислого купрум <i>Вакерич М. М., Ткач О. П., Ніколайчук В. І.</i> . . . . .	106
Ріст як інтегральний показник фізіологічного стану рослин за умов свинцевої інтоксикації <i>Войцехівська О. В., Чарановська Я. В.</i> . . . . .	107
Влияние никеля на микрогубочки клеток корней <i>Arabidopsis thaliana</i> <i>Горюнова И. И., Емец А. И.</i> . . . . .	109
Вплив NaCl засолення на ріст та пігментну систему <i>Fagopyrum esculentum</i> та <i>Faba bona</i> <i>Деркач І. В., Романюк Н. Д.</i> . . . . .	110
Оцінка впливу промислових викидів з вмістом важких металів на асиміляційні органи деревних рослин <i>Зубровська О. М.</i> . . . . .	112
Нагромадження фенолів та антоціанів у рослин пшениці за токсичного впливу кадмії хлориду та стрепторекторна роль саліцилової кислоти <i>Кавулич Я. З., Кобилецька М. С.</i> . . . . .	113
Оценка морфофункционального состояния клеток водоросли <i>Astasia longa</i> методом конфокальной микроскопии в условиях индуцированного стресса <i>Кадникова Н. Г., Коваленко И. Ф., Овсянников С. Е., Высеканцев И. П., Шатилова Л. Е., Коваленко Г. В.</i> . . . . .	115
Закаливающий прогрев и антагонисты оксида азота индуцируют ферментативную антиоксидантную систему проростков пшеницы <i>Карпец Ю. В., Колупаєв Ю. Е., Швиденко Н. В.</i> . . . . .	117
Реакция антиоксидантной системы проростков ржи и пшеницы, различающихся по морозоустойчивости, на закаливание и криостресс <i>Колупаєв Ю. Е., Рябчун Н. И., Вайнер А. А., Ястреб Т. О., Обозный А. И., Четверик А. Н.</i> . . . . .	118
Динаміка пігментного складу фотосинтетичного апарату та особливості ризогенезу представників голонасінних за умов засолення <i>Котляр В. П., Капустян А. В., Абрамович Я. В.</i> . . . . .	120
Реакция глутатионовой системы травянистых растений на действие солей никеля <i>Лихолат Ю. В., Хромых Н. А., Лемши В. В.</i> . . . . .	121
Влияние жасмоновой кислоты на активность антиоксидантных ферментов и рост растений ячменя в условиях засухи <i>Луговая А. А.</i> . . . . .	122
Зміни деяких фізіолого-біофізичних показників рослин озимої пшениці при загартуванні <i>Майор П. С., Антонюк В. П., Храновська М. П.</i> . . . . .	124
Формування бульбочок і вегетативна продуктивність сої у симбіотичних системах різної ефективності за умов водного дефіциту <i>Мельник В. М., Огір А. Д., Коць С. Я.</i> . . . . .	125
Зміни пігментного складу у листках томатів за післядії факторів реального космічного польоту <i>Мищенко Л. Т., Таран О. П., Дуніч А. А.</i> . . . . .	127
Влияние холода на актиновые филаменты клеток корня <i>Arabidopsis thaliana</i> <i>Плоховская С. Г., Емец А. И., Блюм Я. Б.</i> . . . . .	128
Оцінка стійкості до водного дефіциту рослин тритикале озимого, отриманих шляхом селекції <i>in vitro</i> <i>Пикало С. В.</i> . . . . .	130

Алюмоіндукований феномен гормезису у рослин <i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn. <i>Смірнов О. Є., Таран Н. Ю., Косян А. М., Косик О. І.</i> . . . . .	131
Кінетичні параметри РУБІСКО <i>in vivo</i> в листках сортів озимої пшениці різної жаростійкості за умов високотемпературного стресу <i>Стасик О. О.</i> . . . . .	133
Содержание восстановленной формы глутатиона в вегетативных органах гибридов проростков кукурузы различных по чувствительности к тяжелым металлам <i>Сыщиков Д. В.</i> . . . . .	135
Малатдегідрогеназна система листків рослин за нестачі марганцю та позакореневого підживлення мікроелементом <i>Якуба І. П., Паузер О. Б., Швець Г. А.</i> . . . . .	136
Регуляція светом различного спектрального состава интенсивности фотосинтеза в условиях засоления и действия тяжелых металлов <i>Якушенкова Т. П., Кузнецова А. П.</i> . . . . .	138
Роль глутатиона в ответной реакции пшеницы на тяжелые металлы <i>Болдизар А., Гуляш З., Галиба Г., Гришко В., Коши Г.</i> . . . . .	139
Влияние салициловой кислоты на метаболизм углеводов и фруктозы в растениях кукурузы и пшеницы в условиях засухи <i>Маленька У., Кобулецка М., Терек О.</i> . . . . .	141
Интерферон альфа 2b человека положительно влияет на рост растений в асептических нестрессовых условиях и при водном дефиците <i>Сливец М., Сахно Л.</i> . . . . .	142

## Секція 5. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКТИВНОСТІ

Использование плодов и листьев Папайя как компонент целебных напитков <i>Абдуразаков О., Авксентьева О. А., Жмурко В. В.</i> . . . . .	144
Биологически активные вещества метаболитных препаратов на основе почвенных стрептомицетов <i>Белявская Л. А., Козырицкая В. Е., Иутинская Г. А.</i> . . . . .	146
Прикладные аспекты применения микроволновых технологий в агропромышленном комплексе <i>Бошкова И. Л., Коломийчук С. Г., Хлієва О. Я., Георгієш К. В., Коломийчук Т. В.</i> . . . . .	148
Ефекти впливу нанополімерів різних типів на основі полі-ДМАЕМ на протопласти тютюну <i>Бузіашвілі А. Ю., Танасієнко І. В., Філюк Н. С., Стойка Р. С., Ємець А. І.</i> . . . . .	149
Отримання рідкого органічного добрива — стимулятора «Біохром» для позакореневого живлення рослин <i>Бунчак О. М.</i> . . . . .	151
Стресс-протекторное влияние на растения проса ( <i>Panicum miliaceum</i> L.) 24-эпибрассиностероидов, модифицированных остатком салициловой кислоты <i>Вайнер А. А., Жилицкая Г. А., Колупаев Ю. Е., Литвиновская Р. П., Хрипач В. А.</i> . . . . .	152
Дія метаболітів морських водоростей на проростання зерна пшениці <i>Triticum aestivum</i> L. <i>Войтенко Л. В., Мусатенко Л. І.</i> . . . . .	154
Биоэнергетические характеристики митохондрий проростков гороха в условиях недостаточного увлажнения и обработки семян мелафеном <i>Жигачева И. В., Бурлакова Е. Б., Генерозова И. П., Шуаев А. Г.</i> . . . . .	156
Екологічна стійкість культурбіогеоценозу в умовах промислового мегаполісу <i>Євтушенко Т. М.</i> . . . . .	157
Вплив форми ліганду хелатних мікродобрив на ростові і біометричні показники проростків озимої пшениці ( <i>Triticum aestivum</i> L.) <i>Капітанська О. С., Прядкіна Г. О.</i> . . . . .	159

Вплив токоферолу на адаптивний стан та формування біологічної продуктивності <i>Pisum sativum</i> L. <i>Колесніков М. О.</i> . . . . .	160
Рост и развитие <i>Helianthus annuus</i> в условиях юго-востока Украины <i>Косогова Т. М., Решетняк Н. В., Попытченко Л. М.</i> . . . . .	162
Сравнительная оценка действия наночастиц биогенных металлов на рост плейстофитов <i>Кравченко И. С., Ревнюк И. В., Ольхович О. П., Таран Н. Ю.</i> . . . . .	163
Изучение влияния ФАВ на продуктивность представителей рода Хоста <i>Миронова Л. Н., Реут А. А.</i> . . . . .	164
Влияние регуляторов роста на продуктивность картофеля и его качество <i>Мостякова А. А., Владимиров В. П., Владимиров К. В.</i> . . . . .	166
Культивирование клеток и тканей растений как продуцентов БАВ <i>Овсянникова А. М., Остоплец Е. О., Калюжная О. С., Стрелец О. П., Стрельников Л. С.</i> . . . . .	168
Вплив регуляторів росту на продуктивність озимої пшениці в залежності від строків посіву <i>Присяжнюк М. П.</i> . . . . .	169
Влияние препаратов Аверком и Аверком-нова на физиолого-биохимические процессы у озимой пшеницы на ранних этапах онтогенеза. <i>Раевская И. Н., Белявская Л. А., Жмурко В. В.</i> . . . . .	171
Растение с курареподобным действием — Живокость сетчатоплодная: химический состав, прикладное значение <i>Россихин В. В., Яковенко М. Г., Кривицкая И. А., Корниенко Е. М.</i> . . . . .	173
Софора японская — химический состав и прикладное значение <i>Россихин В. В., Яковенко М. Г., Кривицкая И. А., Корниенко Е. М.</i> . . . . .	174
Використання соломи і рослинних рештків на органічні добрива за допомогою деструктора соломи «Вермистим-Д» <i>Сендецький В. М., Гнидюк В. С.</i> . . . . .	176
Вплив обробки мікроелементним комплексом на вміст хлорофілу, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів та зернову продуктивність озимої пшениці <i>Соколовська-Сергієнко О. Г., Поліщук Г. І.</i> . . . . .	177
Вплив хітозану та наночастинок заліза на фітотоксичність гербіциду піроксуламу <i>Грач В. В., Гуральчук Ж. З., Гринюк С. А., Лопатько К. Г.</i> . . . . .	179
<b>ПОКАЖЧИК АВТОРІВ</b> . . . . .	181

# CONTENT

---

---

## Section 1. PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL REGULATION OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

Physiological and biochemical regulation of <i>Triticum aestivum</i> L. plant morphogenesis <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> <i>Avksentyeva O. A.</i> . . . . .	20
Formation of structure and plant productivity of soybean ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) under different day length <i>Al-Hamadani Haider Nabil, Zhmurko V. V.</i> . . . . .	22
Gibberellic acid of dormant and germinated reproductive buds of <i>Equisetum arvense</i> L. <i>Voytenko L. V., Lihniovsky R. V.</i> . . . . .	23
Anatomical and morphological characteristics of vegetative organs of <i>Persicaria amphibian</i> (L.) Delarbre under different growth conditions <i>Grygorchuk I. D., Mirolovov O. V., Musatenko L. I.</i> . . . . .	25
The dependence of photosynthesis of wheat leaves on nitrogen content and light intensity <i>Kiriziy D. A., Ryzhykova P. L.</i> . . . . .	26
Physiological and biochemical aspects of pollination control in the species of genus <i>Linum</i> <i>Levchuk A. N., Lyakh V. A.</i> . . . . .	28
Growth rhythms analysis of different plant groups of genus <i>Peperomia Ruiz &amp; Pavon</i> in the botanical garden DNU named by Oles Gonchar <i>Lomyga L. L., Lykholat Y. V., Lesko Y. Y., Buryak I. Y.</i> . . . . .	29
The role of gibberellin in regulation of flowering transition of <i>Arabidopsis thaliana</i> mutants <i>Milyaeva E. L.</i> . . . . .	30
Photoperiod effects production process and grain quality of soybean isogenic by <i>E</i> genes lines ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) <i>Popova Y. V., Zhmurko V. V.</i> . . . . .	32
Cultivar features of the regulation of distribution and utilization of light energy in the thylakoid membranes of chloroplasts <i>Pryadkina G. A., Maslyukovskaya O. V., Stasik O. O.</i> . . . . .	34
The capacity parameters of the photosynthetic apparatus of <i>Triticum aestivum</i> L. under the influence of biologically active substances <i>Storozhenko V. O., Batsmanova L. M., Okanenko O. A., Serga O. I., Makarenko V. I.</i> . . . . .	35
The influence of red light on growth and activity of indoleacetic acid, gibberellins and abscisic acid in isogenic lines of soybean <i>Timoshenko V. F.</i> . . . . .	37
Photosynthetic apparatus activity during the grain maturing and plant productivity of winter wheat <i>Frantiychuk V. V., Kiriziy D. A., Stasik O. O.</i> . . . . .	39
Photomorphogenetic response of plant seedlings which differed in photoperiodic sensitivity, rate and type of development <i>Shulik V. V., Avksentyeva O. A.</i> . . . . .	41
Phytochrome activation affects soluble carbohydrates dynamics in the tomato leaves and apex growing ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) <i>Schegolev A. S., Zhmurko V. V.</i> . . . . .	42

IAA content and activity in the leaves and apical meristems of isogenic by <i>E</i> genes lines of soybean under different photoperiod <i>Yuhno Y. Y., Zhmurko V. V., Linetskaya I. V.</i> . . . . .	44
Morphogenesis and the content of carbohydrates and different forms of nitrogen in isogenic by <i>Vrn</i> genes lines of wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) <i>Zhmurko V. V., Avksentyeva O. A., Han Bing, Meixia Chen</i> . . . . .	46
Effects of different photoperiod conditions on activity of amylase, invertase and sucrose-phosphate synthase in soybean leaves <i>Zhmurko V. V., Aldal'in Hammad Khalifeh Hammad</i> . . . . .	47

## Section 2.

### MOLECULAR GENETIC AND BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT REGULATION

Cell selection of tomatoes with enhanced resistance to bacterial diseases <i>Avetisian Y. F., Kolomiets Y. V.</i> . . . . .	49
Callus formation and growth parameters of soybean ( <i>Glycine max</i> ) isogenic lines <i>in vitro</i> <i>Vasilchenko M. S., Avksentyeva O. A.</i> . . . . .	51
Plant growth and development regulation of grapes reproduction <i>in vitro</i> <i>Batukaev A. A., Ahmad A. H., Batukaev M. S.</i> . . . . .	52
The assessment of trophic properties of chemically modified and natural starches of spring barley stamens and isolated embryos <i>in vitro</i> <i>Bilynska A. B., Dulnev P. G., Timchuk S. M., Sizhuk A. P., Derebizova O. Y.</i> . . . . .	54
Optimization of regeneration condition for soft wheat callus tissue by using synthetic plant growth regulators <i>Gorbatyuk I. R., Bavol A. V., Golubenko A. V., Gnatiuk I. S., Morgun B. V.</i> . . . . .	56
Brining of four soybean varieties "Horol", "Tanais", "Kuban", "Terek", "Cheremosh granit" into <i>in vitro</i> culture <i>Zabeyda O. F., Zhuk V. P., Naumenko V. D.</i> . . . . .	57
The study of cytogenetic effects of genes controlling the rate of wheat development <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> <i>Moskaliev V. B., Avksentyeva O. A.</i> . . . . .	59
Identification of valuable alleles of wheat macromolecular glutens (MMG) by using molecular markers <i>Stepanenko A. I., Morgun B. V., Pohylko S. Y.</i> . . . . .	60
Identification of wheat WX genes in triticale hybrids by using molecular-genetic research methods <i>Stepanenko O. V., Rybalka O. I., Morgun B. V.</i> . . . . .	62
An investigation of photosynthesis of winter wheat new lines with the rare <i>Gli-Glu</i> -alleles <i>Tarasyuk O. I., Pochynok V. M.</i> . . . . .	63
The pro-and antioxidant system of potatoes suspension cells under the salt and osmotic stress <i>Utarbaeva A. S., Chebonenko O. V., Tursunova A. K., Amirkulova A. Z., Abayldaev A. O.</i> . . . . .	65
The callus stability of winter triticale accessions <i>in vitro</i> <i>Khabieva N. A., Aliyeva Z. M.</i> . . . . .	66
The mechanisms of gene interactions under the inheritance of traits <i>Hablak S. G.</i> . . . . .	67
Effects of the gene <i>Ppd-B1</i> alleles on agronomic characteristics in the South of Ukraine <i>Fayt V. I., Pogrebnyuk O. O., Balashova I. A., Stelmach A. F.</i> . . . . .	69
The haploid production capacity of soft winter wheat in the presence of translocations <i>IRS.1BL AND IRS.1AL</i> in genotype <i>Shestopal O. L., Zambriborsch I. S., Topal M. M.</i> . . . . .	71
The changes in plastid morphology and their pigment composition in the leaves of chlorophyll mutants and green plants of different ages <i>Yarantseva V. V., Lyakh V. A.</i> . . . . .	72



### Section 3.

## PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT WITHIN “PLANT-MICROORGANISMS” INTERACTION

The juvenile soft winter wheat resistance to a range of pathogens of root rot <i>Babayants O. V., Sechnyak A. L., Miros S. L.</i> . . . . .	74
Developmental features of mycorrhizal <i>Rhododendron luteum Sweet</i> during different phenological phases <i>Belova N. Y.</i> . . . . .	76
Effects of different temperatures on the growth of new fungus strains of <i>Irpex lacteus Fr.</i> — the producer of milk-clotting proteinase <i>Boyko M. I., Boyko S. M., Dreval K. G., Chemeris O. V.</i> . . . . .	77
Phytotoxic effect of railway soils in Transcarpathian region <i>Bobryk N. Y., Kryvtsova M. V., Nikolaychuk V. I.</i> . . . . .	79
The changes of guaiacol peroxidase activity in soybean roots inoculated by <i>Bradyrhizobium japonicum</i> and grown under different water supply and the influence of exogenous lectin <i>Veselovska L. I., Kots S. Y.</i> . . . . .	81
Productivity of lucerne under different water supply with treatment of homo- and heterologous proteins with the hemagglutinin activity <i>Kots S. Y., Mikhalkiv L. M., Beregovenko S. K., Mokrytsky K. A.</i> . . . . .	82
Induction of some phenolics synthesis by oak seedlings leaves after pathogen infection dispersal <i>Polyakova L. V.</i> . . . . .	84
Lectin activity of various cell fractions of winter wheat seedlings under abiotic stress <i>Pysmenna Y. M., Panyuta O. O., Belava V. N.</i> . . . . .	85
An associative nitrogen fixation in the rhizosphere of isogenic <i>Vrn</i> wheat lines <i>Samoilov A. M., Zhmurko V. V.</i> . . . . .	87
The changes within free amino acids content in <i>P. sylvestris</i> seedlings infected with the fungus <i>Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.</i> <i>Chemeris O. V., Boyko M. I.</i> . . . . .	89
Effects of inoculation on morphometric parameters and yield of <i>Glycine max (L.) Merr.</i> cultivars differed in resistance to diseases <i>Yarotska K. M., Ivanyuk S. V., Kosakivska I. V.</i> . . . . .	90
Protective effect of biopreparations on the basis of <i>Bacillus Cohn</i> on growth and development of sugar beet plants infected by <i>Alternaria alternata</i> <i>Iliasova E. Y., Lastochkina O. V., Farkhutdinov R. G., Grigoriadi A. S.</i> . . . . .	92
Metabolic changes in Soybean roots inoculated by <i>Bradyrhizobium japonicum</i> strains with different symbiotic properties <i>Levishko A. S., Mamenko P. M.</i> . . . . .	93
Soybean seed exudates modulate plant growth promoting activities of rhizobacteria <i>Melnykova N. M., Gryshchuk O. O.</i> . . . . .	94

### Section 4.

## PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT IN STRESS CONDITIONS

The study of salicylic acid influence on cucumber response to hypothermia <i>Abilova G. A.</i> . . . . .	96
Cultivar specificity of wheat seedling stress response under the influence of cadmium, nickel and plumbum <i>Artyushenko T. A., Gryshko V. M.</i> . . . . .	98
The germination and proline content in seedlings of spelt wheat seeds and soft wheat under the influence of water deficit <i>Borysova O. V., Ruzhytska O. M.</i> . . . . .	100

Dynamics of the content of reduced glutathione in roots of maize seedlings exposed to hyperthermia <i>Boroday E. S.</i> . . . . .	101
Methods of experiment arrangement for a study of <i>Carex hirta</i> L. plant response to oil pollution of soil <i>Bunio L. V., Mykiyevych I. M.</i> . . . . .	103
Phospholipase C inhibitor neomycin eliminates the development of heat-resistance of wheat coleoptiles caused by the action of brassinosteroids <i>Vayner A. A., Kolupaev Y. E., Yastreb T. O., Khripach V. A.</i> . . . . .	104
The tolerance of some cereals to stressful concentrations of cuprum sulphate <i>Vakerych M. M., Tkach O. P., Nikolaychuk V. I.</i> . . . . .	106
Growth as an integral indicator of the physiological state of plants under conditions of plumbum intoxication <i>Voytshivska O. V., Charanovska Y. V.</i> . . . . .	107
The effect of nickel on cell microtubules <i>Arabidopsis thaliana</i> roots <i>Goriunova I. I., Emets A. I.</i> . . . . .	109
The NaCl salinity effect on growth and pigment system of <i>Fagopyrum esculentum</i> and <i>Faba bona</i> <i>Derkach I. V., Romanjuk N. D.</i> . . . . .	110
Estimation of industrial emissions influence with content of heavy metals to assimilation organs of arboreal plants <i>Zubrovska A. M.</i> . . . . .	112
Accumulation of phenol contents and anthocyanin in wheat plants combined effect of salicylic acid and cadmium chloride in wheat plants <i>Kavulych J., Kobyletska M.</i> . . . . .	113
Morphofunctional status evaluation of <i>Astasia longa</i> algae cells by confocal microscopy in terms of induced stress <i>Kadnikova N. H., Kovalenko I. F., Ovsyannikov S. E., Vysekantsev I. P., Shatilova L. E., Kovalenko G. V.</i> . . . . .	115
Hardening heating and antagonists of nitric oxide induce enzymatic antioxidative system of wheat seedlings <i>Karpets Y. V., Kolupaev Y. E., Shvydenko N. V.</i> . . . . .	117
The reaction of the antioxidant system of rye and wheat seedlings differing in frost resistance on hardening and kriostress <i>Kolupaev Y. E., Ryabchoun N. I., Vayner A. O., Yastreb T. O., Oboznyi A. I., Chetverik A. N.</i> . . . . .	118
Pigment content dynamics of photosynthetic apparatus and rhizogenesis features of gymnosperms representatives under conditions of salinity <i>Kotlyar V. P., Kapustyan A. V., Abramovich Y. V.</i> . . . . .	120
The reaction of glutathione-dependent system of grass plants to the action of nickel salts <i>Lykholat Y. V., Khromykh N. A., Lemish V. V.</i> . . . . .	121
Influence of jasmonic acid on activity of antioxidant enzymes and growth of hordeum plants in drought conditions <i>Lugova G. A.</i> . . . . .	122
The changes of some physiological and biophysical parameters of winter wheat plants during hardening <i>Mayor P. S., Antoniuk V. P., Khranovska M. P.</i> . . . . .	124
Nodule formation and soybean vegetative productivity in symbiotic systems of varying efficiency under conditions of water deficit <i>Melnyk V. M., Ogir A. D., Kots S. Y.</i> . . . . .	125
The changes of pigment content in tomato leaves after effect of the real space flight factors <i>Mishchenko L. T., Taran O. P., Dunich A. A.</i> . . . . .	127
The cold effects on the actin filaments of root cells of <i>Arabidopsis thaliana</i> <i>Plohovskaya S. G., Emets A. I., Blum Y. B.</i> . . . . .	128
The water deficit resistance assessment of winter triticale obtained by selection <i>in vitro</i> <i>Pykalo S. V.</i> . . . . .	130
Aluminium induced gormezis phenomenon in plants <i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn. <i>Smirnov O. E., Taran N. Y., Kosyan A. M., Kosyk O. I.</i> . . . . .	131

RuBisCO <i>in vivo</i> kinetic parameters in leaves of winter wheat cultivars with different heat resistance under conditions of high stress <i>Stasyk O. O.</i> . . . . .	133
The content of reduced glutathione in the vegetative organs of hybrid maize seedlings of different heavy metals sensitivity <i>Syschikov D. V.</i> . . . . .	135
Malate dehydrogenase system of plant leaves by manganese deficiency and foliar microelement feeding <i>Yakuba I. P., Pauzer O. B., Shvets G. A.</i> . . . . .	136
Light regulation of different spectral composition of the photosynthesis intensity under saline conditions and heavy metals treatment <i>Yakushenkova T. P., Kuznetsova A. P.</i> . . . . .	138
Role of glutathione in the response to heavy metals in wheat <i>Boldizsár Á., Gulyás Z., Galiba G., Gryshko V., Kocsy G.</i> . . . . .	139
Effect of salicylic acid on the metabolism of carbohydrates and fructose in plants of corn and wheat under drought conditions <i>Malenk U., Kobyletska M., Terek O.</i> . . . . .	141
Human interferon alpha 2b positively affects plant growth in both aseptically non-stressed and water deficit conditions <i>Slyvets M., Sakhno L.</i> . . . . .	142

## Section 5.

### APPLIED ASPECTS OF THE REGULATION OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY

Use of papaya fruits and leaves as a component of healing drinks <i>Abdurazakov O., Avksentyeva O. A., Zhmurko V. V.</i> . . . . .	144
Bioactive substances of metabolite preparations on the basis of soil streptomycetes <i>Belyavskaya L. A., Kozyritskaya V. E., Iutinskaya G. A.</i> . . . . .	146
The applied aspects of microwave technology using in agroindustrial complex <i>Boshkova I. L., Kolomyichuk S. G., Hlieva O. Y., Georgiesh K. V., Kolomyichuk T. V.</i> . . . . .	148
The effect of different polymer types based on poly-DMAEM on the tobacco protoplasts <i>Buziashvili A. Y., Tanasienko I. V., Finyuk N. S., Stoyca R. S., Yemets A. I.</i> . . . . .	149
Production of liquid organic fertilizer — stimulator “Biohrom” for foliar plant nutrition <i>Bunchak A. M.</i> . . . . .	151
Stress-protective effect of 24 epibrassinosteroids modified with salicylic acid residue on millet plants ( <i>Panicum miliaceum</i> L.). <i>Vayner A. A., Zhilitskaya G. A., Kolupaev Y. E., Litvinovskaya R. P., Khripach V. A.</i> . . . . .	152
Effects of marine algae metabolites on wheat <i>Triticum aestivum</i> L. germination <i>Voytenko L. V., Musatenko L. I.</i> . . . . .	154
Bioenergy characteristics of pea seedling mitochondria under the low moisture and seed treatment with melaphene <i>Zhigacheva I. V., Burlakova E. B., Generozova I. P., Shugaev A. G.</i> . . . . .	156
Ecology stability of culture biogeocoenosis in the industrial metropolis conditions <i>Yevtushenko T. M.</i> . . . . .	157
The effect of chelated ligands of micronutrients on the growth and biometric parameters of winter wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) seedlings <i>Kapitanska O. S., Pryadkina G. O.</i> . . . . .	159
Tocopherol influence on <i>Pisum sativum</i> L. adaptive state and biological productivity formation <i>Kolesnikov M. O.</i> . . . . .	160
The growth and development of <i>Helianthus annuus</i> in a south-east of Ukraine <i>Kosogova T. M., Reshetnyak N. V., Popytchenko L. M.</i> . . . . .	162

The comparative assessment of the biogenic metal nanoparticles effect on the pleystofits growth	
<i>Kravchenko I. S., Revnyuk I. V., Olkhovich O. P., Taran N. Y.</i> . . . . .	163
The study of the BAS effect on the productivity of the genus <i>Hosta</i>	
<i>Mironova L. N., Reut A. A.</i> . . . . .	164
The effect of growth regulators on the potato productivity and quality	
<i>Mostyakova A. A., Vladimirov V. P., Vladimirov K. V.</i> . . . . .	166
The cultivation of plant cells and tissues as BAS producers	
<i>Ovsyannikova A. M., Ostopolets E. O., Kaliuzhnaya O. S., Strilets O. P., Strelnikov L. S.</i> . . . . .	168
The effect of growth regulators on winter wheat productivity depending on the seeding time	
<i>Prysyazhnyuk M. P.</i> . . . . .	169
The influence of Averkom and Averkom-nova on the physiological and biochemical processes of winter wheat on the early stages of ontogenesis	
<i>Raevskaya I. N., Belyavskaya L. A., Zhmurko V. V.</i> . . . . .	171
<i>Delphinium dictyocarpum</i> plant with curare-like effect: the chemical composition, practical value	
<i>Rossikhin V. V., Yakovenko M. G., Krivitskaya I. A., Kornienko E. M.</i> . . . . .	173
<i>Sophora japonica</i> : the chemical composition and practical value	
<i>Rossikhin V. V., Yakovenko M. G., Krivitskaya I. A., Kornienko E. M.</i> . . . . .	174
The straw and plant remains applications into the organic fertilizer using the straw destructor “Vermystym-D”	
<i>Sendetsky V. M., Gnydyuk V. S.</i> . . . . .	176
The effect of microelement complex treatment on the content of chlorophyll, antioxidant chloroplasts enzymes and grain productivity of winter wheat	
<i>Sokolovska-Sergienko O. G., Polishchuk G. I.</i> . . . . .	177
The effect of chitosan and iron nanoparticles on the herbicide piroksulam phytotoxicity	
<i>Trach V. V., Guralchuk Z. Z., Grynyuk S. A., Lopatko K. G.</i> . . . . .	179
<b>INDEX OF AUTHORS</b> . . . . .	183

Секція 1.

## ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

Section 1.

## PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL REGULATION OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

---

### Физиолого-биохимическая регуляция морфогенеза растений *Triticum aestivum* L. *in vivo* и *in vitro*

Авксентьева О. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: avkentyeva@rambler.ru

Основой физиолого-биохимической регуляции роста и развития, т. е. морфогенеза растений, является комплементарная система трофических, фитогормональных и энзиматических факторов. Важным компонентом этой системы является генетическая регуляция, которая у пшеницы мягкой *Triticum aestivum* L. представлена двумя основными системами генов, детерминирующими темпы ее развития — гены *VRN* (потребность в яровизации, тип развития яровой/озимый) и гены *PPD* (фотопериодическая чувствительность) (Cosgram et al., 2007; Trevaskis et al., 2012). Известно, что у многих растений способность к первичному каллусогенезу и особенности роста каллусной ткани в культуре *in vitro* являются генетически детерминированными признаками (Кунах, 2005). Клетки каллусной ткани высших растений, наряду с приобретением новых специфических свойств, способны сохранять свойства, характерные для растений в условиях *in vivo*, хотя проявление путей морфогенеза в системе *in vitro* реализуется в более широком диапазоне (Журавлев и др., 2008). Целью наших исследований было изучение взаимосвязи физиолого-биохимических процессов регуляции роста и развития растений пшеницы мягкой, детерминированных системой генетического контроля темпов разви-

тия в условиях *in vivo* и сопоставление с эффектами генов *VRN* и *PPD* в условиях культуры *in vitro*. Материалом для исследований служили почти изогенные моногеннодоминантные линии (NILs) по генам контроля типа развития *VRN* (vernalization) и фотопериодической чувствительности *PPD* (photoperiod), созданные в генофоне двух сортов озимой пшеницы. Результаты исследования морфогенетических реакций выявили, что среди изучаемых изолиний можно выделить быстро- и медленно развивающиеся, которые различаются по ростовой реакции, скорости прохождения фаз и этапов органогенеза, накоплению биомассы и показателям продуктивности. Изучение физиолого-биохимических процессов, определяющих темпы развития изолиний в условиях *in vivo*, показали, что быстроразвивающиеся линии по сравнению с медленно развивающимися характеризуются более высоким содержанием растворимых углеводов, АМК, азотсодержащих соединений, ростстимулирующих фитогормонов, повышенной активностью оксидоредуктаз и ферментов углеводного обмена в листьях и апикальных меристемах. При исследовании данных генетических систем в условиях *in vitro* установлено, что медленно развивающиеся изолинии, независимо от типа выбранного экспланта, эффективнее вводятся в культуру *in vitro*, характеризуются более высоким потенциалом первичного каллусогенеза, скоростью роста каллусных тканей, митотическим индексом, оводнённостью и накоплением биомассы. Быстроразвивающиеся изолинии при культивировании в условиях *in vitro* характеризовались более высокими показателями проявления разных форм морфогенетического потенциала — геммогенеза, гемморизогенеза и соматического эмбриоидогенеза. Изучение процессов морфогенеза растений при активации фито- и криптохромной системы в условиях *in vivo* и *in vitro* показало однотипную реакцию. Таким образом, полученные данные дают основание предполагать, что процессы физиолого-биохимической, генетической и фотоморфогенетической регуляции роста и развития растений *in vivo* и культуре *in vitro* взаимосвязаны.

**Summary.** The paper presents the results of a study of morphometric, physiological, biochemical, phytohormone and phytochrome reactions of the isogenic genes controlling the type and pace of development of wheat lines. It is shown that the genes *VRN* and *PPD* determining the rate of plant development under conditions *in vivo* are involved in the determination of morphogenesis *in vitro*.

## **Формирование структуры и продуктивности растений сортов сои (*Glycine max* (L.) Merr.) в условиях разной длины дня**

**Аль-Хамадени Хайдер Набил, Жмурко В. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: agronomist1984@gmail.com*

Соя по своим биологическим особенностям является короткодневным теплолюбивым растением (Лещенко, 1987). По этой причине ее массовое возделывание в Украине сосредоточено преимущественно в южных регионах страны с продолжительным периодом вегетации, относительно коротким фотопериодом и суммой эффективных температур в пределах 2700–3500 °С. В этих условиях наиболее полно реализуется потенциал продуктивности сортов поздних сроков созревания. Сорта ранних и средних сроков созревания менее продуктивны, хотя и вызревают при возделывании в разных регионах страны. В связи с этим важно создание таких сортов сои, которые бы при возделывании в разных регионах Украины формировали высокий урожай и его качество и вызревали в оптимальные сроки. Для их создания важно исследование физиолого-биохимических особенностей реакции растений сортов сои на изменение продолжительности фотопериода. В литературе имеются данные о фотопериодической реакции у набора сортов сои только на уровне фенотипа (Давыденко и др., 2008).

Целью наших исследований было изучение ростовых процессов и формирования индивидуальной продуктивности сои в условиях разного фотопериода. Опыты проведены в течение вегетационного периода 2014 года. Материалом для исследования послужили сорта сои отечественной селекции: Аннушка, Устя, Ятрань и Хаджибей, которые различаются по срокам созревания. Растения выращивали на экспериментальном участке кафедры физиологии и биохимии растений и микроорганизмов ХНУ им. В. Н. Каразина. От всходов до фазы третьего настоящего листа растения росли на естественном длинном дне (16-часовом на широте Харькова). Начиная с этой фазы часть растений подвергали воздействию короткого (9-часового) фотопериода в течение двух недель. Затем все растения продолжали выращивать на естественном дне до созревания. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, отмечая даты всходов, цветения, начала образования бобов и созревания для определения влияния фотопериода на темпы развития растений. После уборки определяли элементы их структуры (высоту главного побега, число боковых побегов, число бобов на растении, число зерен и массу зерна



на рослини, а також масу 100 зерен). Для аналізів використовували по 25 рослин кожного варіанта опыта.

Полученные результаты показали, что в условиях короткого фотопериода сорта Аннушка, Устя и Ятрань зацветали и созревали практически в те же сроки, что и на длинном дне. Сорт Хаджибей на коротком дне ускорил переход к цветению и сократил период вегетации почти на две недели, в сравнении с этими сроками на длинном дне.

Результаты анализа элементов структуры растения показали, что под влиянием короткого фотопериода у сортов Аннушка, Устя и Хаджибей уровень ее показателей существенно снижался, в сравнении с показателями на естественном длинном дне. У сорта Ятрань в условиях короткого дня высота главного побега была значительно меньшей, незначительно большим было число боковых побегов, но существенно больше было число бобов, зерен и массы зерна с растения, чем в условиях длинного дня.

Таким образом, полученные предварительные данные свидетельствуют о зависимости темпов развития и формирования элементов структуры растений, а также индивидуальной продуктивности сортов сои от продолжительности фотопериода, которая, вероятно, обусловлена их генотипом.

**Summary.** The genotypic features of soybean varieties reaction to a change of photoperiod length were detected.

## **Гіберелова кислота сплячих і пророслих репродуктивних бруньок *Equisetum arvense* L.**

**Войтенко Л. В., Ліхньовський Р. В.**

*Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна  
e-mail: Lesya\_voytenko@ukr.net*

Регуляція запуску й виконання морфогенетичних програм і репродуктивних перетворень у вищих і нижчих рослин відбувається за участю збалансованих багатокомпонентних фітогормональних систем, які досить подібні між собою (Іванова, 1999, 2000; Johri, 2008; Gregoric, Fisher, 2006). Проте, між ними існують певні відмінності в співвідношенні окремих складових, попередників й проміжних продуктах синтезу. Регуляторна роль фітогормональної системи залежить як від збалансованої кількості й дії всіх груп, так і окремих компонентів. Різні фітогормони можуть однаково впливати на процеси росту, розвитку й репродукції у вищих і нижчих рослин. Показано, що гібереліни й цитокініни задіяні в регуляції процесів росту, роз-

витку й визначення статті у дводомних і однодомних квіткових рослин, деяких мохоподібних і папоротей (Панкратов, Хряніни, 1999; Хряніни, 2002; Геращенко, Рожнова, 2013; Banks, 1999). Водночас, для хвоців, які належать до судинних спорових рослин, ці питання залишаються не вивченими. Метою нашої роботи був аналіз розподілу, співвідношення й кількісного складу вільних і кон'югованих форм гіберелової кислоти (ГКЗ) у сплячих (осінньо-зимових) і пророслих (весняних) репродуктивних бруньках *Equisetum arvense*. Виділення вільної й кон'югованої форм ГКЗ проводили відповідно до (Методические рекомендации, 1988). Вперше якісний та кількісний аналіз гіберелінів у репродуктивних бруньках *E. arvense* було проведено методом вискоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) на рідинному хроматографі Agilent 1200 LC з діодно-матричним детектором G 1315 B (США). Визначення гіберелової кислоти проводили при довжині хвилі 210 нм, яка відповідає максимуму поглинання ГКЗ. Елюцію обох форм гормону здійснювали в системі розчинників ацетонітрил : бідистильована вода (20:80). Аналіз проб проводили в режимі online, обрахунок хроматограм здійснювався за допомогою програмного забезпечення Chem Station (версія В.03.01) у режимі offline.

Показано, що формування, розвиток і проростання репродуктивних бруньок *E. arvense* відбувається на фоні досить високих рівнів як вільної, так і кон'югованої форм ГКЗ. Перехід до стану спокою репродуктивної бруньки в осінньо-зимовий період супроводжується накопиченням кон'югованої ГКЗ від 25,2 до 720,3 нг/г маси сирової речовини (м.с.р.) і зменшенням вмісту вільної форми фітогормону від 855,5 до 240,6 нг/г м.с.р. Початок інтенсивного проростання бруньок (весняний період) відбувався на фоні високого рівня вільної і кон'югованої форм гіберелової кислоти (7763,1 та 1829,0 нг/г м.с.р., відповідно). Однак, через 10 днів після інтенсивного проростання бруньки та утворення репродуктивного пагону зі сформованим на верхівці стробілом спостерігали значне зниження вмісту вільної форми ГКЗ як у стробілах (слідові кількості), так і в міжвузлях (50,4 нг/г м.с.р.). Вірогідно, що вільна форма гіберелової кислоти активує ростові (поділ і розтягнення клітин міжвузля) і репродуктивні (формування й розвиток стробіла й спор) процеси в *E. arvense*. Високі концентрації ГКЗ, виявлені у репродуктивній бруньці й органах весняного пагона хвоця польового, не пригнічували ростові процеси, тоді як у вищих рослин, навпаки, викликали інгібуючий або летальний ефект.

**Summary.** For the first time the HPLC techniques was used to study the specific features of distribution, change in ratio and quantity of free and conjugated gibberellic acid forms in dormant (autumn-winter) and germinated (spring) of *Equisetum arvense* reproductive buds. There was found a correlation between the reproductive bud germination intensity, growth and development of spring shoot organs, formation of sporiferous organs and spores

and content of free and conjugated gibberellic acid forms in *Equisetum*. Higher quantity of gibberellic acid produced by spring shoot organs during the period of intensive germination is not toxic for *E. arvense* and is most probably involved in the regulation of sporiferous organs processes.

## **Анатомо-морфологічні особливості вегетативних органів гірчака *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre за різних умов зростання**

**Григорчук І. Д.<sup>1</sup>, Миролюбов О. В.<sup>2</sup>, Мусатенко Л. І.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
вул. Івана Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна  
e-mail: [physioplants@mail.ru](mailto:physioplants@mail.ru)

<sup>2</sup> Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук  
України  
вул. Терещенківська 2, м. Київ, 01601, Україна  
e-mail: [myrolubov@voliacable.com](mailto:myrolubov@voliacable.com)

Дослідження анатомо-морфологічних особливостей рослин, що ростуть в змінених умовах існування, мають велике значення для розкриття та пізнання механізмів їх пристосування та стійкості (Холодний М. Г. Пристосування наземних рослин до водного середовища). Важливою ланкою в цих процесах є фітогормони — посередники між екзогенними факторами і реакціями-відповідями рослинного організму. Останні проявляються в зміні фізіологічних функцій та морфологічних ознак.

Задля з'ясування особливостей пристосування гірчака *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre за різних умов зростання, нами вивчалися: вміст фітогормонів в органах надземної частини пагону, водний режим листків та морфо-анатомічні особливості вегетативних органів в онтогенезі. Результати наших досліджень свідчать про таке:

Суходільна форма *P. amphibia*, на відміну від водної, характеризується меншою кількістю води, що вилучаються з клітин осмотично активними речовинами, більшою водозатримуючою та водовіновлюючою здатністю клітин, що дозволяє існувати в умовах суходолу.

Опушеність листків, кількість продихів, міжклітинників і провідних пучків, розміри клітин верхньої епідерми, вміст елементів механічної і провідної тканин у міжвузлях, інтенсивність ростових процесів, можуть бути визначальними ознаками амфібійності рослин.

Більш інтенсивний ріст головного пагону водної форми у фазу вегетативного росту сприяє виносу асимілюючих органів на поверхню води, а суходільної — в період цвітіння, пов'язано з інтенсивним формуванням органів вегетативного розмноження.

У водної форми інтенсивний ріст занурених міжвузлів зумовлюється більшими кількістю ІОК, активністю ГПР та виділенням етилену і меншим вмістом їх потенційного антагоніста — АБК.

Триваліший в часі розвиток суходільної форми гірчака та більш інтенсивне наростання його вегетативної маси до моменту цвітіння супроводжується більшим, ніж у водної форми, вмістом ІОК, ЦТК та активністю ГПР.

На підставі вищезазначеного можливо зробити висновок, що *P. amphibia* характеризується високою стійкістю до змін водозабезпечення. Існування в умовах суходолу, призвело до формування типової наземної рослини з прямостоячим стеблом і забезпечується певними фізіолого-біохімічними та анатомічними особливостями. Характер та швидкість ростових процесів, особливості будови листків та пагонів, статус фітогормонів та водний режим дозволяють припускати, що в процесі еволюції виду саме суходільна форма була вихідною, тобто гірчак є вторинноводною рослиною.

**Summary.** The results of study morpho-physiological features of *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre under different growth conditions are presented. Morpho-anatomical features of the vegetative organs of *P. amphibia*, their water regime and status of phytohormones were explored in the work. The condition was put forward, that the character and the speed of the growth processes of the dry valley form in comparison with the water form, anatomico-morphological differences of the structure of its leaves and sprouts, the status of the phytohormones and features of the water regime let us suppose that in the process of the *P. amphibia* evolution exactly dry valley form could be initial.

## **Залежність фотосинтезу листків пшениці від вмісту азоту та інтенсивності освітлення**

**Кірізій Д. А., Рижикова П. Л.**

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України*

*вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна*

*e-mail: kiriziy@ukrpost.net*

У вегетаційному досліді на рослинах озимої м'якої пшениці сортів Фаворитка, Смуглянка та Миронівська 808, які вирощували за двох доз внесення мінерального живлення —  $N_{160}P_{160}K_{160}$  і  $N_{32}P_{32}K_{32}$  мг/кг ґрунту, визначали вміст хлорофілу і азоту в прапорцевих листках, інтенсивність їх фотосинтезу за освітленості 100 і 500 Вт/м<sup>2</sup> ФАР та складові зернової продуктивності. Виявлено тісний кореляційний зв'язок

між вмістом в листках азоту та інтенсивністю фотосинтезу у фазу цвітіння як за високої, так і низької освітленості ( $R^2$  відповідно 0,85 і 0,87), тоді як між вмістом хлорофілу та фотосинтезом кореляція була вищою за меншої освітленості ( $R^2$  становив 0,84 проти 0,74). Це можна пояснити посиленням значення розмірів світлозбиральної антени зі зниженням кількості світлової енергії, що падає на листок. За високої освітленості не всі молекули хлорофілу здатні утилізувати енергію поглинутих квантів світла у реакційних центрах внаслідок їх перевантаженості, і деяка частка поглинутої енергії розсіюється у нефотохімічному каналі для захисту фотосинтетичного апарату від фоторуйнування. Кореляція між інтенсивністю фотосинтезу прапорцевих листків у фазу молочно-воскової стиглості та зерною продуктивністю була тіснішою, ніж для інтенсивності фотосинтезу у фазу цвітіння. На низькому фоні мінерального живлення інтенсивність фотосинтезу, зернова продуктивність головного пагона і вміст азоту в зерні були меншими на 35–50%, ніж на високому. За цих умов рослини сорту Фаворитка були в змозі підтримувати азотний статус листків та інтенсивність фотосинтезу на вищому рівні, ніж Смуглянка і, особливо, Миронівська 808.

**Summary.** The parameters of photosynthetic apparatus and components of grain productivity of winter wheat plants varieties Favoritka, Smuglyanka and Mironovskaya 808 grown under two doses of mineral nutrition —  $N_{160}P_{160}K_{160}$  и  $N_{32}P_{32}K_{32}$  mg/kg of soil were investigated in pot experiment. The close correlation between flag leaves nitrogen content and net assimilation rate (NAR) as at high so at low irradiance was revealed at anthesis, whereas correlation between chlorophyll content and NAR was higher at low irradiance. Correlation between NAR of flag leaves at milky-wax ripeness and grain productivity was closure than that for NAR at anthesis. Plants of Favoritka variety were capable to maintain leaves nitrogen state, NAR and grain productivity at higher level than Smuglyanka and Mironovskaya 808.

## **Физиолого-биохимические аспекты регуляции опыления у видов рода *Linum***

**Левчук А. Н., Лях В. А.**

*Запорожский национальный университет  
ул. Жуковского, 66, г. Запорожье, 69600, Украина  
e-mail: anna.levchuck@yandex.ua*

Одним из естественных приспособлений к перекрёстному опылению является наличие гетеростилии — разностолбчиковости у разных экземпляров растений одного вида. При этом свободное опыление происходит только между разностолбчиковыми формами, известное как явление самонесовместимости. Предполагается, что на физиолого-биохимическом уровне в контроле процессов опыления участвуют лектины генеративных органов.

Род *Linum* (Лён) включает в себя более 200 видов, среди которых есть представители как однолетних видов, так и многолетних. Среди представителей этого рода встречаются как гетеростильные, так и гомостильные виды, что может быть использовано для изучения физиолого-биохимических особенностей регуляции опыления.

Целью нашей работы было установить уровень биологической активности лектиноподобных белков (лектиновая активность и углеводная специфичность) разных частей (пыльцы, тычиночной нити, рыльца, столбика и пестика) такого сложного генеративного органа как цветок у трех гомостильных (*L. humile*, *L. angustifolium*, *L. bienne*) и трех гетеростильных (*L. perenne*, *L. narbonense*, *L. thracicum*) видов льна.

В результате исследований было выявлено, что, независимо от вида, наибольшей активностью обладали лектиноподобные белки рыльца, а в некоторых случаях и пыльцы. Наименьшую активность имели лектины тычиночной нити или завязи. Была выявлена также зависимость активности от гомо- или гетеростилии. У гетеростильных видов лектиновая активность на несколько порядков выше, чем у гомостильных. Кроме того, у гетеростильных видов наблюдается зависимость активности от форм цветка — у длинностолбчатых форм она в 2–4 раза выше, чем у короткостолбчатых.

Достаточно интересным является тот факт, что по углеводной специфичности лектины, выделенные из разных частей цветка, являются идентичными, т. е., скорее всего, части цветка одного вида или формы (для гетеростильных видов) имеют одинаковый набор лектинов, либо вообще один лектин. Кроме того, было выявлено, что лектины короткостолбчатых форм, в отличие от длинностолбчатых, гетеростильных видов и лектины гомостильных видов способны распознавать галактозу.



Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о существовании зависимости между типом строения цветка (гомо- или гетеростильный вид) и биологической активностью лектинов частей этого генеративного органа, что указывает на возможность участия лектиноподобных белков в процессах регуляции опыления у видов рода *Linum* L.

**Summary.** As a result of studies of the biological activity of lectin proteins in different parts of the flower of homo- and heterostylous species of the genus *Linum*, it was found that there was the relationship between type of flower structure and investigated activity. These points to the possibility of the participation of lectin proteins in the regulation of pollination in species of the genus *Linum* L.

## **Аналіз ритмів росту різних груп рослин роду *Peperomia* Ruiz & Pavon в умовах ботанічного саду ДНУ ім. Олеся Гончара**

**Ломига Л. Л., Лихолат Ю. В., Лесько Ю. Ю., Буряк І. Ю.**

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара  
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49000  
e-mail: lomygal@gmail.com*

Інтродукція тропічних та субтропічних рослин в умовах закритого ґрунту ботанічних садів, зокрема України, має важливе значення для практичного садівництва, оскільки дозволяє вирощувати рослини в нових, відмінних від звичних для них умов, дає можливість вивчення їх адаптаційних механізмів, в тому числі фізіологічних процесів, а також визначити перспективи подальшого використання при озелененні. Завдяки різноманітності розмірів рослин, типу пагонів, забарвлення, форм листової пластини та стебла рід *Peperomia* Ruiz & Pav., що належить до родини *Piperaceae* C. Agardh, останнім часом набув широкого використання в озелененні житлових та побутових приміщень. Він нараховує більше 1000 таксонів епіфітних або наземних рослин, що зростають, здебільшого, в умовах тропічних дощових лісів, що робить необхідним підтримку високої вологості повітря при культивуванні у захищеному ґрунті. Окрім цього, у діапазоні температур від 20°C до 24°C спостерігається рівномірне наростання пагонів упродовж усього року.

Сукулентні пеперомії у природних умовах мають більш виражену сезонну динаміку. Для них характерне зниження темпів росту у холодні періоди року, тому при вирощуванні таких таксонів в оранжереї вважається доцільним зменшення зволоження субстрату для запобігання інтенсифікації гнилісних процесів.



Геофітні пеперомії переживають несприятливі умови у вигляді бульб. При посухах наземна частина відмирає і з'являється знову при зростанні кількості опадів. В умовах захищеного ґрунту період спокою найкраще проходить при 5–10° С.

Окрім температури ритми росту в умовах оранжереї пов'язані також з настанням певної фази розвитку самої рослини. Тривалість життя пагонів залежить від його типу: у монокарпічних вона складає близько 10 місяців (*P. rubella* та *P. verticillata*), у полікарпічних можна виділити 2 групи — з 2–3-річними (*P. glabella*) та з 6–8-річними пагонами (*P. pereiskiefolia*, *P. obtusifolia*). Закладання генеративних органів спостерігається в усіх представників даного роду. Плоди формуються у більшості з них, але остаточне визрівання та проростання насіння присутнє лише у *P. glabella*, *P. trinervis* та *P. verticillata*.

Завдяки морфологічній різноманітності, широким адаптаційним властивостям, швидкому росту та продуктивному розмноженню пеперомії мають великі перспективи для використання їх в озелененні житлових та побутових приміщень, а також впровадження найбільш посухостійких видів у сезонне озеленення великих промислових міст.

**Summary.** The adaptive properties of the genus *Peperomia* Ruiz & Pav. in condition of the Botanic Garden DNU by Oles Gonchar were investigated. It's established that these plants were characterized by rapid growth, high productivity and intense reproduction, allowing to recommend them for widespread use in landscaping residential and domestic premises.

## **Роль гиббереллина в регуляции перехода к цветению мутантов *Arabidopsis thaliana* L.**

**Миляева Э. Л.**

*Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН  
ул. Ботаническая 35, Москва, 127276, Россия  
e-mail: e\_milyaeva@mail.ru*

В настоящее время трансгенные растения широко используются для изучения многих процессов жизнедеятельности, в том числе и гормональной регуляции роста и развития. В последние годы применение молекулярно-генетических подходов с использованием трансгенных и мутантных растений привело к значительному прогрессу в изучении механизмов действия гиббереллина на молекулярном уровне. Гиббереллин является одним из основных фитогормонов, участвующих в регуляции многих физиологических процессов. Одной из важных функций гиббереллина является его участие в регуляции цветения растений. Согласно представлениям акад. М. Х. Чайлахяна переход растений к цветению происходит под влиянием имеющего

гормональну природу стимула цвітіння, состоящего из двух компонентов, одним из которых является гиббереллин, а другим имеющий азотистую природу гипотетический антезин. В последние годы эта гипотеза была подтверждена обнаружением низкомолекулярного белка, вызывающего переход апикальных меристем от вегетативного в репродуктивное состояние. Однако вопрос о роли гиббереллина в переходе к цветению до сих пор не ясен. Некоторые молекулярные генетики подтверждают представления М. Х. Чайлахяна, другие же считают, что гиббереллин не участвует в регуляции перехода к цветению, а только ускоряет образование цветоноса и/или органов цветка, т. е. не влияет непосредственно на гены индукции или эвокации цветения.

Целью нашей работы было выяснение роли гиббереллина в активации генов цветения у мутантов по одному из основных генов индукции цветения *CONSTANS (CO)* двух экотипов арабидопсиса: *Landsberg erecta* и *Columbia*.

Растения выращивали в почве в условиях длинного дня (16 ч света + 8 ч темноты) и короткого дня (8 ч света + 16 ч темноты) при температуре 20–22°C. Обработку растений, выращенных на коротком дне до возраста 30 дней, проводили гиббереллином (фирма «Serva») путем однократного опрыскивания раствором в концентрации 300 мг/л.

В зависимости от типа мутации гена *CO* мутанты обнаружили различную по времени задержку зацветания по сравнению с диким типом. Обработка гиббереллином привела к различной степени ускорения перехода к цветению как растений дикого типа, так и мутантов. Изучение изменения уровней экспрессии гена *CO* у исходных и мутантных обработанных и необработанных растений обеих экотипов, проведенное с помощью ПЦР в реальном времени непосредственно после обработки, выявило значительное усиление экспрессии гена *CO* (в 3–3,7 раза). Эти результаты дают основание считать, что гиббереллин принимает непосредственное участие в активации одного из главных генов фотопериодического пути индукции цветения *CO*, что приводит к ускорению перехода растений к цветению.

**Summary.** Genes responsible for the transition of plants to flowering have been recently revealed and cloned, and it has been shown that the main genes of photoperiodic reaction determining the transition of plants to flowering are *CONSTANS (CO)*. In our experiment, wild facultative long-day plants of *Arabidopsis thaliana* races *Columbia* and *Landsberg erecta* and their insertion mutants were used. It has been found that insertion mutants significantly differ from wild plants by the rate of transition to flowering. The rates of transition to flowering mutants was delay. After gibberellin treatment the rates of flowering transition of mutants and wild plants are increase. After gibberellin treatment the expression of gene *CO* of mutants and wild plants increase by 3–3,7 times. This indicates the significant role of gibberellins in processes of photoperiodic induction of flowering and confirms the Chailakhyan hormonal theory of plant development.

## **Вплив тривалості фотоперіоду на продукційний процес та якість зерна ізогенних за генами *E* ліній сої (*Glycine max* (L.) Merr.)**

**Попова Ю. В., Жмурко В. В.**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна  
e-mail: Popova.Ju.V@gmail.com*

Продукційний процес у рослин — складний комплекс пов'язаних між собою фізіолого-біохімічних процесів, перебіг яких істотно залежить від генотипу та рівня напруги факторів середовища (Киризіт, 2004). Покзана залежність продукційного процесу у сої від строків сівби, норм висіву, рівня родючості ґрунту (Бабич, 1993; Сичкар, 1991; Михайлов, 2000). Проте вплив фотоперіоду на продукційний процес цієї культури досліджено недостатньо. В літературі є дані про вплив тривалості дня на елементи структури врожаю сортів й колекційних зразків сої (Давиденко та інші, 2004). Виявлена сортова специфічність зв'язку між тривалістю фотоперіоду та елементами структури врожаю. Проте ці дані не дозволяють судити про можливу роль окремих генів у формуванні продуктивності рослин і якості зерна.

У сої ідентифіковані гени *E*, які детермінують фотоперіодичну чутливість. За цими генами створені ізогенні лінії (Cober et al, 1996; Matsumura et al, 2008). Залежно від стану локусів *E*-генів (домінантний/ рецесивний) ізогенні лінії виявляють або короткоденну, або фотоперіодично нейтральну реакцію на тривалість дня. Використання цих ліній у якості модельних об'єктів дає можливість визначити роль *E*-генів у формуванні структури врожаю рослин, продуктивності й якості врожаю. Ця проблема до теперішнього часу не досліджена.

Метою наших досліджень було виявити реакцію на фотоперіод і встановити вплив різної тривалості дня на елементи структури та індивідуальної продуктивності ізогенних за генами *E* ліній сої (*Glycine max* (L.) Merr.)

У якості об'єктів дослідження використані сорт сої Clark та ізогенні лінії, створені у його генофоні. Вони несуть сім генів *E* і різняться за їх станом (домінантний чи рецесивний). Лінії надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України.

Рослини вирощували на експериментальній ділянці кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів ХНУ імені В. Н. Каразіна. Рослини до фази третього справжнього листка росли в умовах природного довгого дня (16 год. на широті Харкова). В цю фазу частину рослин піддавали впливу короткого фотоперіоду (9 год.) упродовж двох тижнів, а іншу — продовжували вирощувати на природному

дні. По завершенні дії коротким фотоперіодом рослини вирощували на природному дні до завершення вегетації. Елементи структури врожаю рослин визначали за загальноприйнятною методикою. Вміст білка та олії в зерні визначали у відділі біохімії та якості зерна Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААНУ на автоматичному аналізаторі «Инфралюм ФТ-10».

Результати показали, що під впливом короткого дня у досліджуваній популяції виділилися лінії, які незначно, а також такі, що сильно скорочують тривалість фази сходи-цвітіння і вегетаційний період, залежно від генотипу по генах *E*. Виділена одна лінія, яка не змінює тривалості вегетаційного періоду залежно від фотоперіодичних умов.

Під впливом короткого фотоперіоду гальмувався лінійний ріст центрального пагона, але посилювалось його гілкування у більшості ліній. Вірогідно, це пов'язано зі зменшенням апікального домінування у результаті зниження активності ауксинів на короткому дні.

У більшості досліджуваних ліній за дії короткого фотоперіоду знижувалась індивідуальна продуктивність, але зростала маса 1000 зерен. Ймовірно, це пов'язано зі зменшенням утворення асимілятів при дії короткого фотоперіоду та підсиленням їх відтоку до плодів, які формуються.

Встановлено, що у більшості досліджуваних ізогенних ліній вміст білка та олії в зерні зростав в умовах короткого фотоперіоду. Виявлені лінії, які незначно змінюють індивідуальну продуктивність і якість зерна за умов дії різного фотоперіоду.

Таким чином, під впливом короткого фотоперіоду продуктивність досліджуваних ізогенних ліній сої зменшувалась, а якість зерна — зростала. Можливо *E*-гени опосередковано беруть участь у цих процесах через вплив на метаболізм рослин.

**Summary.** Among analyzed population different lines are distinguished by more or less reduce of period duration from germination to flowering and vegetation period. Protein and oil content in grain were decreased under short photoperiod in all the lines. We identified the lines that alter little an individual productivity and grain quality. Thus productivity of the soybean isogenic lines decreased under short photoperiod, and grain quality increased. Possibly *E*-genes indirectly involved in these processes through its effects on plant metabolism.

## **Сортовые особенности регуляции распределения и использования световой энергии в тилакоидных мембранах хлоропластов**

**Прядкина Г. А., Маслоковская О. В., Стасик О. О.**

*Институт физиологии растений и генетики НАН Украины  
ул. Васильковская 31/17, г. Киев, 03022, Украина  
e-mail: pryadk@yandex.ru*

Анализ многочисленных публикаций свидетельствует о том, что увеличение урожайности современных сортов озимой пшеницы сопровождалось изменениями функциональной активности фотосинтетического аппарата, и, в частности, увеличением скорости транспорта электронов, активности ФС I и II (Кершанская, 2001; Acreche, Slafer, 2009). Еще одну возможность повышения фотосинтетической эффективности связывают с оптимизацией регуляторных механизмов превращения энергии в тилакоидных мембранах хлоропластов при изменении условий освещения (Parry et al., 2011). В связи с этим, целью данной работы было исследование сортовых отличий регуляции использования световой энергии с участием виолаксантинового цикла (ВЦ) во флаговых листьях озимой пшеницы.

Исследования проведены в фазу молочно-восковой спелости на главном побеге озимой пшеницы: высокопродуктивных сортов Фаворитка и Смуглянка и менее продуктивной Мироновская 808 ( $N_{120}P_{90}K_{90}$ ). Содержание ксантофиллов ВЦ в яркоосвещенных образцах определяли методом жидкостной хроматографии высокого давления (Choudhury et al., 1993). Величину дезоксидации (ДЭ) ВЦ рассчитывали, как отношение доли дезоксидированных ксантофиллов к их общему пулу (Demmig-Adams et al., 1996). Параметры импульсной амплитудно-модулированной индукции флуоресценции измеряли на РАМ-флуориметре FL2LP (Qubit system Inc., Canada). Все результаты статистически обработаны.

У растений имеется несколько механизмов защиты от избытка освещения, один из которых связан с превращением ксантофиллов в виолаксантиновом цикле: его дезоксидация способствует быстрому гашению возбужденного состояния молекул хлорофилла (Demmig-Adams et al., 1996). В условиях яркого освещения величина ДЭ в листьях современных сортов озимой пшеницы Фаворитка и Смуглянка составляла, соотв.  $0,27 \pm 0,06$  и  $0,34 \pm 0,04$ , а у Мироновская 808 была выше —  $0,52 \pm 0,06$ . Показатель нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла у первых двух сортов (соотв.,  $0,77 \pm 0,07$  и  $0,91 \pm 0,08$ ) также был ниже, чем у последнего ( $1,51 \pm 0,12$ ). А квантовая эффективность ФС II, определяющая долю света, использован-

ного на фотохимические процессы — наоборот, у высокопродуктивных сортов была выше ( $0,61 \pm 0,14$  и  $0,59 \pm 0,16$ ), чем у Мироновской 808 ( $0,43 \pm 0,12$ ). Известно, что фотохимические реакции, флуоресценция и нефотохимическое рассеяние являются конкурирующими процессами. В оптимальных условиях большая часть поглощенной энергии используется на ее трансформацию в фотохимических процессах, меньшая — на диссипацию и флуоресценцию. Более высокие значения квантовой эффективности ФС II и меньшие нефотохимического тушения могут свидетельствовать о лучшей эффективности использования поглощенной световой энергии в процессе фотосинтеза у высокопродуктивных сортов, чем у менее продуктивного.

**Summary.** The difference of indicators of xanthophyll cycle de-epoxidation and parameters of photosynthetic activity of PS II in flag leaves in the phase of milk ripeness was investigated in winter wheat varieties differing in grain productivity. It was found that de-epoxidation of xanthophylls and non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in high-yielding varieties Favoritka and Smuglianka were 53–92 and 66–96% respectively lower in less productive variety Mironovskaya 808, and the quantum efficiency of PS II was 27–30% higher. These suggested that more productive varieties Favoritka and Smuglianka have more efficient mechanism of regulation of the absorbed energy use.

## Параметри потужності розвитку фотосинтетичного апарату *Triticum aestivum* L. за дії біологічно активних речовин

Стороженко В. О., Бацманова Л. М., Оканенко О. А.,  
Серга О. І., Макаренко В. І.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології» пр. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: vstoro@ukr.net*

Зерновиробництво є найбільш ефективною галуззю сільського господарства України. На його стан негативно впливають зміни природно-кліматичних умов та недостатнє матеріально-технічне забезпечення, тому значна частина досліджень присвячена пошуку екологічно безпечних засобів підвищення продукційного потенціалу рослин.

В наших попередніх роботах було показано, що обробка рослин пшениці екзогенним пероксидом водню ( $H_2O_2$ ) оптимізує метаболічні процеси рослин та їх біологічну продуктивність. Окремими авторами, в свою чергу, було доведено, що обробка рослин екзогенним цитокініном — бензиламінопурином (БАП) підвищує солестійкість окремих



злакових культур. Метою даної роботи було з'ясування впливу  $H_2O_2$  та БАП на параметри потужності розвитку фотосинтетичного апарату рослин озимої пшениці сорту Столична.

Екзогенну обробку рослин пшениці проводили водними розчинами 6-бензиламінопурину (БАП) та  $H_2O_2$  у концентрації  $10^{-4}$  М за діючою речовиною у фазі виходу в трубку (1 л на  $1\text{ м}^2$  посіву), зразки відбирали у фазі трубкування, цвітіння та молочно-воскової стиглості.

Через 3 доби після обробки рослин екзогенними  $H_2O_2$  та БАП та їх комплексом у фазу трубкування спостерігали тенденцію до незначного збільшення листкового індексу (ЛІ) посівів. Більш значне збільшення ЛІ в цих варіантах досліді було відмічене у наступні фази. Зокрема, за обробки рослин пшениці  $H_2O_2$  та за сумісної обробки БАП та  $H_2O_2$  у фазі цвітіння та молочно-воскової стиглості величина ЛІ була значно вищою ніж у контролі. Ці дані свідчать про наявність фізіологічного ефекту пролонгованого впливу БАП та  $H_2O_2$  на формування асиміляційної поверхні посівів озимої пшениці, що, ймовірно, пов'язано з цитокініною природою цієї речовини.

Вплив позакореневої обробки біологічно активними речовинами на величину хлорофільного індексу (ХЛІ) посіву також викликав достовірне збільшення цього показника починаючи з 3 доби експозиції. Причому, найбільшим воно було для БАП-варіанта.

Аналогічно обробка рослин екзогенними препаратами вплинула на валову кількість хлорофілу у листках. При обприскуванні рослин БАП хлорофільний фотосинтетичний потенціал листків (ХЛП) значно збільшувався, причому найбільший вплив на величину ХЛП у всі фази вимірювання спостерігали за обробки рослин саме БАП, а найменший — за обробки  $H_2O_2$ .

На нашу думку, підвищення величин показників, які характеризують фотосинтетичний апарат, після екзогенної обробки рослин БАП пов'язане зі здатністю екзогенних цитокінінів зменшувати негативну дію дефіциту вологи і надлишкового тепла на клітини мезофілу листків, легко включатися в пул ендогенних цитокінінів і компенсувати їхній дефіцит, а також з їхньою участю у сигналінгу. Водночас, цитокініни не тільки затримують процеси деградації хлорофілу, але й стимулюють його синтез, а активні форми кисню ( $H_2O_2$ ) та мережа фітогормонів можуть тісно взаємодіяти в рослинній клітині, сумісно впливаючи на її метаболізм.

**Summary.** Under conditions of field experiment we studied the effect of treatment of plants with exogenous hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) and benzylaminopurine (BAP) on the parameters of the power development of the photosynthetic apparatus and the formation of crop yield of winter wheat plants. It was determined, that the most effective influence on photosynthetic apparatus indexes and crop production was caused exogenous treatment of plants with BAP.



## **Воздействие красного света на рост и активность ауксинов, гиббереллинов и абсцизовой кислоты в листьях изогенных по генам *E* линий сои**

**Тимошенко В. Ф.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: vltim1@yandex.ru*

Реакция на соотношение темного и светлого периода суток (фотопериода) является жизненно важной для растений и находится под контролем генетического аппарата и нескольких регуляторных систем — фитохромной, трофической и фитогормональной. Взаимодействие этих систем обеспечивает контроль и регуляцию всех ростовых и структурных процессов, связанных с размножением и развитием растений (Бернье и др, 1985).

В числе рецепторов растений воспринимающих внешние световые сигналы, важнейшую роль играет система фитохромов. Фитохромы воспринимают и трансдуцируют световой сигнал в красной области (660–730 нм). Представляется интересным исследование влияния активации фитохромов красным светом (КС, 660 нм) на активность фитогормонов.

Для исследований фотопериодической регуляции роста и развития используют модельные объекты — длиннодневные (ДД), короткодневные (КД), фотопериодически нейтральные (ФПН). Очень удобными являются изогенные по генам *E* линии сои. Гены *E* контролируют реакцию на длину дня. Исследование физиолого-биологических процессов у таких линий позволяет выявить возможную их детерминацию генами контроля фотопериодической реакции растений.

Исходя из выше сказанного, целью наших исследований было изучить влияние КС на активность индолилуксусной кислоты (ИУК), гиббереллинов (ГК) и абсцизовой кислоты (АБК) в листьях КД и ФПН линий сои.

Объектами исследований были изогенные по генам *E* линии сои (*Glycine max* (L.) Merr.) сорта *Clark*. Мы использовали КД линию ( $E_1E_2E_3$ ) и ФПН линию ( $e_1e_2e_3$ ). Растения выращивали в сосудах с черноземом при 16 часовом фотопериоде. Через 4–5 недель растения каждой линии в трех сосудах (опытные) в начале темного периода в течение 30 минут освещали КС, используя светодиоды, излучающие в области  $660 \pm 10$  нм. Другие три сосуда с растениями каждой линии, которые не облучали КС, служили контролем.

Активность фитогормонов определяли с помощью биотестов.

После 14 облучений у КД линии установлено превосходство высоты и биомассы облученных растений по сравнению с контрольными.

У ФПН линии достоверных различий по обсуждаемым показателям между контрольными и опытными растениями не установлено.

В листьях КД линии после 7 облучений КС активность ИУК возростала по сравнению с контролем, а на 4 и 14 сутки освещения наблюдалась тенденция к росту активности ИУК. Достоверный рост активности ИУК у короткодневной линии днем установлен после 7 и 14 облучений. Изменения активности ИУК у ФПН линии в результате освещения КС были менее выраженными. Рост активности ИУК установлен утром на 4 сутки после начала освещения КС. В большинстве случаев можно отметить тенденцию к росту активности ИУК в листьях облученных ФПН растений.

Утром у КД линии после 7 и 14 облучений установлен рост активности ГК листьев. Днем активность ГК у облученных растений была достоверно выше, чем в контроле только на 4 сутки после начала облучения. У фотопериодически нейтральной линии активность ГК была выше после облучения КС на 7 сутки в утренние часы. В целом реакция на КС по активности ИУК и ГК была более выражена у КД линии по сравнению с ФПН.

Облучение КС у КД растений привело к снижению активности АБК в утренние часы. Наиболее выраженное это снижение было на 14 сутки облучения. Днем у облученных растений активность АБК возростала практически до уровня контрольных. У ФПН линии на 4 и 7 сутки облучения КС в утренние часы установлен рост активности АБК по сравнению с контролем. В дневные часы активность АБК облученных растений была близкой к таковой в контроле.

Изучение морфометрических характеристик показало, что в результате облучения КС у КД линии происходило ускорение роста и увеличение массы растений. После 14 облучений установлено достоверное превосходство высоты и массы облученных растений по сравнению с контрольными. У ФПН растений достоверных различий по обсуждаемым показателям между контрольными и опытными растениями не выявлено.

Сопоставление полученных нами данных, характеризующих ростовые процессы, с результатами анализа активности фитогормонов позволяет видеть, что в результате активации фитохромной системы КС у КД линии наблюдающееся ускорение вегетативного роста сопровождается ростом активности растактивирующих гормонов ИУК и ГК и снижением активности ростигибирующего гормона АБК.

Отсутствие ростовой реакции на облучение КС у ФПН линии сои может быть связано с тем, что, в большинстве случаев, изменения в активности фитогормонов после облучения КС было слабо выраженным. А в тех случаях, когда увеличивалась активность растактивирующих гормонов одновременно возростала и активность ингибирующей рост АБК.

**Summary.** The influence of the red light (660 nm) on growth, activity of indoleacetic acid, gibberellins and abscisic acid in short-day and neutral isogenic lines of soybean (*Glycine max* L. (Merr.)) have been investigated. It has been found that the activation of phytochromes by the red light at short-day soybean line causes increasing activity of indoleacetic acid and gibberellins and decreasing activity of abscisic acid. At neutral isogenic line stimulatory effect of the red light on activity of indoleacetic acid and gibberellins were less expressed than in short-day lines of soybean. In addition, as a rule, increasing activity of indoleacetic acid and gibberellins in neutral isogenic line was accompanied by increasing abscisic of acid activity.

## Активність фотосинтетичного апарату в період наливу зерна і продуктивність рослин озимої пшениці

**Франтійчук В. В., Кірізій Д. А., Стасик О. О.**

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України*

*вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна*

*e-mail: v.frantiychuk@i.ua*

Активність фотосинтетичного апарату вважається важливим чинником підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. В літературі з'являється дедалі більше даних, що сучасні високорожайні сорти озимої пшениці переважають сорти старої селекції за інтенсивністю фотосинтезу прапорцевого листка в репродуктивний період (Кірізій та ін., 2011).

Метою даної роботи було вивчення зв'язку між показниками активності фотосинтетичного апарату рослин під час наливу зерна і структури продуктивності колоса у сортів озимої пшениці різного періоду селекції. Дослідження проводили в умовах вегетаційного досліді на рослинах сучасного високопродуктивного сорту озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) Фаворитка і відомого сорту старої селекції Миронівська 808, які вирощувались при високому —  $N_{300}P_{160}K_{160}$  (мг діючої речовини на кг ґрунту) і низькому —  $N_{80}P_{32}K_{32}$  рівнях мінерального живлення.

Інтенсивність  $CO_2$ -газообміну прапорцевих листків визначали впродовж періоду від цвітіння до молочно-воскової стиглості зерна за допомогою оптико-акустичного інфрачервоного газоаналізатора ПІАМ-5М, увімкненого за диференційною схемою. Вміст хлорофілу вимірювали спекрофотометрично (Wellbum, 1994). По завершенні вегетації в фазу повної стиглості зерна визначали елементи зернової продуктивності головного пагона і цілої рослини.

Сучасний високопродуктивний сорт Фаворитка характеризувався вищою інтенсивністю фотосинтезу порівняно з сортом Миронівська 808 за обох рівнів живлення. Відмінність між сортами за цим показником зростала в процесі онтогенезу, оскільки активність фотосинтетичного апарату в сорту Миронівська 808 знижувалася набагато швидше і сильніше, ніж в сорту Фаворитка. Внесення більшої дози добрив сприяло ліпшому збереженню активності асиміляції  $\text{CO}_2$  в період наливу зерна в обох сортів. У фазу молочно-воскової стиглості інтенсивність фотосинтезу в сорту Фаворитка була на 70 і 108%, а вміст хлорофілу — на 29 і 37% вище, ніж в сорту Миронівська 808, на високому і низькому фоні мінерального живлення, відповідно.

Сучасний сорт Фаворитка переважав сорт Миронівська 808 за зерновою продуктивністю головного пагона і цілої рослини на 67 і 55% та 37 і 52% за високого та низького рівня удобрення, відповідно. Продуктивність колоса у сучасного сорту зростала як за рахунок збільшення кількості зерен, так і їх виповненості (маси 1000 зерен). При цьому питоме значення останнього показника зростало на високому фоні мінерального живлення.

Висока фотосинтетична активність прапорцевого листа і її збереження в кінці наливу зерна у сорту Фаворитка, особливо в умовах високого рівня мінерального живлення, забезпечувало формування більшої зернової продуктивності в порівнянні з сортом Миронівська 808. Інтенсивність фотосинтезу тісно позитивно корелювала ( $r = 0,88-0,98$ ) з усіма елементами структури зернової продуктивності практично незалежно від фази онтогенезу, тоді як вміст хлорофілу в фазу цвітіння тісніше корелював з кількістю зерен, ніж з масою 1000 зерен ( $r = 0,54$  та  $0,18$ ), а в фазу молочно-воскової стиглості, навпаки, тісніше з масою 1000 зерен, ніж з їх кількістю ( $r = 0,92$  та  $0,64$ ).

**Summary.** The intensity of  $\text{CO}_2$  assimilation and chlorophyll content in flag leaf during grain filling period and elements of grain productivity of plants of modern high-yielding winter wheat variety Favorytka and old variety Myronivska 808 grown under high and low level of mineral nutrition were studied. Favoritka had higher activity of photosynthetic apparatus than Myronivska 808 especially at the end of grain filling period. This was related to higher grain number in the ear and contributed to larger weight of grain in Favorytka.

## **Фотоморфогенетические реакции проростков растений, контрастных по фотопериодической чувствительности, темпам и типу развития**

**Шулик В. В., Авксентьева О. А.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: vikoza.vika@mail.ru*

Известно, что фоторецепторные системы контролируют рост и развитие растительного организма на всех этапах его онтогенеза : от прорастания семян до старения и отмирания растительного организма (Cerdan et al., 2003; Franklin et al., 2010). Трансдукция фотопериодического сигнала в растительном организме также осуществляется при участии фито- и криптохромов, координирующих и циркадную ритмику растения (Феденко, 1999; Kami et al., 2010). Возможно, что растения, контрастные по фотопериодической чувствительности, темпам и типу развития могут различаться по характеру морфогенетических процессов, регулируемых фито- и криптохромными системами. Поскольку фотопериодическая реакция (ФПР), темпы и тип развития растений определяют их адаптивность, распространенность по зонам выращивания и, в конечном счете, их продуктивность, исследования фито- и криптохромной регуляции фотоморфогенеза растений имеет важное теоретическое и прикладное значение. Целью данной работы было изучить влияние активации фито- и криптохромных систем на процессы фотоморфогенеза у проростков растений сои культурной (*Glycine max* (L.) Merr.) с разной фотопериодической чувствительностью; томата обыкновенного (*Lycopersicum esculentum* Mill.), контрастных по скорости развития, и рапса (*Brassica napus* L.) с яровым и озимым типом развития. Для активации фито- и криптохромов этиолированные проростки облучали красным (КС 660 нм) и синим (СС 450 нм) светом соответственно с помощью светодиодных пластин по 15 мин. ежедневно. При изучении фотоморфогенетических реакций проростков определяли морфометрические показатели: длину и биомассу проростка, соотношение надземной и подземной части и особенности ризогенеза (ветвление главного корня у сои и формирование корневых волосков у томата и рапса). Результаты экспериментов показали, что фотопериодически чувствительная короткодневная (КД) форма сои выявляет большую отзывчивость на активацию фито- и криптохромных систем в сравнении с фотопериодически нейтральной формой. Это проявлялось в увеличении длины проростка, особенно его подземной части, стимуляции ветвления главного корня и накоплении биомассы. Также в ходе экспериментов была показана

на зависимость фотоморфогенетических реакций от темпов развития растений. Позднеспелый сорт томата Асе 55 vf оказался наиболее отзывчивым по исследуемым показателям в сравнении с раннеспелым сортом Кременчугский 179. У обоих сортов томата проростки, которые подвергались облучению, отмечено большее число корневых волосков в зоне всасывания, которое стимулировалось в большей степени облучением КС, чем СС. У растений, различающихся по типу развития, яровая форма проявила большую чувствительность к активации фито- и криптохромных систем. В целом, корневая система этиолированных проростков всех исследуемых объектов в большей степени реагировала на действие облучения. При этом интенсивность морфогенетических реакций, вызываемых СС, была выше, чем КС. Предполагается, что направленность светозависимых реакций проростков опосредована генетически запрограммированными особенностями хода онтогенеза взрослого растения (фотопериодической чувствительностью, темпами и типом развития растения).

**Summary.** The paper presents the results of a study of irradiation of the RL (660 nm) and BL (450 nm) on the morphogenetic reactions of *Glycine max* (L.) Merr., *Lycopersicum esculentum* Mill. and *Brassica napus* L. The results indicate that the reaction of seedlings depends on photoperiodic sensitivity or neutrality, the type and pace of development of the original plant organisms *in vivo*.

## **Влияние активации фитохромов на динамику содержания растворимых углеводов в листьях и точках роста томатов (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Щёголев А. С., Жмурко В. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: schogolev@yandex.ru*

Исследование механизмов восприятия и трансдукции фитохромных сигналов является одной из наиболее актуальных проблем регуляции роста и развития растений. В настоящее время у *Arabidopsis thaliana* идентифицированы гены контроля синтеза фитохромов (Rockwell, 2006; Keaza and Quail 2009), выявлены основные молекулярные механизмы их активации (Liu, 2001; Fairchild, 2000; Franklin, 2005; Nagy, 2002; Quail, 2002 a,b та ін.), а также эффекты активации фитохромов на рост и развитие растений (Федоренко, 2006; Franklin, 2010; Weller, 2000; Щёголев, Жмурко, 2006). Вместе с тем, до настоящего времени крайне недостаточно исследованы эффекты активации



фитохромов на углеводный обмен у растений, хотя он является определяющим процессом в обеспечении морфогенеза веществом и энергией. Кроме того, в настоящее время убедительно показано, что углеводы выступают сигнальными молекулами в экспрессии генов (Koch, 1996; Jang and Sheen, 1997; Pego et.al., 2000; Rolland Baena-Gonzalez, Sheen, 2006; Leconrieux, 2010), детерминирующих флоральный морфогенез.

С этой точки зрения исследование влияния активации фитохромов на динамику содержания углеводов в связи с развитием растений важно для углубления существующих представлений о роли фитохромов в регуляции роста и развития, что и было целью наших исследований.

В опытах использован сорт томатов Асе 55 vf. Растения выращивали в факторостатной камере кафедры физиологии и биохимии растений и микроорганизмов ХНУ им. В. Н. Каразина в почвенной культуре при фотопериоде 18 часов и температуре 23–25/18–20 °С (день/ночь). В фазе 2–3 настоящих листьев одну часть растений в конце светового периода в течение 15 мин. на протяжении 15 дней облучали красным светом (КС, 660 нм) при помощи светодиодов. В каждом варианте опыта было по 50 растений. Для анализов фиксировали полностью сформировавшиеся листья 3 яруса сверху и не развернувшийся молодой лист вместе с пазушной (апикальной) меристемой, отобранные от 20–25 растений варианта. Не развернувшийся лист с пазушной меристемой условно считали «точкой роста», которая, по нашему мнению, является основной аттрагирующей структурой растений на данном этапе онтогенеза. Фиксацию материала проводили через 10 и 15 дней после начала облучения растений в конце светового периода (вечером) и в начале светового периода на следующий день (утром). В листьях и «точках роста» определяли содержание моно- и олигосахаров.

Результаты показали, что в конце светового периода содержание моносахаров в листьях облученных растений было таким же, а в утренние часы — существенно большим, чем в контроле. Содержание олигосахаров в листьях как в конце темного периода, так и в утренние часы у облученных растений было большим, чем в листьях контрольных растений. В «точках роста» облученных растений в конце светового периода содержание моносахаров было таким же, а в утренние часы — большим, чем в контроле. Содержание олигосахаров в «точках роста» облученных растений в конце светового периода и в утренние часы было более высоким, чем у не облученных.

Полученные результаты позволяют предполагать участие фитохромов в регуляции динамики содержания углеводов у растений. Вероятно, что это может быть одним из механизмов реализации эффектов активации фитохромов на процессы морфогенеза растений.



**Summary.** Revealed that the activation of phytochrome enhances accumulation of soluble carbohydrates in the leaves and growing points of tomato plants. This suggests that one of the mechanisms for the implementation of phytochrome effects on morphogenesis of plants may be their involvement in the regulation of carbohydrate metabolism.

## **Содержание и активность ИУК в листьях и апикальных меристемах у изогенных по генам *E* линий сои в разных фотопериодических условиях**

**Юхно Ю. Ю., Жмурко В. В., Линецкая И. В.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: Juliet\_Pantera@mail.ru*

Рост и развитие растений находятся под контролем генома и регулируются рядом внутренних и внешних факторов. Фотопериод является одним из главных факторов среды, запускающих флоральный морфогенез. В числе внутренних факторов регуляции развития растений в условиях разной длины дня важная роль принадлежит фитогормонам. Среди них наиболее полно исследована роль гиббереллинов в регуляции цветения растений при разной длине дня (King & Evans, 2003; Mutasa-Göttgens, 2009). При этом роль ауксинов в этом процессе изучена недостаточно. У сои идентифицированы *E*-гены, контролирующие реакцию на длину дня и продолжительность вегетации (Abe et al., 2003; Price, 2012). Они, возможно, могут быть задействованы в регуляции перехода к цветению через взаимодействие с гормональной системой.

Цель исследований — изучение содержания и активности ИУК в листьях и апикальных меристемах стебля (АМС) изогенных по *E*-генам линий сои при разной продолжительности дня. Материалом для исследований служили изогенные линии сои сорта Clark: короткодневные (КД) линии с генотипами *E1E2E3*, *E1e2e3* и фотопериодически нейтральные (ФПН) линии с генотипами *e1E2e3*, *e1e2E3*, *e1e2e3*. Растения выращивали на экспериментальном участке кафедры физиологии и биохимии растений и микроорганизмов Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина на естественном длинном дне (16 часов) и искусственном коротком дне (9 часов). Активность ИУК определяли методом биотестов (по проросту отрезков coleoptилей этиолированных проростков пшеницы), а содержание — с помощью тонкослойной хроматографии (Савинский и др., 1991) и обработкой данных в программе TotalLab 1.10.

Определение содержания и активности ИУК показало, что у короткодневных линий сои на длинном дне усиливалось накопление ИУК в листьях, особенно в АМС, при интенсивном росте растений, но при задержке перехода к цветению. На коротком дне, наоборот, в листьях и АМС снижалось накопление ауксина при замедленном росте растений и ускорении их перехода к цветению. У ФПН линий при сокращении фотопериода содержание ИУК увеличивалось и в листьях, особенно в АМС, причем примерно в такой же степени, как и на длинном дне. При этом значительное накопление ИУК в АМС сопровождалось снижением ее активности, возможно за счет образования неактивных форм в виде конъюгатов с аминокислотами. У ФПН линий короткий день замедлял ростовые процессы, но цветение растений наступало в одни и те же сроки на длинном и коротком дне.

Таким образом, в содержании и активности ИУК на коротком и длинном дне у КД линий выявлена противоположная динамика, а у ФПН линий однонаправленная. При этом КД линии ускоряют цветение на коротком дне, а ФПН линии зацветают одновременно при обоих фотопериодах. Поскольку исследованные линии различаются по состоянию генов *E* (доминантное и/или рецессивное), что определяет их реакцию на фотопериод, то, вероятно, что эти гены могут быть задействованы в регуляции перехода к цветению опосредованно — через влияние на активность и синтез фитогормонов, в частности ИУК.

**Summary.** In isogenic soybean lines with different states of gene *E* (dominant/recessive) which determines their photoperiodic sensitivity, revealed differences in the activity and content of IAA at different day length. Probably *E* genes affect the transition to flowering soybean under different photoperiod through their participation in the regulation of the activity and the synthesis of plant hormones, such as IAA.

## **Morphogenesis and the content of carbohydrates and different forms of nitrogen in isogenic by *Vrn* genes lines of wheat (*Triticum aestivum* L.)**

**Zhmurko V. V.<sup>1</sup>, Avksentyeva O. A.<sup>1</sup>, Han Bing<sup>1</sup>, Meixia Chen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kharkiv V. N. Karazin National University  
sq. Svoboda 4, Kharkov, 61022, Ukraine  
e-mail: avksentyeva@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Agricultural Germplasm Resources Research Institute of Weifang Vocational  
College  
Dongfeng East Street, № 243, Weifang, 261000, China  
e-mail: hanbing@ukr.net*

Wheat is one of the major food crops of the world, its significance due to the unique properties of food and feed (Morhun et al., 2012). This culture is characterized by extreme environmental plasticity which is largely due to its genetic systems regulating the type and pace of development. There are system genes *VRN* (need for vernalization, type of spring / winter), and *PPD* (photoperiodic sensitivity) (Stelmach, 2001; Veit, 2009; Worland, Snape, 2001). The basic patterns of phenotypic manifestation of genes *VRN* effects have been revealed on the pace of development of wheat (Stelmach, 2001; Zhang et al., 2008) and molecular-genetic mechanisms of their expression over the vernalization (Trevaskis, 2010). However, it is deficiently investigated physiological and biochemical processes by which genes *VRN* can determine the pace of wheat's development.

The purpose of research is the study of morphogenesis and carbohydrate content of different forms of nitrogen in the isogenic lines for genes *VRN* of soft wheat in different photoperiodic conditions. The research has been conducted in parallel in the field and vegetative experiments. It has been determined the duration period germination-earing (PGE) and stages of organogenesis by phenological observations; the dynamic of mass of dry matter and elements of individual performance — by morphometric analysis; the content of total amino nitrogen, mono- and oligosaccharides and photosynthetic pigments — by physiological and biochemical methods. The objects of study are the isogenic lines for genes *VRN* of two soft wheat varieties that were cultivated in different durations of the photoperiod. It have been identified the dependence of studied processes on the condition of *VRN* genes (dominant and/or recessive). The growth and development of line with a dominant gene *VRN-B1a* is slower than in lines with dominant genes *VRN-A1a* and *VRN-D1a*. The content of carbohydrates and amine nitrogen in leaves of *VRN-A1a* line is lower and the content of total nitrogen is higher, than in *VRN-A1a* and *VRN-D1a* lines. Lines differ in the accumulation of nitrogen-containing connections in the stem and ear and photosynthesis pigments in organs

of the main shoot. It depends on the gene's status and sort genotypes grade. It is established that in *VRN-B1a* line level of elements formation of efficiency is lower and grain protein content is higher than in *VRN-A1a* and *VRN-D1a* lines. It has been found that the short photoperiod retard the growth and development of all the lines, but more in *VRN-B1a* lines. The content of carbohydrates and amine nitrogen increases under its influence. Besides the elements formation of efficiency is suppressed in all the lines, but the protein content increases in grain in *VRN-B1a* line and decreases in *VRN-D1a* line. Accumulation of total nitrogen in organs of the main shoot depends on the status of *VRN* genes and the sort genotype in which genotype the lines were created. Effects of *VRN* genes on these processes can be realized indirectly through their participation in the regulation of physiological and biochemical processes, in particular carbohydrate and nitrogen exchange.

**Анотація.** В роботі представлені результати дослідження морфогенезу, вмісту вуглеводів, пігментів фотосинтезу, різних форм азоту, продуктивності, вмісту білка в зерні ізогенних за генами *VRN* ліній двох сортів пшениці м'якої за різної тривалості фотоперіоду. Виявлена залежність досліджуваних процесів від стану генів *VRN* (домінантний і/або рецесивний). Припускається, що ефекти генів *VRN* на досліджувані процеси реалізуються опосередковано через участь їх у регуляції фізіолого-біохімічних процесів, зокрема вуглеводного і азотного обміну.

## Effects of different photoperiod conditions on activity of amylase, invertase and sucrose-phosphate synthase in soybean leaves

Zhmurko V. V.<sup>1</sup>, Aldal'in Hammad Khalifeh Hammad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kharkiv Karazin National University,  
Svoboda sq, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine  
e-mail: zhmurko@univer.kharkov.ua*

<sup>2</sup>*Department of Medical Support, Al Karak University College  
Al-Balqa Applied University, AL-Karak, Jordan*

It is shown that the processes of carbohydrate metabolism (accumulation of different forms of carbohydrates in the leaves and drain them to the meristem) are leading in the regulation transition to flowering of the long-day transition (DDP) and the short-day (SDP) plants in the different length of the day (Tsybulko, 1998; Corbesiert et al., 2006; Zhmurko, 2009). It has been found that the activity of enzymes of carbohydrate metabolism of the DDP and the SDP has been optimized the ratio of the intensity of the processes of synthesis and disintegration of carbohydrates by favorable photoperiod (the DD forms on a long day and the SD forms

on the short day) for their development. It determines the intensity of the outflow from the leaves to the meristem (Zhmurko, 2009). However, it is deficiently investigated the carbohydrate metabolism of photoperiodic neutral (FNP) plants under different duration of the photoperiod. This photoperiodic group of plants has the unique property of transition to flowering in the same conditions at the different length of the photoperiod, in contrast of the DDP and the SDP (Zhmurko, Avksentyeva, 2010). However, the mechanism of properties and its possible role in carbohydrate metabolism hasn't been presently elucidated.

It is known that the process of accumulation, synthesis and disintegration of carbohydrates and their interconversion are regulated by a number of enzymes, including the important role of amylase, invertase and sucrose-phosphate synthase (SPS). However, their activity in the FNP has not been scarcely explored under different photoperiod.

There were used isogenic lines for genes *EE* of varieties Clark's short-day (SD genotype *E1E2E3*) and neutral (FNP genotype *e1e2e3*) photoperiodic response. The plants were grown under natural long-day (16-hour at the latitude of Kharkiv) and artificial short (9-hour) in the experiments on the experimental site of the department of physiology and biochemistry of plants and microorganisms V. N. Karazin Kharkiv National University. The enzyme activity was determined in the leaves by such methods: amylase — by Smith and Roy (Ermakov et al., 1987), invertase and SPS (Pavlinova et al., 2002) in the morning (9 00) and noon (15 00) hours.

The obtained results are showed that the activity of amylases, invertase and SPS increased as the SD line and the line of FNP under the effects of short photoperiod. At the same time the enzyme activity of both lines was higher at midday than in the morning. This is probably due to the accumulation of various forms of carbohydrates during photosynthesis. It has caused the increasing of concentration of substrates for the enzymes and enhancing their activity. The higher activity of enzymes in the SD line in the short day has showed the increasing of metabolism of carbohydrates. It is one of the leading factors of their accelerated transition to flowering (Zhmurko, 2009). The FNP line had higher enzyme activity in the short day than on a long. In our opinion, it was one of the factors of the amplification of accumulation and outflow of carbohydrates as well as their involvement to metabolism. Probably FNP lines in the short day are able to maintain the same level of provision of carbohydrates to morphogenesis, as well as on a long day, which makes their transition to flowering in the same terms with different photoperiod.

**Аннотация.** Активность амилаз, кислой инвертазы и сахарозофосфат-синтазы в листьях короткодневной и фотопериодически нейтральной линий сои на коротком дне выше, чем на длинном дне. Это является одним из факторов усиления обмена углеводов и перехода растений к цветению в оптимальные сроки.

Секція 2.

## МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

Section 2.

## MOLECULAR GENETIC AND BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT REGULATION

---

---

### Клітинна селекція томатів з підвищеною стійкістю до бактеріальних хвороб

Аветисян Ю. Ф., Коломієць Ю. В.

*Національний університет біоресурсів та природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна  
e-mail: julyja@i.ua*

Томати уражають близько восьми видів фітопатогенних бактерій. В Україні господарське значення мають три з них: збудник бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості (Черненко, 2009; Гвоздяк та ін., 2009; Аветисян, Коломієць, 2014). Рослини здатні своєчасно розпізнавати та попереджувати проникнення екзометаболітів (біологічних еліситорів) патогенів в середину клітини. У відповідь на стрес у них вмикається каскад імунних захисних реакцій — синтез стресових білків, кальцій-залежний синтез калози, знижується активність метаболізму (Дорожжкін, 1988; Панина, 2005; Тютєрев, 2002; Кузнецов та ін., 1990). Використання елементів методики клітинної селекції дозволяє в умовах *in vitro* на селективних середовищах, що містять індуктори захисних реакцій рослин (бактеріальні фактори патогенності), визначити клітинні лінії з підвищеною стійкістю до одного або кількох патогенів одночасно (Чугункова та ін., 2006; Сидоров, 1990).

Метою нашої роботи є розробка біотехнологічної схеми відбору генотипів томата з підвищеною стійкістю до бактеріального раку, бак-

теріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості в умовах *in vitro*.

Об'єктами досліджень обрано 10 генотипів томата внесених до державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні: Санька, Кременчуцький, Гібрид Тарасенка, Малинове віконте, Гришка, Ріо Фуего, Пето, Флора, Самсон та Лагідний. В дослідженнях використовували фітопатогенні бактерії *Xanthomonas vesicatoria* (*Xv*), *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* (*Cmm*), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*). Одержання рихлого калюсу томата здійснювали як описано раніше на середовищі Мурашіге і Скуга, доповненому 0,5 мг/мл БАП, 1 мг/мл ІОК. Визначення генотипів з підвищеною стійкістю проводили при порівнянні дії ряду концентрацій ПК та ЕПС на життєздатність калюсних клітин методом змішування з агаром (Матышевская 1984). Для цього відбирали 200 мг калюсних клітин кожного сорту, переносили на живильне середовище з додаванням різних концентрацій (0,4%, 0,8%, 2%, 4%, 6% і 10%) кожного з препаратів та культивували за температури  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Визначення генотипів томату з підвищеною стійкістю до *Cmm*, *Pst* і *Xv* передбачало встановлення робочого діапазону концентрацій стресового фактору, в межах якого спостерігали різну життєздатність калюсних клітин.

Отримані результати підтверджують, що кожен генотип володіє певним ступенем сприйняття фітотоксичних метаболітів.

Розроблена методика дозволяє в лабораторних умовах обрати сорт, який має більший відсоток виживання калюсних клітин за ширшого спектру концентрацій фітотоксинів та володіє захисним потенціалом боротьби зі збудником.

Так, результати наших досліджень свідчать про доцільність використання сортів Самсон та Лагідний в районах де існує загроза поширення бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та бактеріальної плямистості; Санька, Пето, Малинове віконте — бактеріальної плямистості, а Ріо Фуего і Малинове віконте — бактеріальної крапчастості. Отримані данні потребують додаткових досліджень в польових умовах, що дозволить провести кореляцію між підвищеною стійкістю сорту до бактеріальних метаболітів в умовах *in vitro* і за природнього інфекційного фону.

**Summary.** Determination tomato genotypes with high resistance to *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, *P. syringae* pv. *tomato* and *X. vesicatoria* *in vitro* has been studied. Growth of callus mass and formation sustainable colonies by 10 sorts of tomato has been shown to depend on the concentration in the culture medium of bacterial phytotoxic metabolites.



## Каллусообразование и ростовые показатели изогенных линий сои (*Glycine max*) в культуре *in vitro*

Васильченко М. С., Авксентьева О. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
майдан Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: marryskov@gmail.com

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) — это ценное культурное растение из семейства бобовых, которое широко выращивается в мире. Семена сои содержат белки, масла, углеводы, клетчатку, витамины и минералы, и их качество улучшается с каждым годом благодаря исследованию генетических признаков и применению генной инженерии (Lee et al., 2012). Соя также является модельным растением для изучения фотопериодических эффектов, она представляет собой типичное короткодневное растение, у которого периоды времени от всходов до цветения и от цветения до созревания являются важными количественными признаками, опосредованно связанными с продуктивностью (Xia et al., 2012). К настоящему времени у сои культурной выявлено 9 основных генов системы *E* (early maturity), контролирующих время до цветения и созревания. Это — ряд генов от *E1* до *E8* и *J* (Xu et al., 2013), при этом доминантные аллели по всем локусам, кроме *E6* и *J*, задерживают переход к цветению в различной степени, взаимодействуя с другими локусами генотипа и различными факторами окружающей среды (Watanabe et al., 2012). Влияние этих генов на рост и развитие продолжает активно исследоваться и в настоящее время, так как получение знаний в этой области необходимо для дальнейшего улучшения сортов сои. В данной работе мы исследовали эффекты генов созревания *E* на каллусообразование и ростовые показатели сои в условиях культуры *in vitro*. Объектами исследования были 8 почти изогенных линий (NILs) сои, созданных в генофоне сорта Clark, которые имеют одинаковый генотип и отличаются только по состоянию локусов (доминантное или рецессивное) генов созревания. Для введения в культуру *in vitro* использовали семядоли асептических проростков, полученных при помощи стерилизации семян и их культивировании на безгормональной среде Мурасиге и Скуга. Затем семядольные экспланты размером 0,5×0,5 см помещали в чашки Петри на среду для индукции каллусогенеза, содержащую стимулятор роста — 2,4-Д (10 мг/л). Анализировали первичную и пересадочную каллусную культуру сои, определяя частоту первичного каллусогенеза, сырую и сухую биомассу, оводненность каллусных тканей и ростовой индекс. По результатам исследования наибольшей эффективностью каллусообразования характеризуются короткодневные

изолинии с генотипами *E1E2E3E4e5E7* и *E1e2e3E4e5E7*, а наименьшей — линия *e1e2e3E4e5E7* с фотопериодически нейтральной реакцией, и линия *e1e2E3E4E5E7*. Содержание сухого вещества в каллусных тканях варьировало в пределах 4–7% и не выявило зависимости от генотипа изолиний. Ростовой индекс зависел от количества пассажей и достигал максимальных значений — 10,1–11,3% у изогенной линии *E1E2E3E4e5E7*, а также у линии с генотипом *E1E2e3E4e5E7* (9,2–11,9%) в течении первых месяцев культивирования. После третьего пассажа ростовой индекс снижался до 3,5–5,5%, при этом достоверных различий между линиями не было обнаружено. В результате проведенных исследований было установлено, что система генов созревания сои оказывает влияние на процессы каллусогенеза и ростовые показатели каллусной ткани при введении в культуру *in vitro* и последующем пассировании.

**Summary.** In this paper the effect of soybean maturity genes on callus formation and growth indicators in the culture *in vitro* has been investigated. The objects of investigation were 8 nearly isogenic soybean lines that differ only in *E* gene loci. It has been found that there is dependence of the callus formation efficiency and the growth index value during three passages from the soybean isolines genotype.

## Регуляция роста и развития растений винограда при размножении в условиях *in vitro*

Батукаев А. А.<sup>1</sup>, Ахмадов А. Х.<sup>1</sup>, Батукаев М. С.<sup>1,2</sup>

Чеченский государственный университет<sup>1</sup>, г. Грозный, Россия  
e-mail: batukaevmalik@mail.ru

Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства<sup>2</sup>, г. Грозный

Современное виноградарство России должно базироваться на производстве сертифицированного посадочного материала. Основная цель исследований заключалась в совершенствовании технологий клонального микроразмножения (*in vitro*) с использованием регуляторов роста растений.

Объектом исследований явились комплексно-устойчивые сорта винограда: Августин, Молдова, Восторг, Мускат итальянский, Ранний Магарача, Подарок Магарача, Виорика. В качестве регуляторов роста в питательную среду добавляли ауксины и цитокинины в различных концентрациях и сочетаниях. Из группы ауксинов было изучено влияние индоллил-масляной кислоты (ИМК) и индоллил-уксусной кислоты

(ИУК), из группы цитокининов: 6-бензиламинопурин (6-БАП), 2-изопентил-аденин (2iP), кинетин, а также гибберелловая кислота (ГК).

Проведенные эксперименты показали, что регенерация побегов из изолированных апексов происходила при всех концентрациях 6-БАП, кроме добавки препарата в количестве 5,0 мг/л, когда верхушки сразу начинали чернеть и гнили.

Эффективное влияние 6-БАП оказал в диапазоне концентрации 0,5...1,0 мг/л. Тем не менее, следует отметить наибольший прирост микропобегов, который был зафиксирован в варианте с концентрацией 1,0 мг/л. Для ускорения процесса удлинения микропобегов параллельно проводили изучение действия гибберелловой кислоты в различных концентрациях в сочетании 6-БАП. Как показал опыт, при сочетании 0,5 мг/л 6-БАП + 1,0 мг/л ГК был достигнут наилучший результат.

Исследования, проведенные с применением индолил-масляной кислотой (ИМК), на укоренение побегов растений винограда *in vitro* при повторном черенковании показали, что через 15 дней после применения, наибольшее число корней образовалось в варианте опыта при концентрации ИМК 2,0 мг/л. В дальнейшем корнеобразование продолжалось, и через 30 дней количество корней увеличилось. Параллельно начался интенсивный рост растений, удлинялись черешки листьев, разрасталась листовая пластинка, вытягивался стебель. Присутствие кинетина в питательной среде в комбинации с 6-БАП положительно влияло на развитие эксплантов. Так, на фоне концентрации 6-БАП 0,5 мг/л присутствие кинетина (0,5 мг/л) обеспечило максимальный коэффициент размножения для испытываемых сортов винограда (Августин, Надежда АЗОС).

**Summary.** The object of investigations were complex — resistant varieties of grapes. Auxins and cytokinins in various concentrations and combinations were added into the culture medium as growth regulators. There was studied from auxines group the effect of auxinindole butyric acid (IBA) and indole acetic acid (IAA), from cytokinins group: 6-benzylaminopurine (6-BAP), 2-isopentyl adenine (2-iP), Kinetin, and gibberellic acid (GA). Effective influence of 6-BAP concentrations was in the range of 0.5...1.0 mg/l. Nevertheless, the greatest increase of micro shoots fixed in the embodiment with a concentration of 1.0 mg/l should be noted. To speed up the process of micro shoots lengthening, the study of the gibberellin acid effect in different concentrations combined with 6-BAP was simultaneously conducted. The experience has shown that the combination of 0.5 mg/l 6-BAP + 1.0 mg/l (GA) achieved the best result.

## **Оцінка трофічних властивостей хімічно модифікованого та природного крохмалів у культурі *in vitro* пиляків та ізольованих зародків ячменю ярого**

**Білинська О. В.<sup>1</sup>, Дульнев П. Г.<sup>2</sup>, Тимчук С. М.<sup>1</sup>,  
Сіжук А. П.<sup>3</sup>, Дерезізова О. Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України  
проспект Московський, 142, Харків, 61060, Україна  
e-mail: bilinska@ukr.net

<sup>2</sup> Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії Національної академії наук України

вул. Мурманська, 1, Київ, 02094, Україна

<sup>3</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна

Агар-агар є універсальним компонентом твердих живильних середовищ для культури *in vitro* рослинних клітин, тканин та органів. Разом з тим відомі досить вдалі спроби використання у складі середовищ інших гелеутворюючих речовин, зокрема крохмалів (Sorvari, 1986 a, b). Нами вперше встановлено позитивний вплив на ембріогенез і регенерацію рослин у культурі пиляків *in vitro* ячменю ярого заміни агар-агару на хімічно модифіковані крохмалі (Белинская, Дульнев, 2007, 2012), природні кукурудзяні крохмалі з підвищеним вмістом амілози, отримані з зерна ліній-носіїв рецесивних мутацій *ae* і *su*<sub>2</sub> (Белинская и др., 2009; Білинська, 2010), а також на зернові крохмалі гороху високоамілозного і нормального типів (Білинська та ін, 2012).

Мета цього дослідження полягала у з'ясуванні механізму стимулюючої дії крохмалів на морфогенез у системах *in vitro* шляхом оцінки їхніх трофічних властивостей. Схемою дослідження передбачалося культивування пиляків та вилучених із зернівок зародків ячменю ярого на середовищах з різними гелеутворювачами за наявності та відсутності дисахаридів — мальтози чи сахарози. Як базове і контроль для культивування пиляків використано середовище NMS мод.2 (Білинська, 1997), яке містило 90 г/л мальтози і 0,8% агар-агару («Difco», США). У дослідних варіантах зі складу агарового середовища було вилучено мальтозу, агар-агар замінено на хімічно модифікований крохмаль Д-5а у концентрації 12,0%, із середовища, яке містило крохмаль, було вилучено мальтозу. Аналогічна схема була застосована у досліді з ембріокультури, але в якості гелеутворювача також було використано зерновий крохмаль гороху нормального типу у концентрації 4,5%, а дисахаридним компонентом слугувала сахароза.

Результати досліджень засвідчили істотний негативний вплив на морфогенез *in vitro* вилучення мальтози і сахарози зі складу живильних середовищ, які містили інертний у фізіологічному відношенні агар-агар. В той же час на середовищах з крохмалю мала місце часткова (Д-5аМ) або повна (крохмаль гороху) компенсація відсутності цих дисахаридів. Зокрема, у контролі було отримано  $(24,56 \pm 2,33)\%$  морфогенних пиляків і  $(17,54 \pm 2,06)\%$  зелених рослин-регенерантів. Заміна агар-агару хімічно модифікованим крохмалем Д-5аМ призвела до зростання цих показників відповідно до  $(44,72 \pm 2,95)\%$  і  $(63,73 \pm 2,85)\%$ . За вилучення мальтози з агарового середовища андрогенез *in vitro* припинився практично повністю. А на середовищі без мальтози, яке містило препарат Д-5аМ, інтенсивність процесів індукції і регенерації сягала відповідно  $(35,64 \pm 2,74)\%$  і  $(25,82 \pm 2,50)\%$ , що було майже на рівні контролю, а за першим показником — на рівні варіанту з мальтозою. У культурі ізольованих зародків заміна агар-агару хімічно модифікованим крохмалем на тлі відсутності у середовищі сахарози дещо знизила інтенсивність росту рослин. Натомість ріст рослин на середовищах з крохмалем гороху не залежав від наявності чи відсутності у їх складі сахарози.

**Summary.** Investigations aimed to evaluate trophic capacities of chemically modified starch D-5aM and pea starch of normal type in culture *in vitro* of spring barley anthers and zygotic embryos. Experiment included ten variants of medium differed by gelling agent and sugar component. Exclusion of maltose from agar solidified medium for anther cultivation and sucrose from medium for embryo culture resulted in dramatic decrease the efficiency of androgenic structure induction, embryo germination and seedling growth. At the same time relatively high percentage of embryogenic anthers and plant regeneration was obtained on the starch solidified medium without maltose. Pea starch was better solidifying agent for plant growth on sugar free medium than chemically modified starch D-5aM.

## **Оптимізація умов регенерації м'якої пшениці з калюсної тканини за допомогою рослинних регуляторів росту синтетичного походження**

**Горбатюк І. Р., Бавол А. В., Голубенко А. В., Гнатюк І. С.,  
Моргун Б. В.**

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України  
вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03680, Україна,  
e-mail: molgen@icbge.org.ua*

За останні роки культура рослинних клітин і тканин *in vitro* знаходить все більшого застосування в якості інструменту для вивчення фізіологічних і генетичних процесів під час створення сортів шляхом збільшення генетичного різноманіття. Оскільки звичайні методи покращення продовольчих властивостей пшениці вимагають значних затрат часу та зусиль все більшого розповсюдження набувають біотехнологічні методи, які вимагають підбору оптимальних умов культивування *in vitro* (Sharma, 2005; Khatun, 2013).

Ініціація калюсогенезу та подальша регенерація пагонів залежить від типу експланта, складу живильного середовища та вмісту в ньому регуляторів росту. Окрім цього, регенерація однодольних рослин обмежена їх низьким морфогенетичним потенціалом, що, в окремих випадках, не дозволяє отримати фертильні рослини. Важливим в ініціації морфогенетичних процесів в культурі рослин *in vitro* є застосування ауксинів/ауксинподібних регуляторів росту та цитокінінів у різних співвідношеннях (Gopitha, 2010; Ying-Hua Su, 2011). Опираючись на зазначене вище, метою нашого дослідження була оптимізація умов регенерації з калюсної тканини м'якої пшениці за допомогою ауксиноподібного синтетичного регулятора росту picloram.

В якості первинних експлантів для калюсогенезу використовували апікальні меристеми пшениці *T. aestivum* сорту-дворучки Зимоярка, наданого Інститутом фізіології рослин і генетики НАН України. Для одержання асептичних проростків-донорів апікальних меристем насіння стерилізували відповідно до розробленої методики (Бавол, 2007) та пророщували за температури 24 °С та 16-годинного фотоперіоду на безгормональному середовищі MS протягом 3-х діб (Бавол, 2011). Отримані апікальні меристеми культивували на середовищі для калюсогенезу MS, яке містило 2 мг/л 2,4-Д і 10 мг/л AgNO<sub>3</sub>, вітаміни за Гамборгом (Gamborg, 1968) та культивували за 26 °С у темряві протягом 18 діб. Сформований калюс переносили на живильне середовище для регенерації — MS, доповнене вітамінами



за Гамборгом, 10 мг/л  $\text{AgNO}_3$  та 0,5 мг/л ВАР + picloram (0,16; 0,25; 0,5 мг/л); культивували за температури 24°C та 16-годинного фото-періоду. Встановлено, що концентрація 0,16 мг/л picloram позитивно впливає на морфогенетичні процеси у калюсі пшениці — утворювалася найбільша кількість морфогенних осередків (до 60%) і спостерігалася значна кількість рослин-регенерантів. Збільшення концентрації picloram до 0,25 мг/л або 0,5 мг/л викликає зменшення кількості морфогенних зон: у першому випадку на 10% від загальної кількості (80 шт.), а у другому — на 36,4% (88 шт.). За високих концентрацій даного регулятора росту у калюсу відмічалися некротичні процеси та зниження регенераційної активності. Таким чином, досліджуваний регулятор росту в цілому сприяє утворенню регенерантів, зокрема за концентрації 0,16 мг/л спостерігається покращення фізіологічного стану калюсної тканини, висока морфогенетична активність та регенерація.

**Summary.** A combination of auxin-like growth regulators and cytokine concentrations in certain proportions is important in the initiation of morphogenetic processes in vitro plant culture. The morphogenetic reactions of wheat callus tissue depend on content of synthetic auxin-like growth regulators (picloram) in the culture medium. We used basic culture medium MS, supplemented by vitamins of Gamborg, different concentrations of picloram (0.16; 0.25; 0.5 mg/l) for regeneration. Established that 0.16 mg/l picloram provides high morphogenetic activity and regeneration.

## **Введення в культуру *in vitro* чотирьох сортів сої «Хорол», «Танаїс», «Кубань», «Терек», «Черемош граніт»**

**Забейда О. Ф., Жук В. П., Науменко В. Д.**

*ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»  
вул. Осиповського, 2 а, Київ, 04123, Україна  
e-mail: elzabeida@gmail.com*

Соя завдяки найвищому вмісту рослинного білка серед інших видів бобових за своїм амінокислотним складом не поступається білковим продуктам тваринного походження. В складі соєвого протеїну виявлені практично всі незамінні амінокислоти. Крім того, в сої виявлено високу концентрацію солей калію, кальцію, магнію, фосфору. Унікальним є мікроелементний склад сої та склад вітамінів.

Метою нашої роботи є підбір умов для введення в культуру *in vitro* сортів сої “Хорол”, “Танаїс”, “Кубань”, “Терек”, “Черемош Граніт”. Стерилізацію насіння проводили в ламінарному боксі за наступною схемою: насіння сої обробляли 70%-ним спиртом протягом 5 хвилин,



переносили на 30 хв. в розчин гіпохлориту натрію та триразово відмивали в стерильній дистильованій воді на протязі 10 хвилин. Насіння пророщували в пробірках на безгормональних середовищах Гамборга (B5) і Мурасиге та Скуга (MS). В якості експлантів було обране насіння, листові диски, міжвузля.

Для ініціювання калюсу використані середовища B5 та MS з додаванням фітогормонів: 2,4-діхлорфеноксіоцтової кислоти (2,4-D), нафталіноцтової кислоти (NAA), кінетину (Kin), 6-бензил-амінопурину (BAP) в різних концентраціях. Порівняно з іншими видами експлантів підвищений приріст калюсу спостерігався на міжвузлях, що культивувались на обох середовищах. У результаті дослідження було отримано калюс на середовищах, що містили такі поєднання фітогормонів, як 2,4-D та Kin, а також NAA та Kin. Інтенсивний ріст калюсної тканини спостерігався на середовищі Гамборга (B5) з NAA в концентрації 3 мг/л та Kin 3 мг/л. Частоту калюсогенезу визначали через три–чотири тижні культивування за відношенням кількості експлантів з калюсом до їхньої загальної кількості. Укорінення регенерантів спостерігалось на шостий–восьмий тиждень культивування на відповідному середовищі.

Таким чином було показано калюсну індукцію в усіх проаналізованих сортах сої. У подальшому отримана калюсна культура використовуватиметься для накопичення біологічно активних речовин та оптимізації синтезу важливих вторинних метаболітів.

**Summary.** The aim of our work was to select suitable conditions for the development of in vitro callus cultures from soybean cultivars «Horob», «Tanais», «Kuban», «Terek», «Cheremosh Granite». For the callus initiation were used Hambog (B5) medium and Murasyhe-Eskuhe (MS) medium. Every media contained 2,4-dichlorophenoxyacetic acid — (2,4-D), naphthaleneacetic acid (NAA), kinetin (Kin) and 6-benzylaminopurine (BAP) in different concentrations. This soybean cultivars can be introduced into in vitro callus culture. In the next it is planned to obtain callus cultures for the accumulation of biologically active compounds and optimizing the synthesis of important secondary metabolites.

## Изучение цитогенетических эффектов генов контроля темпов развития пшеницы в условиях *in vivo* и *in vitro*

Москалев В. Б., Авксентьева О. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022. Украина  
e-mail: avksentyeva@rambler.ru

Одним из перспективных направлений селекции пшеницы является выведение сортов и линий, развитие которых мало зависит от экологических факторов, или же наоборот, темпы развития которых четко соответствуют конкретной климатической зоне. Известно, что темпы развития, т. е. процессы морфогенеза у растений пшеницы *Triticum aestivum* L. генетически детерминированы системой генов *PPD* (photoperiod), определяющих также степень их фотопериодической чувствительности (Потокина и др., 2012; Kitagava et al., 2012). Считается, что фенотипическое проявление действия данной генетической системы на уровне целого организма проявляется только на определенном этапе органогенеза пшеницы (начиная с 3-го) и при обязательном воздействии фотопериода (Файт, 2009). Мы предположили, что действие данной системы может быть выявлено на более ранних этапах онтогенеза. Генетической моделью для исследования системы генов *PPD* служили почти изогенные моногеннодоминантные линии (NILs, near isogenic lines). Культура *in vitro* растений является широко распространенной биологической моделью в современных физиологических исследованиях. Известно, что клетки каллусной ткани высших растений, наряду с приобретением новых специфических свойств, способны сохранять свойства, характерные для растений в условиях *in vivo* (Кунах, 2005).

Исходя из выше сказанного, целью нашего исследования было выяснение различий в пролиферативной активности клеток корневой меристемы в зависимости от генотипа в условиях *in vivo* и *in vitro*. Исследования проводились на изогенных по генам *PPD* линиях, созданных в генофоне двух сортов озимой пшеницы Мерсия и Мироновская-808. Анализировали пролиферативную активность (митотический индекс МИ и продолжительность фаз митоза) в клетках корневой меристемы и каллусных тканях изогенных линий. Результаты цитогенетических исследований корневой меристемы изогенных по генам *PPD* линий пшеницы выявили достоверные различия в показателях митотического индекса у изолиний с различной фотопериодической реакцией. Максимальными значениями МИ характеризовались клетки апикальной корневой меристемы изолинии с доминантным геном *PPD-B1a* и сорта. Изолинии с доминантными генами *PPD-A1a* и *PPD-D1a*, проявляющие фотопериоди-

ческую нейтральность, характеризовались меньшими показателями МИ. Определение относительной длительности фаз митоза выявило, что на момент анализа клетки большинства изолиний завершали митотический цикл, находясь в стадии телофазы, или же начинали новый цикл деления — находились в стадии профазы.

Асинхронность процессов клеточного деления является одной из важнейших характеристик каллусных культур. На исследованных цитогенетических препаратах было небольшое количество делящихся клеток. Однако результаты, полученные при определении МИ каллусной ткани, подтвердили тенденцию, показанную на модели *in vivo* (корневой меристеме) изогенных линий. Полученные результаты позволяют предположить, что генетическая система, контролирующая развитие целого организма и фенотипически проявляющая свое действие только в условиях провокационного фотопериода, не является «молчащей» с самых ранних этапов онтогенеза и опосредованно осуществляет контроль процессов роста на клеточном уровне, как в условиях *in vivo*, так и в культуре *in vitro*.

**Summary.** The paper presents the results of a study of proliferative activity of the roots meristem and callus isogenic lines of genes *PPD* in two soft wheat varieties. It is shown that the genetic system controlling the pace of development of wheat exerts its effect at the cellular level as the conditions *in vivo*, as in culture *in vitro*.

## Виявлення цінних алелів високомолекулярних глютенів (ВМГ) пшениці з використанням молекулярних маркерів

Степаненко А. І., Моргун Б. В., Похилько С. Ю.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ 03680, Україна  
e-mail: molgen@icbge.org.ua

Якість борошна пшениці, а отже і галузь її використання, в основному визначається білками глютенінами, які є основним чинником унікальних властивостей пшеничного тіста (Payne, 1987; Shewry, 2002). Білки глютеніни кодуються *Glu-1* локусами, які локалізовані на довгих плечах хромосом 1A, 1B і 1D. Ці локуси позначаються *Glu-A1*, *Glu-B1* і *Glu-D1* відповідно. Кожен локус складається з двох щільно зчеплених генів високомолекулярних глютенінів — х- і у-типи. Для виявлення цінних алелів генів ВМГ перспективним є використання систем молекулярних маркерів заснованих на полімеразній ланцюговій реакції (ПЛР).

Метою роботи було дослідження колекції українських та зарубіжних сортів озимої та ярої м'якої пшениці на наявність алелів *Glu-A1 2\**, *Glu-B1 77+8* і *Glu-D1 5+10*, які є перспективними для створення екстрасильних хлібопекарських сортів пшениці.

Для мультиплексної полімеразної ланцюгової реакції з метою виявлення інсерції у 43 п.н. у регіоні MAR використовували специфічні праймери (Butow, 2004) та праймери до референтного гену пшениці *TaTM20* (Kim, 2008). Для мультиплексної ПЛР для виявлення алелю *Glu-A1 2\** використовували праймери запропоновані (Liu, 2008) та праймери до референтного гену пшениці *actin* (Kim, 2008). Для мультиплексної ПЛР для виявлення алелів локусів *Glu-D1* використовували праймери запропоновані (Liu, 2008) та праймери до референтного гену пшениці *actin* (Kim, 2008).

Серед досліджуваної пшениці алель *Glu-A1 2\** був детектований у 79 сортів, що складає 55,5% вибірки. У інших сортів були виявлені альтернативні алелі локусу.

Серед вітчизняних сортів було виявлено, що зразки одеської селекції Доброчин, Зиск, Зорепад, Жайвір, Запорука, Ужинок Панна, Скарбниця, Куяльник, Зміна, Вдала, Селянка також є носіями рідкісного алелю *Glu-B1 77+8*. Проте, необхідно відмітити що для сортів Селянка, Скарбниця, Запорука, Ужинок спостерігалася гетерогенність досліджуваного матеріалу, тобто поряд з генотипами з *Glu-B1 77+8*, ідентифікували генотипи з іншими алелями. Крім того, *Glu-B1a1* був визначений у екстрасильних канадських сортів Oslo і Glenlea.

В результаті аналізу вибірки сортів пшениці цінний для хлібопекарської якості алель *Glu-D1 5+10* був виявлений у 121 сорту, що складає 84,6% вибірки. У 22 сортів (16,4%) був ідентифікований алель *Glu-D1 2+12*. У сортів Фаворитка та Norin 35 спостерігали наявність алелів обох типів.

Отримані дані по виявленню алелів високої якості у сортовому матеріалі м'якої пшениці свідчить про поступове насичення ним українського генофонду, а це показує вектор робіт селекціонерів, метою яких є створення елітних екстрасильних сортів м'якої пшениці. Розроблені маркерні системи будуть корисними для контролю перенесення цінних алелів при отриманні нових сортів.

**Summary.** The objective of the study was to apply of the molecular marker system for detection of the allelic variants of the *Glu* genes, that responsible for baking properties in wheat. There are 3 genes controlling the synthesis of high molecular weight glutenin: *Glu-A1*, *Glu-B1* і *Glu-D1*. Each gene can occur in some allelic variants. The most reliable way to assess the allelic state of *Glu* genes is molecular marking using polymerase chain reaction. High-glutenin alleles *Glu-A1 2\**, *Glu-B1 77+8* і *Glu-D1 5+10* were identified among the studied wheat by codominant molecular markers. Specific primers to locus *Glu-A1*, *Glu-B1* і *Glu-D1* can be used to analyze the presence valuable high-glutenin alleles in wheat.

## Виявлення пшеничних ваксі генів у гібридах тритикале за використання молекулярно-генетичних підходів

Степаненко О. В.<sup>1</sup>, Рибалка О. І.<sup>2</sup>, Моргун В. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України  
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ 03680, Україна  
e-mail: molgen@icbge.org.ua

<sup>2</sup>Селекційно-генетичний інститут, Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН України  
Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна

Крохмаль складає близько 70% ендосперму злаків, тому його структура у значній мірі визначає властивості зерна. Гранули крохмалю складаються із двох полісахаридів: лінійної амілози та розгалуженого амілопектину. Головним ферментом біосинтезу амілози є асоційована з гранулами синтаза крохмалю GBSS I (Wx-протеїн). Ізоформи GBSS I ферменту у геномі тритикале кодують два пшеничні гомологічні гени: *Wx-A1*, *Wx-B1* та один, недостатньо досліджений, ген жита. У злаків були виявлені мутанти за генами *Wx*, у яких спостерігалася зниження вмісту або повна відсутність амілози, що надавало зернівкам специфічних властивостей (Graybosh et al., 1998). Кожен з генів *Wx* має декілька алелів: активний алель (a), який кодує синтез білка *Wx*, нуль-алель (v), при якому блокується синтез *Wx*-протеїну та функціональні алелі з різною ферментативною активністю білка GBSS I. Культура, у якої поєднання трьох неактивних нуль-алелей генів призводить до повного блокування синтезу амілози називається ваксі (*Wx*) (Rodriguez-Quijano et al., 1998).

На сьогодні у світі відсутні сорти тритикале, які несуть нуль-алелі за генами *Wx*. В Україні розпочата робота з отримання частково *Wx* тритикале за пшеничними генами, тому було проведено розробку та оптимізацію умов проведення ПЛР для визначення алельного стану ваксі генів.

Досліджувані 150 зразків представляють собою гібриди другого покоління від схрещування ваксі сорту пшениці Софійка із вихідною лінією тритикале, яка несе алелі дикого типу, для отримання *Wx* тритикале. Виділення загальної рослинної ДНК із гібридів проводили ЦТАБ методом з модифікаціями із замороженої зеленої маси (Stewart et al., 1993). Полімеразну ланцюгову реакцію проводили у 20 мкл реакційної суміші за специфічними програмами (Степаненко та ін., 2013). Кожна реакція містила 100–150 нг рослинної ДНК, а для ампліфікації використовувалася 0,5 од. DreamTaq™ полімерази.

За результатами роботи було виявлено:

- за геном *Wx-A1*: 49 зразків дикого типу, 72 гетерозиготи та 28 зразків, що несуть нуль-алель;

- за геном *Wx-B1*: 56 зразків дикого типу, 70 гетерозигот і 22 ваксі зразки за досліджуваним геном, два зразки невизначено.

Серед досліджуваної вибірки у 150 гібридів було ідентифіковано лише три зразки що несуть нуль-алелі за обома пшеничними *Wx*-генами. Отримані результати впроваджені у селекційний процес для отримання в подальшому гібридів ваксі тритикале за усіма генами синтезу білка GBSS I.

**Summary.** The objective of the study was to apply of the molecular marker system for detection of the allelic variants of the *Wx* genes, that responsible for starch texture in triticale. There are two wheat genes controlling the synthesis of amylose in triticale: *Wx-A1*, *Wx-B1* and one unexplored rye gene. Each gene can occur in several allelic variants: active allele (a) encoding the protein synthesis *Wx*, null allele (b) in which the synthesis of a functional protein is absent, and functional *Wx* alleles with different enzymatic activity of protein. It was found only three samples with null allele of wheat *Wx* genes among triticale hybrids, to obtain samples of Waxy triticale. The results are used in breeding programs to obtain valuable varieties of crops for special purposes.

## Дослідження процесів фотосинтезу у рослин нових ліній озимої м'якої пшениці, які містять рідкісні *Gli-Glu*-алелі

Тарасюк О. І., Починок В. М.

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України*  
03022, Київ, вул. Васильківська, 31/17  
e-mail: oks\_i\_ti@mail.ru

Збільшення обсягів виробництва високоякісного зерна озимої м'якої пшениці є стратегічним напрямом роботи аграрного сектору. За даними сучасних наукових джерел, в останні роки зусилля селекціонерів та генетиків різних країн світу спрямовані на створення нових високопродуктивних сортів озимої м'якої пшениці, стійких до шкідників та збудників захворювань (Braun et al., 2010; Reynolds et al., 2006). Питання щодо розширення генетичного потенціалу урожайності та якості зерна пшениці залишаються недостатньо вивченими. Білковість зерна залежить від генотипних особливостей та забезпеченості рослин азотом, яка у свою чергу пов'язана з інтенсивністю ростових процесів, в основі яких лежить продуктивність фотосинтетичного апарату (Diekmann et al., 2005; Моргун та ін., 2012). Відомо, що фотосинтетичний процес — це біологічна основа врожайності пшениці, під час якого утворюється до 95% сухої біомаси рослин (Zhu et al., 2010). Він забезпечує рослинний організм первинними сполу-



ками вуглецю, які слугують вихідним матеріалом для синтезу різноманітних органічних речовин, що використовуються у процесах росту та розвитку (Беденко и др., 1990).

У вегетаційний дослід були залучені лінії озимої м'якої пшениці, отримані шляхом схрещування між високоякісними сортами, створеними в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України, Селекційно-генетичному інституті (м. Одеса) та колекційними зразками вітчизняної і зарубіжної селекції, які містять рідкісні *Gli-Glu*-алелі. Досліджувані лінії вирощували в польових умовах протягом 2013–2014 рр.. За стандарт брали сорт Ятрань 60 селекції Інституту фізіології рослин і генетики (ІФРГ) НАН України.

В середині квітня з ділянок Дослідного сільськогосподарського виробництва ІФРГ НАН України (сmt Глеваха, Васильківського району Київської області) відбирали рослини озимої пшениці досліджуваних ліній у фазі початку весняного кушання і висаджували в посудини, що містили 3 кг сірого опідзоленого ґрунту з додаванням 3 г нітроамфоски. Додаткового підживлення у наступні фази розвитку рослини не отримували. В одній посудині розміщували по 5 рослин. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60–70% ПВ шляхом поливу зверху і в трубку. У третій декаді травня (фаза цвітіння) вимірювали інтенсивність фотосинтезу, фотодихання та транспірації прапорцевих листків. Дані обробляли статистично за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel.

Дослідивши генотипи п'яти ліній озимої м'якої пшениці, виявили, що всі вони за інтенсивністю фотосинтезу перевершили сорт-стандарт Ятрань 60, у якого інтенсивність фотосинтезу становила  $18,5 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ . Найвищою, у фазу цвітіння, інтенсивність фотосинтезу була у рослин лінії УК 12835, яка містить рідкісний алель *Glu-B1a1* —  $28,3 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ . Лінії УК 12697 та УК 12791, які містять гени від дикорослого співродича *Ae. taushii* відзначились найвищими значеннями інтенсивності фотодихання —  $8,9 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$  та  $8,7 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ , відповідно. Крім того, рослини лінії УК 12791 характеризувалися одночасно найменшими значеннями транспірації —  $1,46 \text{ г H}_2\text{O} / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ . Найбільша ж інтенсивність транспірації була відмічена у рослин лінії УК 12835 —  $2,14 \text{ г H}_2\text{O} / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ . Найменші значення інтенсивності темного дихання були характерні для ліній УК 12805 —  $1,9 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ , УК 12791 —  $2,1 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$  та УК 12817 —  $2,3 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год})$ .

**Summary.** In a pot experiment during the flowering phase studied the dynamics of the carbon dioxide gas exchange parameters and the content of chlorophyll and carotenoids in flag leaves of winter wheat of different lines that contain rare *Gli-Glu*-alleles, and grade-standard Yatran 60. Shown that the genotypes of five lines winter wheat exceeded the intensity of photosynthesis grade-standard Yatran 60.



## Про- и антиоксидантная системы суспензионных клеток картофеля в условиях солевого и осмотического стресса

Утарбаева А. Ш., Чебоненко О. В., Турсунова А. К.,  
Амиркулова А. Ж., Абайлдаев А. О.

*РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК  
ул. Досмухамедова, 86, г. Алматы, 050012, Казахстан*

Проведено исследование уровня прооксидантов (перекиси водорода ( $H_2O_2$ ) и перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы (СОД), аскорбат-пероксидазы (АПО), каталазы (КАТ) и пероксидазы (ПО) в суспензионных клетках картофеля сорта «Аксор» в условиях солевого (0,1М NaCl) и осмотического (0,15М маннитол) стресса. Показано, что через 2 недели роста клеток на средах с маннитолом уровень прооксидантов был выше в 1,5–2 раза, чем в контроле. Засоление вызывало незначительное на 30–40% усиление ПОЛ. Антиоксидантные ферменты по-разному реагировали на солевой и осмотический стресс. В основном изменения обнаружены для внутриклеточных форм ферментов. Наблюдала активацию КАТ и СОД при засолении и ингибирование — при осмотическом стрессе. Активность АПО и ПО усиливалась на средах с маннитолом и снижалась на средах с NaCl. Через 4 недели роста на средах со стрессовыми агентами наблюдали небольшое активирование СОД и КАТ (на 50–60% больше контроля). Наибольший отклик был зарегистрирован для связанной формы ПО, активность которой в 2–3 раза превышала контроль. Содержание  $H_2O_2$  и ПОЛ практически не превышало контрольного уровня, что свидетельствует об эффективной работе антиоксидантной системы защиты устойчивых к данным стрессам клеток. Предполагается, что активация СОД, КАТ и связанных с клеточной стенкой форм ПО участвует в утилизации активных форм кислорода, снимает негативное влияние окислительного стресса, вызванного засолением и засухой и эти ферменты можно рассматривать как возможные маркеры устойчивости *in vitro* культуры картофеля к солевому и осмотическому стрессу. Таким образом, суспензионные клетки картофеля сорта «Аксор» показали достаточно высокий потенциал для дальнейшей селекции на соле- и засухоустойчивость.

**Summary.** Comparative analysis of level of prooxidants ( $H_2O_2$  and lipid peroxidation) and activity of antioxidant enzymes: SOD, APX, CAT and POD in suspension cells of potato line “Aksor” under salinity and drought stress

conditions has been carried out. Activation of SOD, CAT and cell wall bound forms POD was shown might be involved in utilization of reactive oxygen species (ROS) for neutralization the negative effect of oxidative stress. These antioxidant enzymes can be the markers of potato cells resistance against mentioned stressors. Therefore suspension of potato cells Aksor line has the high potential for further selection with salinity and drought resistance.

## Устойчивость каллуса у сортообразцов озимой тритикале *in vitro*

Хабиева Н. А., Алиева З. М.

Дагестанский государственный университет, каф. физиологии растений и теории эволюции

г. Махачкала, Республика Дагестан

e-mail: nadira.xabieva@mail.ru

Биотехнологические методы оценки устойчивости сельскохозяйственных культур стали уже привлекать внимание исследователей, в частности, при скрининге и селекции на их солеустойчивость (Терлецкая, 2010). В наши задачи входила оценка действия засоления на каллусные культуры сортообразцов тритикале (Triticale) — аллополиплоидных зерновых культур, полученных из геномов пшеницы и ржи (Куркиев, 2009).

Для опытов получили 4 его сортообразца из коллекции Дагестанской опытной станции ВИР им. Н. И. Вавилова: *Triskell*, *Maderato*, *Горчинска* и *Праг7*. Для этого семена стерилизовали 30 с. в 95% спирте, 20 мин. в неразбавленной белизне, затем 3 раза промывали стерильной водой. Выделенные зародыши сажали на агаризованную питательную среду срезом вниз для формирования каллуса (Калашникова, 2012). Экспланты каллуса культивировали в чашках Петри, содержащих по 20–25 мл среды Мурасиге-Скуга с добавлением 2,4-Д (2,5 мг/л) и NaCl (0,5 и 1%) в течение 29–30 сут. в климатической камере при температуре  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , освещении 3000 люкс и влажности 80%. Реакцию изолированных зародышей на засоление оценивали по показателям выживаемости, роста, активности каллусогенеза, величине биомассы каллуса.

Отмечено снижение биомассы эксплантов каллуса с возрастанием концентрации NaCl в питательной среде. При концентрации 0,5% наблюдалось незначительное, а 1% — сильное угнетение роста каллусных культур. В варианте NaCl 0,5% наименьшее снижение каллусной биомассы выявлено у сортов *Triskell* (73% по отношению к контролю) и *Праг 7* (68%), а наибольшее у сортообразцов *Maderato* и *Горчинска* (66,3 и 57,2%). При концентрации NaCl 1% в питательной среде

у с. *Горчинска* каллусогенез полностью подавлялся, у с. *Maderato* наблюдалось выраженное снижение показателей (60%). Наиболее высокие показатели наблюдались у с. *Triskell* и *Праг 7* (70 и 64%). Размер каллуса у наиболее устойчивого с. *Triskell* составил в вариантах с концентрациями 0,5% и 1% NaCl соответственно 76,2 и 59,4% по отношению к контролю, *Maderato* — 80 и 84%, *Праг 7* — 72,5 и 85,5%. У *Горчинска* каллус формировался только на среде 0,5% NaCl (80% к контролю). Каллусы сортов *Triskell* и *Праг 7* в условиях засоления морфологически были близки к контрольным. Каллусы остальных сортов имели более водянистую структуру, с потемнением тканей.

Таким образом, наибольшую устойчивость к засолению в условиях *in vitro* проявили с. *Triskell* и *Праг 7*, наименьшую — с. *Maderato* и *Горчинска*. Эти данные согласуются с лабораторной оценкой всхожести семян и роста проростков, проведенные нами в соответствии методике (Удовенко, 1991), при этом была выявлена наиболее высокая устойчивость с. *Triskell* (Хабиева и др., 2014).

**Summary.** The resistance to salinity *in vitro* of Triticale varieties was studied. Callus tissue was obtained from embryos and cultured in Murashige-Skoog medium supplemented with 2,4-D (2.5 mg/l) and NaCl (0.5 and 1%). Evaluation was carried out in terms of: survival, growth, activity, callus formation, callus biomass. The greatest resistance grades *Triskell* and *Prag7*, in which there was the least marked reduction of biomass and size of callus was shown. *Gorchinski* and *Maderato* varieties were more sensitive to salinity.

## Механизм взаимодействия генов при наследовании признаков

Хаблак С. Г.

Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск, 91008,  
Украина

e-mail: serhab211981@yandex.ua

В первой половине XX ст. в период развития классической генетики основным генетическим принципом было представление о том, что один ген формирует один признак. В меру накопления знаний о молекулярно-генетических механизмах регуляции процессов роста и развития организмов выяснилось, что моногенных признаков, проявление которых обусловлено одним геном в природе вообще нет или очень мало, а отношение «ген–признак» значительно сложнее. Большинство признаков являются полигенными и определяются большим количеством генов. Были открыты явления плейотропного действия генов и взаимодействия неаллельных генов. Однако меха-

низм взаимодействия генов был изучен недостаточно. Те примеры наследования признаков при взаимодействии генов, которые изложены в классических учебниках по генетике, приводятся без понимания молекулярно-генетических процессов регуляции развития, и не могут объяснить механизм взаимодействия генов. В то же время без учета молекулярной генетики, биохимии и физиологии отдельно взятый генетический анализ наследования признаков при взаимодействии генов не может раскрыть природу данного взаимодействия.

В последние годы благодаря стремительно развивающимся исследованиям молекулярных механизмов регуляции экспрессии генов становится все более ясным, что проблема взаимодействия генов тесно связана с сигнальной системой регуляции развития растения.

В этой связи нами было проведено изучение влияния сигнальной системы растения и взаимодействия генов при наследовании признаков корневой системы у *A. thaliana* (Хаблак, Парий, 2013). Полученные результаты показали, что объяснить механизм, посредством которого происходит взаимодействия генов, можно исходя из современных представлений о молекулярных принципах биологического ответа. Любой признак, свойство или реакция на неблагоприятные условия среды в организме развивается в результате функционирования многих генов, которые могут взаимодействовать разным образом. Регуляция экспрессии этих генов контролируется эндогенными и экзогенными сигналами. Восприятие сигналов у организмов осуществляется сигнальной системой, способной вызывать активацию клеточных механизмов регуляции, которые обуславливают изменение экспрессии генов, их перепрограммирование и приводят в конечном итоге к наблюдаемой реакции.

Гены, контролирующие путь передачи сигнала и вызывающие развитие признака или ответной реакции, кодируют белки-рецепторы, воспринимающие определенный сигнал химической или физической природы, в том числе особые белки (например, G-белки, протеинкиназы, протеинфосфатазы и др.), некоторые низкомолекулярные соединения, входящие в состав каскадной системы молекул-посредников, которые осуществляют передачу воспринятого сигнала в ядро клетки, а также транскрипционные факторы, регулирующие экспрессию определенных генов и ответную реакцию на сигнал.

Под влиянием мутаций, возникающих в разных генах, контролирующих определенные звенья сигнальной цепи, частично или полностью блокируется путь передачи сигнала в ядро клетки и ответная реакция, что приводит на уровне растения в целом и его органов к нарушению проявления признака. Такое явление наблюдается в реализации многих признаков у животных и растений, в том числе и у *A. thaliana*. При наследовании таких признаков у арабидопсиса отмечаются все основные формы взаимодействия генов.

**Summary.** The results of the study of the influence of the signaling system of regulation of plant development on the interaction of genes in the inheritance of the root system in *Arabidopsis*. It is established that the expression of traits in *A. thaliana* genes is regulated by the interaction of the signal system of the plant.

## **Ефекти алелів гена *Ppd-B1* на агрономічні ознаки в умовах Півдня України**

**Файт В. І., Погребнюк О. О., Балашова І. А.,  
Стельмах А. Ф.**

*Селекційно-генетичний інститут, Національний центр насіннезнавства та сортовивчення*

*Овідіопольська дорога, 3, м., Одеса, 65036, Україна*

*e-mail: faygen@ukr.net*

Варіювання фотоперіодичної чутливості є одним з чинників, що призводить до мінливості адаптивності і продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах південного Степу України. При цьому слабка реакція на скорочення тривалості освітлення майже всіх сортів обумовлена присутністю у генотипі домінантного алеля *Ppd-D1a*. Разом з тим відмічена позитивна роль гена *Ppd-B1a* у підвищенні зимостійкості та урожаю у несприятливі за перезимівлею роки порівняно з генотипами носіями гена *Ppd-D1a* при відсутності відмінностей між генотипами — носіями вказаних генів у роки з м'якою зимою за урожаєм зерна.

Мета даного дослідження — визначення ефектів алелів гена *Ppd-B1* за комплексом агрономічно важливих ознак з використанням 64 рекомбінантно-інбредних ліній комбінації схрещування Оренбурзька 48/Сarpelle Desprez 2В при оцінці в умовах 2011–2013 років.

Колосіння рекомбінантно-інбредних ліній в умовах природнього фотоперіоду після попередньої штучної яровизації 50 діб спостерігали на 49,2–79,4 добу, тобто розмах варіювання складав 30,2 діб. Скорочення тривалості дня до 10 годин призводило до затримки колосіння та сприяло дещо більшому різноманіттю. Лінії у цьому варіанті досліду колосилися на 66,6–97,0 добу після висадки. За різницею щодо тривалості періоду до колосіння між варіантами скороченого та природнього фотоперіоду після 50-добової яровизації ( $d$ ) 16 ліній можна охарактеризувати як слабчутливі ( $d \leq 19$  діб), 26 — середнечутливі ( $d = 20 - 26$  діб), 22 — сильночутливі ( $d \geq 27$  діб) до фотоперіоду генотипи.

Ідентифікація 64 рекомбінантно-інбредних ліній комбінації схрещування Оренбурзька 48/Cappelle Desprez 2В з використанням STS-праймерів до локусу *Ppd-B1c* дозволила встановити присутність у генотипі рекомбінантно-заміщеної за 2В хромосомою сорту Cappelle Desprez і 41 рекомбінантно-інбредної лінії алеля *Ppd-B1c*, що обумовлює зменшення чутливості до скорочення тривалості дня. Сорт Оренбурзька 48 та 23 рекомбінантно-інбредні лінії є носіями рецесивного алеля *Ppd-B1b*. Отже, вказані вище відмінності ліній за фотоперіодичною чутливістю вивчених рекомбінантно-інбредних ліній, головним чином обумовлені різними алелями гена *Ppd-B1*.

Рекомбінантно-інбредні лінії — носії домінантного алеля *Ppd-B1c* характеризувалися меншою тривалістю періоду до колосіння (на 2,4 доби), збільшенням маси зерна колосу (на 0,078 г) та маси 1000 зерен (на 2,6 г), підвищенням зимо- (на 6%), морозостійкості у січні (на 12–36%) та на початку березня (на 18%), коефіцієнта господарського використання (на 0,03), урожаю зерна (на 0,028 кг/м<sup>2</sup>) порівняно з лініями-носіями рецесивного алеля *Ppd-B1b*.

Алельні відмінності гена *Ppd-B1* не впливали на висоту рослин, продуктивну кущистість, кількість зерен з колосу, кількість продуктивних пагонів на одиницю площі. Вклад окремих ознак на формування продуктивності рослин — носіїв алеля *Ppd-B1c* або *Ppd-B1b* відрізнявся в залежності від генотипу та року вирощування. У сильно фоточутливих генотипів (алель *Ppd-B1b*) у цілому, рівень зв'язку УЗ з іншими ознаками був вище порівняно зі слабо чутливими генотипами (алель *Ppd-B1c*).

**Summary.** *Ppd-B1* genotypes in 64 recombinant-inbroad F2:9 lines (RIL) of wheat Orenburgskaya 48/Cappelle Desprez *Ppd-2B* were identified and allelic differences effects of that gene were studied on yeild and its components. *Ppd-B1c* allele presence was revealed in 41 RIL's and parental Cappelle Desprez *Ppd-2B*, allele *Ppd-B1b* was presented in 23 RIL' and Orenburgskaya 48. Allele *Ppd-B1c* promoted increasing winter hardiness, frost resistance, head grain weigt and 1000 grain weight, and grain yield as well.



## Гаплопродукційна спроможність пшениці м'якої озимої за наявності в генотипі транслокацій 1RS.1BL та 1RS.1AL

Шестопал О. Л., Замбріборщ І. С., Топал М. М.

Селекційно-генетичний інститут, Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна

e-mail: oksana\_shestopal@mail.ru

Сьогодні селекція м'якої пшениці широко застосовує в своїх програмах з отримання високопродуктивних сортів вихідний матеріал пшениці, який містить житні транслокації. Насамперед, це обумовлено тим, що ділянка хромосоми, що несе транслокацію 1RS.1BL містить гени стійкості до бурої іржі (Lr26), стеблової іржі (Sr31), жовтої іржі (Yr9) і борошністої роси (Pm8), а 1RS.1AL транслокація від жита *Insave* (сорт Amigo) несе гени стійкості до двох біотипів тлі *Schizaphis graminum*, кліща *Aceria tosicheilla* та ген стійкості до борошністої роси *Pm17* (McIntosh, 1998). Слід відмітити, що транслокація 1RS.1BL значно знижує показники хлібопекарської якості пшениці, на відміну від транслокації 1RS.1AL, яка не призводить до такого різкого зниження цих показників (Собко, 1997). Використання сучасних біотехнологічних методів, зокрема, отримання подвоєних гаплоїдів шляхом андрогенезу, значно прискорює селекційний процес (Лобанова, 2007; Шестопал, 2013). Отже, визначення гаплопродукційної здатності генотипів пшениці м'якої озимої, які містять транслокації 1RS.1BL (далі В) та 1RS.1AL (далі А), є актуальним та важливим завданням.

Матеріалом дослідження були 8 генотипів пшениці м'якої озимої, які різнилися за наявністю житніх транслокацій: три генотипи ВВ, два АА, та по одному В0, А0 і АВ. Виявлено відмінності між показниками гаплопродукційної здатності (як за показником «індукція новоутворень», так і за показником «регенерація зелених рослин») двох груп генотипів.

Показано, що у сортів та гібридів, які містили транслокацію 1RS.1BL, рівень індукції новоутворень та регенерації з них рослин був вищим, у порівнянні з такими, де мала місце транслокація 1RS.1AL. Так, індукційна здатність перших коливалась від  $5,16 \pm 0,74$  до  $38,84 \pm 1,23$  шт. новоутворень на 100 висаджених пиляків, а для генотипів з транслокацією 1RS.1AL — від  $2,07 \pm 0,47$  до  $3,25 \pm 0,51$ . Подібні ж результати були отримані і за показником «регенерація рослин», що є відображенням другого етапу гаплопродукції. Від кожного генотипу, що містив житню транслокацію на В хромосомі пшениці, отримали зелені рослини-ренегеранти. Кількість їх на 100 висаджених пиляків для окремих генотипів різнилася, але була досить



високою:  $2,02 \pm 0,47$ ;  $7,51 \pm 0,59$ ;  $9,09 \pm 0,73$  та  $9,46 \pm 0,67$ . Щодо сор-тів та гібридів пшениці з транслокацією на 1А хромосомі, від двох зразків не отримано жодного регенеранта, а від одного —  $0,33 \pm 0,17$  шт./100 пиляків. Слід зазначити, що за двома показниками, що вивчались, гібрид F<sub>1</sub> Еритроспермум 178/12 (А) × Модифікаційна лінія (В), який містив обидві транслокації, показав проміжні результати —  $9,95 \pm 0,82$  та  $2,26 \pm 0,41$  шт./100 пиляків відповідно.

Таким чином, в даних умова експерименту, показано, що наявність транслокації 1RS.1BL в генотипі пшениці м'якої озимої підвищує гаплопродукційну здатність в культурі пиляків *in vitro*.

**Summary.** Testing haploprodution ability of soft winter wheat with rye translocation and obtaining their lines by *in vitro* anther culture. In these experimental conditions, availability traslocation 1RS.1BL of genotypes soft winter wheat increases haploprodution ability by *in vitro* anther culture.

## Изменение морфологии пластид и их пигментного состава в листьях разного возраста хлорофильных мутантов и зеленых растений льна

**Яранцева В. В., Лях В. А.**

*Запорожский национальный университет  
ул. Жуковського, 66, г. Запорожье, 69600, Украина  
e-mail: VIKA.yaran@mail.ru*

Изучение процесса фотосинтеза и желание регулировать фотосинтетическую деятельность растений наблюдается уже на протяжении более двухсот лет, однако и сегодня является важным вопросом современной физиологии растений. Наиболее удобным объектом для проведения таких исследований являются растения мутантной природы с хлорофильной недостаточностью (Лях В. А., 2003). В генетической коллекции льна масличного Запорожского национального университета имеется серия мутантных образцов с разным типом хлорофильных изменений. Эти мутанты были выделены при обработке семян льна масличного (*Linum humile* Mill.) мутагенами различной природы (Лях В. А., 2003). Хлорофильные мутанты легко идентифицируются от всходов до цветения и могут представлять интерес для изучения процессов фотосинтеза.

Материалом исследования были растения, выращенные в полевых условиях: сорт льна масличного Циан и полученная на его основе мутантная линия М–81, коллекционный образец льна масличного К–7487 и его мутантная линия М–28. Для анализа у мутантных линий и их исходных форм отбирали ювенильные листья с верхней ча-

сти растения на стадии бутонизации и дефинитивные листья (полностью сформированные) с верхней части растения на стадии цветения. Одновременно проводили анализ количества основных фотосинтетических пигментов и анатомо-морфологических особенностей пластидного аппарата растений.

При изучении количества основных фотосинтетических пигментов зеленых листьев контрольных растений Циан и К-7487 было выявлено, что в ювенильных и дефинитивных листьях количество хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов существенно не отличается. В ювенильных листьях хлорофильных мутантов отмечается снижение количества хлорофилла *b*, в то время как количество хлорофилла *a* существенно не меняется по сравнению с исходной формой, количество же каротиноидов выше чем у контроля, степень изменений колеблется в зависимости от генотипа. В дефинитивных листьях хлорофильных мутантов типа *xantha* и *viridis* количество хлорофилла *a* и каротиноидов снижается в разной степени, по сравнению с ювенильными листьями, в зависимости от типа мутации.

Площадь сечения и объем хлоропластов контрольных (зеленых) растений и мутантных форм увеличиваются с возрастом листа. В ювенильных листьях мутанта М-81 площадь сечения хлоропластов меньше почти в 2,5 раза, а объема — почти в 7 раз. У мутанта М-28 в ювенильных листьях также наблюдалось снижение показателей площади сечения хлоропластов в почти 2 раза, а объема — более чем в 2,5 раза. В дефинитивных листьях мутантов наблюдается увеличение площади сечения и объема хлоропластов, при этом мутант типа *xantha* изменяет по сравнению с контролем форму хлоропластов с эллипсоподобной на цилиндрическую, которая сохраняется как в ювенильных, так и в дефинитивных листьях.

**Summary.** This paper presents the study of quantity of the main photosynthetic pigments and anatomical and morphological features of chloroplasts in definitive and juvenile leaves of chlorophyll deficient linseed mutants and their original forms. It was found that chlorophyll mutants were deficient in chlorophyll *b*. In the definitive leaves the quantity of chlorophyll *a* and carotenoids was decreased to varying degrees. In the definitive leaves of mutants an increase in cross-sectional area and volume of chloroplasts was also observed.

Секція 3.

## РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН У ВЗАЄМОДІЇ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМИ»

Section 3.

## PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT WITHIN "PLANT-MICROORGANISMS" INTERACTION

---

### Ювенильная устойчивость пшеницы мягкой озимой к комплексу возбудителей корневых гнилей

Бабаянц О. В.<sup>1</sup>, Сечняк А. Л.<sup>2</sup>, Мирось С. Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Селекционно-генетический институт, Национальный центр семеноведения и сортоизучения, отдел фитопатологии и энтомологии, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина, e-mail: fungi@ukr.net

<sup>2</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, каф. генетики и молекулярной биологии, Шампанский переулок, 2, г. Одесса, 65058, Украина, e-mail: a.sechnyak@onu.edu.ua, till2002@mail.ru

Грибные фитопатогены не только снижают урожай зерновых культур, но и ухудшают качество продукции. Интенсификация сельхозпроизводства, сопряженная с использованием высоких доз удобрений, севооборотов с короткими ротациями приводит к снижению роли такого важного фактора борьбы с фитопатогенами, как агротехнический. Это, в свою очередь, повышает роль химических средств защиты и, особенно, значимость генотипа как средства противостояния болезням.

У зерновых злаковых культур наблюдается усиление развития корневых и прикорневых гнилей, в основном, грибной этиологии (Санин, 2010), которые встречаются повсеместно. Возбудители корневых гнилей способны поражать не только хлебные и дикорастущие злаки, но и растения других семейств, что позволяет грибам выживать долгое время в отсутствие основных хозяев (Жемчужина, Киселева, 2008). Среди возбудителей корневых гнилей в Европейской юго-восточной эпифитотийной зоне, куда входит значительная часть

территории Украины, в числе субдоминирующих видов — *Fusarium graminearum* Schwabe, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.) Shoem. В последнее время возрастает распространённость такого вида как *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn (= *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk) (Бабаянц, Бабаянц, 2014).

Цель настоящей работы — изучение реакции новых инновационных сортов пшеницы мягкой озимой Ластивка одесская и Княгиня Ольга, созданных в СГИ–НЦСС, на действие токсинов указанных видов грибов на стадии прорастания.

Семена проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри по 20 семян в пятикратной повторности. В опытных вариантах семена проращивали на нефильтованной культуральной жидкости грибов. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

В большинстве случаев (за исключением воздействия *R. solani* на проростки пшеницы Ластивка) всхожесть семян достоверно снижалась. Для оценки степени воздействия культуры гриба на проростки использовали степень токсикации, как процентное отношение длины параметров проростков в опыте к соответствующим показателям в контроле (Бабаянц и др., 1988). Во всех случаях степень токсикации корня (43,0–73,9%) была большей, чем степень токсикации проростка (30,1–52,3%). По степени токсикации корней и проростков обоих сортов наиболее вредоносным оказался гриб *B. sorokiniana* (степень токсикации 73,9% для пшеницы сорта Ластивка и 72,4% для пшеницы сорта Княгиня Ольга), а наименее вредоносным — *F. graminearum* (степень токсикации 43,0% и 51,4% соответственно). Оценка реакции проростков сорта предыдущей сортосмены — Фантазия одесская, на действие культур *B. sorokiniana* и *F. graminearum* показало более высокую чувствительность данного сорта к грибам: степень токсикации корней составила 71,5% при воздействии *B. sorokiniana* (Січняк та ін., 2012) и 99,0% при воздействии *F. graminearum* (Січняк та ін., 2013).

Таким образом, новые сорта пшеницы озимой мягкой Ластивка одесская и Княгиня Ольга обладают хорошей устойчивостью к корневым гнилям на стадии проростков, что является важным фактором противодействия болезням.

**Summary.** The juvenile resistance to root rot, caused by *Fusarium graminearum*, *Bipolaris sorokiniana* and *Rhizoctonia solani*, of new varieties of winter bread wheat Lastivka odesskaya and Knyaginya Olga was investigated. These varieties are far superior to the tolerance of the previous grade variety change Fantasia odesskaya.

## Особливості розвитку мікоризи *Rhododendron luteum* Sweet у період різних фенологічних фаз

Белова Н. Ю.

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України  
e-mail: belova86@ukr.net

Види роду *Rhododendron* L. є високодекоративними та перспективними для використання в ландшафтному будівництві та озелененні. Вони є мікотрофними, тобто зростають у симбіозі з мікоризними грибами. Мікориза рододендронів належить до ерікоїдного типу (Лобанов, 1951; Селиванов, 1980) і структурно складається з зовнішнього міцелію — мікодермісу та внутрішньоклітинних клубків гіф.

В Україні природно зростає три види рододендронів, один з них *Rhododendron luteum* Sweet поширений у північно-східній частині Рівненської і північно-західній частині Житомирської областей.

З літературних джерел (Катенін, 1972; Сичова, 1952) відомо, що деякі види роду *Rhododendron* L., в період різних фенологічних фаз мають різний ступінь мікотрофності. За попередніми дослідженнями (Шумик та ін., 2011) також встановлено, що морфологічна структура мікоризи та ступінь мікоризації коренів *R. luteum* різняться в залежності від ценотичного складу. Тому було вирішено дослідити розвиток мікоризи у цього виду в різних ценозах та в період різних фенологічних фаз.

Відбір зразків коренів проводили на території Ушомирського лісництва Коростенського ЛГ Житомирської області. Досліджувались три ценози *R. luteum* з переважанням у першому ярусі *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L. та *Betula pendula* Roth. у період цвітіння (Ц5) (кінець травня) та повного здерев'яніння річних пагонів (Зд5) (початок вересня). Кількісну оцінку мікоризації проводили за методикою Селіванова (1982) використовуючи показники частоти зустрічності мікоризи (%) та ступінь мікотрофності (бал).

Результати досліджень показують, відмінність в показниках мікоризації *R. luteum* як в залежності від ценотичного складу так і в залежності від фази розвитку рослини. Так частота зустрічності мікоризи та ступінь мікоризації у *R. luteum*, що зростав у ценозі з переважанням у першому ярусі *Q. robur* не відрізнялася як в період цвітіння 61% та 1,6 бали відповідно, так і в період здерев'яніння річних пагонів 68% та 1,5 бала. Тоді як для мікоризи *R. luteum*, що зростав у ценозі з переважанням у першому ярусі *P. sylvestris* та *B. pendula* спостерігалася схожість у показниках розвитку мікоризи, які відрізнялися в залежності від фенофази. Так у період цвітіння частота зустрічності та ступінь мікоризації у *R. luteum* у ценозі з *P. sylvestris* становив 60%

та 2,3 бали, а період здерев'яніння пагонів 84% та 1,9 бали. Ці ж показники у *R. luteum* у ценозі з *B. pendula* були наступними: період цвітіння 78% та 2,7 бали, період здерев'яніння пагонів — 97% та 1,7 бала.

Аналізуючи отримані результати можна зробити узагальнюючий висновок, що розвиток мікоризи *R. luteum* знаходиться в залежності від умов зростання рослини та фізіологічної фази її розвитку.

**Summary.** In the article are given original results of *Rhododendron luteum* Sweet mycorrhizal investigation. Exploration was leading at the different cenosis conditions and in diverse phonological phases. The results of investigations show that evolvement of micorrhiza in *R. luteum* depend from as surrounding plantings as plant current physiological processes. By the way the same readings in different cenosis and in the definite phase was alike.

## **Влияние различных значений температуры на рост новых штаммов гриба *Irpex lacteus* Fr. — продуцента протеиназ молокосвертывающего действия**

**Бойко М. И., Бойко С. М., Древаль К. Г., Чемерис О. В.**

Донецкий национальный университет  
ул. Щорса, 46, г. Донецк, 83050, Украина  
e-mail: prof\_bmi@mail.ru

Факторы внешней среды — температура, рН среды, свет и др. оказывают влияние на рост грибов (Типограф, Петина, 1988; Бойко, 1979; Бойко, 1995 и др. Температура влияет на скорость биохимических реакций, пищевые потребности и физиологическую активность грибов (Лилли, Барнетт, 1953; Билай, 1980 и др.).

В наших исследованиях изучалось влияние различных температур на линейную скорость роста новых культур *Irpex lacteus*, полученных из плодовых тел, произраставших на абрикосе (дикая форма) (штаммы Ан-5 мпт и Ан-5 бпт) в г. Донецке по ул. Генерала Антонова и штамм СМ-1 ВФ- на абрикосе сортоном на расстоянии 25 км в с. Старо-Михайловка Марьинского района. Исследуемые культуры гриба инкубировали на агаризованной глюкозо-картофельной среде при 24, 26, 28, 32, 34, 38 и 40 °С в термостатах ТС-80М-2. Полученные цифровые данные статистически обрабатывались (Лакин, 1980).

Установлено, что температурный оптимум для линейного роста штаммов Ан-5 мпт и Ан-5 бпт находится при температуре 32 °С, а у штамма СМ-1 ВФ — в более широких границах от 28° до 34 °С включительно. Наблюдалось достоверное отличие в скорости линейного

роста между штаммами Ан-5 мпт и Ан-5 бпт, произраставших при температурах 24° и 40°С. Штамм Ан-5 бпт преобладал в скорости роста штамм Ан-5 мпт. Культура штамма СМ-1 ВФ характеризовалась достоверно меньшей линейной скоростью роста при минимальной и максимальной температуре культивирования, чем штаммы Ан-5 мпт и Ан-5 бпт. Скорость роста мицелия штаммов Ан-5 мпт и Ан-5 бпт увеличивалась до 32°С, а затем с повышением температуры снижалась. В свою очередь скорость роста мицелия штамма СМ-1 ВФ увеличивалась до 28°С, а затем при температурах 32° и 34°С оставалась на уровне 28°С. Следующие эксперименты посвящены вопросу, влияет ли предварительное культивирование штаммов при высокой температуре на их рост при оптимальной температуре. Штаммы Ан-5 мпт и Ан-5 бпт выращивались на глюкозо-картофельной среде в течение 25 суток при 40°С. Эти культуры служили посевным материалом для выращивания штаммов на свежей агаризованной среде при оптимальной температуре 32°С. Установлено, что линейный рост штаммов при оптимальной температуре до воздействия высокой температуры был достоверно выше, чем после воздействия высокой температуры. Повторное культивирование штаммов при 40°С вызывало увеличение их скорости линейного роста у культуры Ан-5 мпт в 2,2, а у Ан-5 бпт — 1,3 раза. Эти опыты показывают, что клетки мицелия этих штаммов, культивируемых в течение длительного времени при высокой температуре, адаптировались к этой температуре и, таким образом, появились новые, более приспособленные к высоким температурам, штаммы *I. lacteus*. Сказанное подтверждается результатами, полученными В. Лилли и Г. Барнетт (1953) на примере клеточного деления у шести штаммов дрожжей.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что у гриба *I. lacteus*, произраставшего на живых деревьях абрикоса происходит приспособление к метаболизму растения-хозяина и температурному фактору в результате появляются штаммы, отличающиеся по своим физиолого-биохимическим показателям.

**Summary.** The *Irpex lacteus* strains were received from fruit bodies of fungus which growing on the apricot branches — wild form and sort. It was shown these strains differ in temperature optimum for their growth and are characterized by a high degree of adaptation to high temperature and metabolism of host plant.



## **Фітотоксичний ефект ґрунтів поблизу залізничних шляхів**

**Бобрик Н. Ю., Кривцова М. В., Ніколайчук В. І.**

*Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»*

*вул. Волошина, 32, м. Ужгород, 88000, Україна*

*e-mail: NadjaBobrik@mail.ru*

Залізничний транспорт виступає специфічною галуззю господарства, яка включає як безпосереднє виконання перевезень, так і функціонування багато профільних виробництв по забезпеченню ритмічної роботи залізничних доріг. За масштабами дії на прилеглі території особливе місце займають забруднення ґрунтового покриву різноманітними полутантами, зокрема важкими металами, та шум, який виникає від рухомих об'єктів залізничного транспорту.

Антропогенний вплив на ґрунт в сучасних умовах носить комплексний характер, спостерігається забруднення токсикантами різного походження, реєструється підвищення фітотоксичності, зменшення кількості речовин, що засвоюються рослинами, вітамінів, біологічно активних речовин, і в кінцевому результаті зменшується родючість ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур (Кабилов, 1997). За результатами більшості досліджень виявлено, що токсичність ґрунту головним чином обумовлюється ґрунтовою мікрофлорою в результаті неповного окиснення продуктів мікробного метаболізму (Волкогон, 2011).

Метою роботи було виявлення токсичного впливу ґрунтів призалізничних територій на ріст і розвиток тест-культури *Triticum aestivum* L. За методикою (Красильников, 1970) ґрунт вважається токсичним, якщо показник ефекту фітотоксичності перевищує 30%. Також проводили визначення кількісного складу фізіологічних груп мікроорганізмів забруднених ґрунтів як можливого джерела їх фітотоксичності. Проби ґрунту відбирали у чотирьох вузлових точках одноколійної магістралі № 193 Чоп — Ужгород — Великий Березний — Ужоцький перевал — Сянки Львівської залізниці в межах Закарпатської області: м. Чоп — м. Перечин — смт. Великий Березний — с. Волосянка. Основні фізіологічні групи мікроорганізмів ґрунту визначали методом серійних розведень ґрунтової суспензії з використанням диференційно-діагностичних поживних середовищ [2]. Так, амоніфікатори враховували на м'ясопептонному агарі (МПА), мікроміцети — на середовищі Сабуро, актиноміцети — на крохмаль-аміачному агарі (КАА), бактерії групи кишкової палички — на Ендо, олігонітрофіли — на середовищі Ешбі, оліготрофи — на голодному

агарі (ГА), спорові — на МПА (шляхом висіву пропастеризованої ґрунтової суспензії), педотрофи — на ґрунтовому агарі, целюлозолітичні мікроорганізми — на середовищі Гетчинсона, *Azotobacter* — за методом обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі. Результати виражали числом КУО на 1г абсолютно сухого ґрунту. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми *Microsoft Excel*.

За результатами лабораторних досліджень зареєстроване підвищення фітотоксичності ґрунтів, що безпосередньо прилягають до залізничної колії, порівняно з контролем. Показники фітотоксичного ефекту ґрунтів (відсоток інгібування росту корінців тест-культури відносно контролю), відібраних на відстані 0 м від залізничної колії досліджуваних ділянок, виявились наступними: м. Чоп — 55,5%, м. Перечин — 42,3%, смт Великий Березний — 31,3%, с. Волосянка — 59,5%. Встановлено, що на відстані 100 м від залізничної колії проходить стабілізація кількісного складу ґрунтових мікробіоценозів та зниження фітотоксичного ефекту до показників 24,9%, 23,4%, 4,3%, 8,6% відповідно.

Проведення кореляційного аналізу залежності між показниками фітотоксичного ефекту та кількісним складом мікробних ценозів ґрунту дозволило виявити групи мікроорганізмів, які можуть бути джерелом фітотоксичності ґрунту. Так, для ґрунтів усіх досліджуваних ділянок встановлена позитивна кореляція між фітотоксичним ефектом та кількістю спорової мікрофлори ґрунту. При цьому коефіцієнт кореляції коливався в діапазоні 0,47–0,97. Отримані дані підтверджуються публікаціями інших авторів (Симочко, 2007; Волкогон, 2010; Колесникова, 2011). Показники фітотоксичного ефекту окремих досліджуваних районів позитивно корелюють з кількістю оліготрофів (коефіцієнт кореляції рівний 0,41–0,99), бактерій групи кишкової палички (0,88), олігонітрофілів (0,86), актиноміцетів (0,93–0,99), міксоміцетів (0,76), педотрофів (0,99), амоніфікаторів (0,52) та оліготрофів (0,99).

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що ґрунт призалізничних територій Закарпатської області володіє фітотоксичністю. На відстані 100 м від залізничної колії проходить зниження фітотоксичного ефекту, показники якого проявляють позивну кореляцію з кількістю фізіологічних груп мікроорганізмів ґрунту, зокрема, з кількістю спорової мікрофлори.

**Summary.** We analyzed phytotoxic effects of soils close and distant to railways. The higher toxicity was observed in railway soils. The soils situated at the distance from railway (up to 100 m) were less toxic for plants. Good correlation between phytotoxic effect and number of spore forming microbes was estimated.

## **Зміни активності гваяколпероксидази у коренях сої, інокульованої *Bradyrhizobium japonicum* та вирощеної в умовах різного водозабезпечення, під впливом екзогенного лектину**

**Веселовська Л. І., Коць С. Я.**

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: veselovskalili@mail.ru*

Лектини відіграють важливу роль у захисті рослин від несприятливих факторів навколишнього середовища. Відомо (Шалимова и др., 2005; Молодченкова та ін., 2014), що використання лектиновмісних екстрактів для передпосівної обробки насіння пшениці та гороху сприяло індукції активності пероксидази і каталази як індикаторів підвищеної стійкості до патогенів. Попередня обробка насіння пшениці гомологічним лектином викликала підвищення активності антиоксидантних ферментів у тканинах листків (Круглова та ін., 2006).

Тому для вивчення впливу екзогенного лектину на адаптивні властивості рослин сої, інокульованої *Bradyrhizobium japonicum* та вирощеної в умовах різного водозабезпечення, ми вивчили активність гваяколпероксидази (ГП) у коренях сої як показник оксидативного стресу. Досліди проводили на вегетаційному майданчику ІФРГ НАН України. Перед посівом насіння інокульовали високоактивним штамом бульбочкових бактерій *B. japonicum* 634б протягом 1 год. При цьому в дослідних варіантах застосовували розчин комерційного лектину насіння сої у концентрації 100 мкг/мл для обробки насіння або ризобій (тривалість 20 год). Рослини вирощували у 16-кілограмових посудинах Вагнера в піщаній культурі з внесенням поживної суміші Гельрігеля з 0,25 норми азоту за оптимального (60% ПВ) та недостатнього (30% ПВ) водозабезпечення. Активність гваяколпероксидази визначали за методикою Еґлі (Egley et al., 1983). Відбори зразків проводили у фази одного справжнього листка (достресовий період), цвітіння (8-а доба посухи) та початок формування бобів (8-а доба після відновлення поливу).

Аналіз результатів проведених досліджень показав, що у достресовий період за обох способів застосування лектину активність гваяколпероксидази у коренях сої була вищою порівняно з контролем. Зокрема, більше зростання даного показника відмічено у варіанті із обробкою лектином ризобій — 19% до контролю. Варто відмітити, що таку закономірність ми спостерігали й надалі. У фазу цвітіння в умовах оптимального водозабезпечення активність ГП зростає відносно контролю на 75% (обробка насіння лектином) та на 298% (обробка ризобій лектином). В умовах недостатнього водозабезпечення

незалежно від способу використання білка цей показник зріс відносно відповідного контролю на 13%. Слід зазначити, що у сої, яка піддавалася впливу стресу, активність ГП була вдвічі вищою, аніж у рослинах, які вирощувалися за оптимального водозабезпечення.

У фазу початок формування бобів у рослинах, що не зазнавали стресового впливу, було відзначено зниження активності ГП у варіантах із використанням білка для обробки насіння (на 22%) чи ризобій (на 27%) порівняно до контролю. Водночас у коренях сої, для якої було поновлено полив, як і у період цвітіння, даний показник у дослідних варіантах був вищим на 12% (обробка насіння лектином) і 30% (обробка ризобій лектином) порівняно до відповідного контролю.

Таким чином, результати наших досліджень показали, що використання екзогенного лектину суттєво активізує гваяколпероксидазу в коренях сої, що може свідчити про формування системи рослина-мікроорганізми із більш вираженими адаптивними властивостями до недостатнього водозабезпечення.

**Summary.** The influence of the exogenous lectin on the guaiacol peroxidase activity in soybean roots inoculated by *Bradyrhizobium japonicum* and grown under different water supply was investigated. It is found that the enzyme was activated under the lectin influence. The application of the lectin as a component of inoculation suspension was more effective than the treatment of seeds with the protein.

## **Продуктивність люцерни в умовах різного водозабезпечення за використання гомота гетерологічних білків із гемаглютинуючою активністю**

**Коць С. Я., Михалків Л. М., Береговенко С. К., Мокрицький К. А.**

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: mykhalm@ukr.net*

Фізіологічні процеси, що відбуваються у рослинах родини бобових, і, відповідно, їхня реакція на дію стресів, визначаються особливостями утворення та функціонування симбіозу з бульбочковими бактеріями. Тому при пошуку шляхів підвищення продуктивності цих культур важливо враховувати вплив зовнішніх чинників на здатність бобових у симбіозі з ризобіями засвоювати молекулярний азот, а також роль компонентів бобово-ризобіальних систем у реалізації їх потенціалу.

Мета представлених досліджень — вивчити ефективність симбіотичних систем люцерна — *Sinorhizobium meliloti*, утворених за різно-

го водозабезпечення при використанні гемаглютининів насіння люцерни та сої. Дослідження проводили у вегетаційних умовах, рослини люцерни сорту Надежда вирощували у піщаній культурі з додаванням поживного розчину Гельрігеля (0,25 норми азоту) та мікроелементів за природного освітлення та оптимального водозабезпечення (60 % повної вологості (ПВ)). Модельну 30-добову посуху створювали, починаючи з фази прихованої бутонізації, шляхом контрольованого поливу рослин (40 % ПВ), після чого його відновлювали до досягнення оптимального рівня водозабезпечення. Перед посівом насіння інокулювали *S. meliloti* 441 (контроль), у дослідних варіантах ризобії попередньо інкубували із гемаглютинінами насіння сої або ж люцерни.

Виявлено, що застосування гемаглютининів насіння як люцерни, так і сої сприяє підвищенню азотфіксувальної активності симбіотичних систем люцерни — *S. meliloti* у фазі цвітіння за 40 % ПВ. За оптимального водозабезпечення зростання даного показника відбулося лише при використанні гомологічних гемаглютининів. Слід зауважити, що за недостатнього водозабезпечення ацетиленвідновлювальна активність у варіантах із гемаглютинуючими білками суттєво не відрізнялась від контролю за оптимального водозабезпечення. Використання обох гемаглютининів стимулювало наростання маси коренів люцерни у фазі бутонізації — початок цвітіння за посухи, але мало протилежний ефект за 60 % ПВ. Застосування ризобій, інкубованих із гемаглютинінами люцерни, привело до наростання надземної маси рослин у період бутонізації — цвітіння за 40 % ПВ. При цьому в фазі цвітіння надземна маса люцерни за недостатнього водозабезпечення при застосуванні гомологічних гемаглютинуючих білків була такою ж, як і в контрольному варіанті за оптимального водозабезпечення. Зазначимо, що позитивний вплив застосування білків із гемаглютинуючою активністю на формування симбіотичних систем люцерни з ризобіями та їх продуктивність підтверджено і в умовах польового досліді.

Отже, у результаті проведених досліджень показано, що інокуляція насіння люцерни ризобіями *S. meliloti* 441, проінкубованими з білками із гемаглютинуючою активністю, інтенсифікує процес біологічної азотфіксації, збільшує урожай надземної маси рослин і дозволяє підвищити стійкість симбіотичних систем до недостатнього водозабезпечення.

**Summary.** The influence of the addition of hemagglutinines of soybean and alfalfa seeds into the inoculation suspension is studied. It is shown the positive effect of both proteins on symbiosis functioning under insufficient water supply. The application of alfalfa hemagglutinines led to increase of plant growth. It is concluded the inoculation of alfalfa seeds by rhizobia incubated with hemagglutinines can improve the resistance of symbiotic systems alfalfa — *Sinorhizobium meliloti* to drought.

## Индукцированный грибной инфекцией синтез некоторых групп фенольных соединений в листьях однолетних сеянцев дуба черешчатого

Полякова Л. В.

Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации  
им. Г. М. Высоцкого  
ул. Пушкинская 86, г. Харьков, 61024, Украина  
e-mail: polyakova\_lv@mail.ru

Растения продуцируют вторичные метаболиты, которые могут быть токсичными для патогенов и насекомых, либо являться частью программы их нормального роста и развития. Вещества, которые дополнительно синтезируются в ответ на биотический стресс, представляют вариант индуцированной защитной реакции организма (V. Lattazio at all., 2006).

Сеянцы полусибового (ПС) потомства деревьев дуба (*Quercus robur*) часто используются для микроклонального размножения (Raddephat at all., 1997). Поэтому представляет интерес их связь с биохимическими особенностями материнского дерева (МД) и устойчивостью к биогенным воздействиям в естественной среде. Для этого были изучены ПС потомства трех 70-летних деревьев дуба черешчатого (Харьковская обл.). В листьях материнских деревьев и сеянцев определяли содержание белка (Б), гидролизуемых танинов (ГТ) и связанной с клеточными стенками формы проантоцианидинов (ПА). Сеянцы оценивали по степени повреждения листьев вредителями, а также степени распространения инфекции (%). Доминирующим видом среди листогрызущих насекомых был ранневесенний комплекс пядениц (*Erannis defoliaria*), из патогенов — мучнистая роса (*Microsphaera alphitoides*) и бурая пятнистость (*Gloeosporium quercinum*).

Произрастающие рядом деревья дуба различались по биохимическим показателям. МД-3 характеризовалось самым высоким уровнем накопления в листьях Б и самым низким уровнем ГТ. МД-4, напротив, отличалось низким уровнем Б и высоким ГТ. МД-2 заняло промежуточное положение. Данная тенденция в накоплении этих двух групп веществ соответствует негативной корреляционной структуре признаков, отмеченной ранее (Полякова и др., 2012). ПС потомство каждого дерева в целом повторяло материнский биохимический фенотип и отличалось разным характером повреждения листьев. ПС-4 оказались наиболее устойчивыми — незначительное повреждение пяденицей и патогенами. ПС-2 — преимущественно пяденицей. ПС-3 оказались наиболее восприимчивыми к патогенной инфекции. В каждой семье ПС выделены группы здоровых и слабо поврежденных сеянцев, содер-



жання компонентів розглядалось як конститутивне. В групах восприимчивих к інфекції сеянців набувалося додатковий (індуциований) синтез речовин. Найбільш активним додатковий синтез компонентів був в групі сеянців ПС-3. Кількість ГТ в середньому зросло на 9%, а ПА — на 23%, варіюючи в межах 7–52%. Інтенсивна інфекція мучнистою росой в ПС-4 також супроводжувалася підвищенням вмісту ГТ — на 8–25%. Навпаки, посилення синтезу ГТ і ПА в листках сеянців, пошкоджених пяденицею, не набувалося. Так як всі МД розміщені близько один від одного, ступінь пошкодження листків кожного ПС потомства повинна була бути приблизно однаковою. Відмінності, ймовірно, включаються в різній ступені регуляції додаткового синтезу речовин (ГТ і ПА) сеянцями ПС різних МД в відповідь на вторгнення патогена.

**Summary.** It was shown some additive synthesis of hydrolysable tannins and proanthocyanidins in seedling leaves after pathogen infection dispersal. There were studied three halfcibes families of 70-year old oak trees (*Quercus robur*). All families differed with character of observed on seedling leaves infection. It was supposed the presence different kinds of regulation system for second compound synthesis in seedlings derived from different mother trees.

## Лектинова активність різних клітинних фракцій проростків озимої пшениці за біотичного стресу

Письменна Ю. М., Панюта О. О., Белова В. Н.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ  
«Інститут біології»  
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601, Україна  
e-mail: pismennaya1992@mail.ru

Одним з центральних питань сучасної біології є феномен біологічного розпізнавання, з яким пов'язані формування і підтримка складної структурно-функціональної організації живих організмів. Важливе значення в процесах розпізнавання мають лектини та лектиноподібні білки, які беруть участь в реакції клітини на вплив біотичних та абіотичних факторів.

Метою нашої роботи було дослідити зміни активності лектинів проростків озимої пшениці (*Triticum aestivum*) стійкого сорту Renan і нестійкого сорту Миронівська 808 залежно від клітинної локалізації та рівня стійкості сорту до збудника очкової плямистості — гриба *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton.



Насіння пшениці інфікували суспензією конідій (Панюта, Белава, Таран, 2014) високо вірулентного штаму 543 7/1 *P. herpotrichoides* із колекції Інституту захисту рослин НААН України. Контрольні варіанти обробляли дистильованою водою. Відбір проб проводили через 5, 7 і 9 діб після інокуляції, що відповідає фазам розвитку хвороби.

Лектини клітинних стінок і фракцій клітинних органел виділяли за методикою, описаною Комаровою із співавторами (Комарова, Вискребенцева, Трунова, 1995) з нашими модифікаціями. Визначення лектинової активності (ЛА) проводили методом ратусеритроаглютинації (Погоріла, Суржик, Погоріла, 2002), вміст білка визначали за Бредфорд (Bradford, 1976).

Встановлено, що за інфікування лектини клітинних стінок проростків обох сортів мають у 4,7–4,8 раза вищу активність ніж лектини фракцій клітинних органел. Крім того, активність лектинів клітинних стінок контрольних зразків була нижчою, ніж активність лектинів клітинних стінок інфікованих проростків пшениці обох сортів. На нашу думку, це обумовлене тим, що патогенний організм спочатку взаємодіє з клітинними стінками, які є першим «бар'єром» на шляху проникнення патогену. Саме тому активність лектинів клітинних стінок є вищою, незалежно від стійкості сорту.

Максимальна активність лектинів клітинних стінок у проростків пшениці обох сортів виявлена на 5 добу після інфікування. Це свідчить про розпізнавання патогену і вмикання захисних реакцій проти чужинного організму, що підтверджує подальший спад активності лектинів.

Для фракції клітинних органел максимальна лектинова активність у проростків пшениці обох сортів зафіксована на 7 добу після інфікування. Вважаємо, що зміна конформації та активація лектинів клітинних органел відбувається пізніше із-за їх внутрішньоклітинного просторового розташування, після чого ініціюється запуск синтезу лектинів *de novo* з запасних пулів мРНК відповідних білків (Белава, Зелений, Панюта, Таран, Погребной, 2010).

У проростків пшениці стійкого сорту Renan виявлено вищий рівень активності лектинів клітинних стінок і клітинних органел.

**Summary.** Changes of the lectin activity of cell wall proteins and proteins from cellular membranes in wheat seedlings under fungus infection were investigated. Our studies have shown that under infection maximum lectin activity of cell wall proteins noted on the fifth day, and maximum lectin activity of proteins from cellular membranes noted on the seventh day. wheat seedlings of resistant variety Renan had the higher level of lectin activity of cell wall proteins and proteins from cellular membranes.

## Асоціативна азотфіксація у ризосфері ізогенних за генами *Vrn* ліній пшениці

Самойлов А. М., Жмурко В. В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна  
e-mail: a.m.samoiloff@rambler.ru

В умовах природних екосистем біологічній азотфіксації належить виняткова роль у постачанні рослин зв'язаними формами азоту. Не менш важливою є здатність діазотрофів в асоціації з рослинами забезпечувати їх нормальний ріст та розвиток за рахунок продукції БАВ, бактеріальної нітратредукції, тощо, й формування нормального ценозу ризосфери в цілому. Генотип рослин відіграє провідну роль у формуванні та функціонуванні асоціації «рослина-діазотрофи», тому дослідження ролі окремих генів рослин в процесі асоціативної азотфіксації має як теоретичний, так і практичний інтерес.

У м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) однією з головних генетичних систем, яка контролює тип розвитку, тривалість переходу до колосіння й пов'язані з цим показники продуктивності рослин є гени локусів *Vrn*. Тому метою досліджень було вивчення можливої ролі генів локусів *Vrn* пшениці м'якої у процесі асоціативної азотфіксації у її кореневій зоні на моделі ізогенних за генами *Vrn* ліній, які різняться за станом окремих локусів (домінантний/рецесивний).

У польових дослідах у ризосфері ізогенних ліній пшениці вивчали динаміку формування комплексу асоціативних азотфіксуючих бактерій та рівень нітрогеназної активності (НА). Досліджено фізіолого-біохімічні властивості штамів діазотрофів виділених з ризоплани цих ліній пшениці. У лабораторних умовах вивчали фізіолого-біохімічні механізми взаємодії рослин ізогенних ліній пшениці зі специфічним азотфіксатором пшениці *Azospirillum brasilense* 410.

Результати досліджень динаміки чисельності діазотрофів у кореневій зоні ізоліній пшениці показали, що незалежно від їх генотипу чисельність компонентів азотфіксуючої асоціації зростає від сходів до колосіння-цвітіння, що пов'язано з посиленням фізіолого-біохімічних процесів у рослин в онтогенезі, в тому числі і зростанням інтенсивності кореневих виділень. У рослин озимого сорту (повний рецесив за локусами *Vrn*) всі показники асоціативної азотфіксації істотно нижчі, ніж у ліній ярого типу розвитку, створених у його генофоні. Серед ярих ліній чисельність олігонітрофілів, азоспірил та інших груп діазотрофів у ризосфері найнижчі у лінії *Vrn-B1*, порівняно до них у ізоліній *Vrn-D1* та *Vrn-A1*.

Нітрогеназна активність, як і чисельність основних груп діазотрофів, зростає в онтогенезі пшениці й досягає свого максимуму у фазу

коłosіння-цвітіння. У фазу коłosіння лінії *Vrn-A1* та *Vrn-D1*, які мають швидші темпи розвитку, мали найвищі показники нітрогеназної активності коренів у всі роки дослідження, ніж лінія *Vrn-B1*, яка розвивається сповільнено.

Вивчення ізольованих з ризоплани ізоліній штамів-діазотрофів показало, що більше число діазотрофів, здатних до нітратредукції, було у кореневій зоні ізогенних ліній — *Vrn-D1* і *Vrn-A1*, ніж у лінії *Vrn-B1*. У кореневій зоні сорту, на відміну від ярих ізоліній, істотно вище було число позитивних за аміло- і протеолітичною активністю штамів, але нижче їх число, здатних продукувати ІОК-подібні речовини. Відсоток штамів, здатних продукувати індол, в ризосфері ліній *Vrn-D1* і *Vrn-A1* був нижчим, ніж у ізолінії *Vrn-B1* і озимого сорту.

Встановлено, що хемотаксис та ріст штаму *A. brasilense* 410 у модельних умовах залежать від рівня корневих виділень рослин, який у ліній *Vrn-D1* і *Vrn-A1* вищий, ніж у лінії *Vrn-B1*. Різниця у загальному вмісті розчинних сполук у екзометаболітах майже не впливала на хемотаксичну реакцію *A. brasilense* 410 до корневих виділень ізогенних ліній. Разом з тим, збільшення загального вмісту розчинних цукрів та фракції моноцукрів у складі вуглеводів корневих виділень рослин ліній *Vrn-D1* і *Vrn-A1*, порівняно до лінії *Vrn-B1*, значно стимулює ріст бактеріальної маси азоспірил, не зважаючи на те, що азоспірили не здатні засвоювати більшість цукрів. Отже, відмінності у вмісті трофічних субстратів у корневих виділеннях ізогенних ліній, які залежать від їх генотипу за генами *Vrn*, можуть обумовлювати ефективність колонізації кореневої системи діазотрофами, та потенційно можуть впливати на подальші етапи формування й функціонування азотфіксуючого комплексу пшениці.

**Summary.** Number of diazotrophic bacteria and nitrogenase activity in a root zone of isogenic monogene-dominant *Vrn* lines were measured in the field experiments throughout their vegetation from tillering to heading. Total number of diazotrophic bacteria and nitrogenase activity in a root zone of these lines during this period were increased irrespective of their genotypes. These indices of the winter cultivar (*Vrn* loci bottom recessive) were lower than these ones of the spring lines — *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1*. Plants of *Vrn-B1* line have the lowest indices among the spring lines with the exception of some indices. This line flowered later than the other *Vrn-A1* and *Vrn-D1* ones. We hypothesized the differences between plants of these lines in nitrogen fixation activity and number of diazotrophic bacteria are mediately determined by *Vrn* loci through their effects on metabolism intensity and assimilate reflux in form of root exudates therefore the total number of diazotrophic bacteria and nitrogenase activity increase.

## **Зміна вмісту вільних амінокислот в проростках *Pinus sylvestris* L. за інфікування патогенним грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.**

**Чемеріс О. В., Бойко М. І.**

Донецький національний університет  
вул. Щорса, 46, м. Донецьк, 83050, Україна  
e-mail: chemeris07@rambler.ru

Особлива роль у взаємовідносинах рослина-патоген належить сполукам азоту (Snoeiijers et al., 2000). За патогенезу в рослині спостерігається підвищений вміст вільних амінокислот, пов'язаний із протеолізом або зі збільшенням переміщення амінокислот в інфікований орган (Мосолов і др., 2001). Властивість окремих амінокислот накопичуватись в рослинах у відповідь за дії стресових факторів (Bouché, Fromm, 2004), специфічність змін в складі вільних амінокислот надає можливість використовувати їх як індикатори стресового стану.

В літературі зустрічаються поодинокі відомості про зміни вільних амінокислот в хвойних рослинах за дії фітопатогенних грибів. Відомо, що вміст аланіну, гістидину, аргініну, глутамінової кислоти і триптофану в інфікованих грибом *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. проростках *Pinus sylvestris* L. підвищується порівняно зі здоровими. В той же час відзначається зниження рівня гліцину та лізину (Бойко, 1996), а вміст проліну і триптофану підвищується в проростках *P. sylvestris* та *P. pallasiana* (Чемеріс, Бойко, 2009). Але реакція рослин за інфікування штамами *H. annosum* різної патогенності з'ясована недостатньо.

Метою роботи було вивчення зміни пулу вільних амінокислот в проростках *P. sylvestris* за інфікування різними штамами гриба *H. annosum*.

Проростки *P. sylvestris* вирощували на агаризованому середовищі Чапека-Докса з вмістом глюкози 3 г/л (Бойко, 1996). У віці 21-ї доби проростки *P. sylvestris* інфікували штамами *H. annosum* різного ступеня патогенності. Вміст вільних амінокислот в рослинах визначали на 4, 7 і 10-ту добу після інфікування на автоматичному аналізаторі амінокислот Т-339, виробництво Чехія, Прага (Козаренко, 1975).

В проростках *P. sylvestris* за інфікування штамами *H. annosum* спостерігалась тенденція до зменшення загального рівня вільних амінокислот в процесі розвитку захворювання. Значні коливання пулу вільних амінокислот в інфікованих штамами *H. annosum* проростках *P. sylvestris* відбувались за рахунок чотирьох амінокислот — аргініну, глутамінової кислоти, гістидину і аспарагінової кислоти. Зростання рівня амінокислот в інфікованих проростках *P. sylvestris* спостерігалось на 4-ту добу після зараження ізолятами, що, очевидно,

пов'язано зі здатністю патогенного гриба маніпулювати метаболізмом рослини-хазяїна за рахунок апопластних протеаз (Валуева, 1995). Крім того, аргінін і глутамінова кислота мають спільну ланку взаємоперетворень, що в свою чергу може впливати на їх кількість у проростках *P. sylvestris*. Для аспарагінової кислоти спостерігалось поступове зниження вмісту в проростках *P. sylvestris* з 4-тої по 10-ту добу після інфікування штамми *H. annosum*. В проростках *P. sylvestris* зафіксовано зниження вмісту ізолейцину і метіоніну, лейцину і валіну до нульового рівня на 10-ту добу після інфікування штамми *H. annosum*.

Отже, в проростках *P. sylvestris* за інфікування грибом *H. annosum* виявлено зниження вмісту вільних амінокислот незалежно від ступеня патогенності штамів.

**Summary.** The changes to the pool of free amino acids in *P. sylvestris* seedlings infected with the fungus *H. annosum* have been investigated. The decrease of the total content of free amino acids in infected plants was found. Significant fluctuations in the content of amino acids in plant was due to arginine, glutamic acid, histidine and aspartic acid. The decrease of isoleucine and methionine, leucine and valine in seedlings of *P. sylvestris* to the zero level was registered on the 10th day after infection with strains of *H. annosum*.

## Вплив інокуляції на морфометричні показники і урожайність різних за стійкістю сортів *Glycine max* (L.) Merr.

Яроцька К. М.<sup>1</sup>, Іванюк С. В.<sup>2</sup>, Косаківська І. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна  
e-mail: Katya.Formus@gmail.com

<sup>2</sup>Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

Бобовій культурі — сої (*Glycine max* (L.) Merr.) належить одне з провідних місць в світовій аграрній промисловості (Мартинюк, 2007). Проте нестабільні агрокліматичні умови, характерні для більшості регіонів України, негативно позначаються на її продуктивності. Соя утворює симбіотичні системи з азотфіксувальними ризобіальними мікроорганізмами. Рівень ефективності бобово-ризобіального симбіозу визначається генотипом двох партнерів — бульбочкових бактерій і рослини-господаря (Коць и др., 2014). В зв'язку з цим актуальним є вивчення механізмів адаптації контрастних за ознакою стійкості сортів, інокульованих штамми азотфіксувальних бактерій, до дії абіотичних факторів.

Метою роботи було вивчення впливу агрокліматичних умов правобережного Лісостепу України на морфометричні показники і продуктивність контрастних за ознакою стійкості сортів сої інокульованих високоактивним штамом повільнорослих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 634(б). Польові дослідження проводились впродовж 2013–2014 років на ділянках Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (Вінницька область). Склад ґрунту — середньо суглинковий механічний. Агrometeorологічні умови — контрастні, більш сприятливі за рівнем вологозабезпечення та тепловим режимом у 2013 році і посушливі в 2014 році. Вивчались холодостійкий сорт Подільська 416 і посухо- та жаростійкі — Хуторяночка і КиВін. Встановлено, що на початку вегетації (30-та доба після сходів) більш інтенсивний ріст мали рослини посухостійкого сорту КиВін, насіння яких було інокульоване *Bradyrhizobium japonicum* 634(б) (ІН). Зокрема, збільшення висоти склало 0,5–1,0 см порівняно з контролем (К). У холодостійкого сорту Подільська 416 і жаро- і посухостійкого сорту Хуторяночка більш інтенсивний ріст спостерігався на 30–50-ту добу після сходів у варіанті ІН. Так, збільшення висоти становило 0,8–1,9 см. Найвищі показники темпу середньодобового лінійного приросту припадали на 50-ту добу (фаза цвітіння) у посухостійкого ІК сорту КиВін — 0,31 см/добу. Таким чином, інокуляція в цілому позитивно впливала на інтенсивність ростових процесів. Встановлено, що ІК рослини холодостійкого сорту Подільська 416 характеризувалися найбільшою кількістю і вагою бульбочок. ІН рослини посухостійкого сорту КиВін також мали достатньо високі показники. Приріст ваги надземної частини ІН рослин всіх сортів переважали К. Водночас, вага кореня ІН сорту Подільська 416 була меншою, ніж у К. Найвищу врожайність було зафіксовано у ІН рослин сорту Подільська 416.

Таким чином, проведений аналіз морфометричних показників і урожайності з урахуванням коефіцієнтів повторюваності та варіації вказує на те, що інокуляція високоактивним штамом повільнорослих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 634(б) позитивно впливала на стійкість до абіотичних чинників сортів сої. Найбільш активно утворювались бульбочки у холодостійкого сорту Подільська 416, що призводило до високої урожайності.

**Summary.** The morphological characteristics and productivity of three soybean varieties after inoculation and in control conditions have been studied. The results of field experiments demonstrated that plants of cold hardiness variety Podolsky 416, inoculated with active nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum* 634(b), had greatest weight, number of nodules and productivity. The most pronounced changes were recorded for the growth of inoculated drought-resistant variety KyVin (0.31 cm/day). It was shown that inoculation of seeds had a positive effect on plants hardiness to abiotic stresses.



## Protective effect of biopreparations on the basis of *Bacillus Cohn* on growth and development of sugar beet plants infected by *Alternaria alternata*

Iliasova E. Y.<sup>1</sup>, Lastochkina O. V.<sup>2</sup>, Farkhutdinov R. G.<sup>1</sup>, Grigoriadi A. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Bashkir State University, Biochemistry and Biotechnology Department  
Z. Validie St., 32, 450076 Ufa, Bashkortostan, Russia  
e-mail: l-basta@mail.ru*

<sup>2</sup>*Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture, Russian Academy  
of Sciences  
R. Zorge St., 19, 450059 Ufa, Bashkortostan, Russia*

Diseases caused by *Alternaria alternata* (*A. alternata*) decreases productivity and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants — most important commercial culture for sugar production. Earlier we found that biopreparations on the basis of *Bacillus Cohn* Fitosporin-M (*Bacillus subtilis* 26D), Vitaplan (*Bacillus subtilis* 2604D + *Bacillus subtilis* 2605D) and a new *Bacillus subtilis* strain 12–2 (10<sup>4</sup> CFU/ml) exerts growth-stimulating and protective effect to dehydration in plants. To evaluate the efficiency of this biopreparations on sugar beet against *A. alternata*, there were analyzed the effects of Fitosporin-M, Vitaplan and *Bacillus subtilis* 12–2 on enzyme activities from classes of oxidoreductases (dehydrogenase, catalase, polyphenol oxidase, peroxidase) and hydrolases (protease, urease) in sugar beet rhizosphere, on growth, productivity, sucrose content in root vegetables under normal and infected by *A. alternata* conditions. It was revealed that treatment with Fitosporin-M, Vitaplan and strain 12–2 exerts a positive effect on infected plants rhizosphere through increasing activity of dehydrogenase, catalase, polyphenol oxidase, peroxidase, protease and urease. Which are probably plays important role in biomass increase, formation of large root vegetables and more intense sucrose accumulation in them under stress conditions in compare with untreated plants. Also we found that treatment with strain 12–2 contributed to increase of riboflavin content in the roots of both healthy and infected plants. Thus, obtained data indicate that biopreparations on the basis of *Bacillus subtilis* exerts protective action on sugar beets infected by *A. alternata* and contribute to increase the productivity and quality of root vegetables.

**Аннотация.** Показано, что обработка биопрепаратами на основе *Bacillus Cohn* Фитоспорином-М, Витапланом и новым штаммом *Bacillus subtilis* 12–2 оказывает защитное действие на растения сахарной свеклы при инфицировании *Alternaria alternata* (*A. alternata*) посредством увеличения активности ферментов класса оксидоредуктаз (дегидрогеназы, ка-



талазы, полифенолоксидазы, пероксидазы) и гидролаз (протеазы, уреазы) в ризосфере. А также способствует интенсификации роста растений, формированию более крупных корнеплодов с повышенным содержанием в них сахара и рибофлавина, как в нормальных условиях произрастания, так и в условиях заражения *A. alternata*.

## **Metabolic changes in Soybean roots inoculated by *Bradyrhizobium japonicum* strains with different symbiotic properties**

**Levishko A. S., Mamenko P. M.**

*Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine  
31/17, Vasylykivska str., 03022, Kyiv, Ukraine  
e-mail: alodua2@gmail.com*

Unique way to enrich the soil with biological nitrogen as well as to increase yield capacity and quality of agricultural products is the creation of effective symbiotic systems of legumes with nodule bacteria. The development of symbiotic interrelations between legumes and nodule bacteria is one of the most important periods in the life of these plants. At the same time the metabolite profile is poorly studied.

The aim of our investigations was to estimate the metabolic profile of soybean roots, inoculated with active and inactive strains of *Bradyrhizobium japonicum*. The analysis of metabolites was performed using GC-MS.

Experimental data showed that the soybean roots inoculated with active nodule bacteria had a lot of polyhydric alcohol, amino acids and sugars as compared to roots treated with inactive strain. Inoculation with active strain caused the changes in the quantitative ratio of succinic acid and malonic acid. Application of active nodule bacteria led also to increasing all the metabolites, especially organic acids, in the soybean roots while the enhancing nitrogen fixation was observed. There were some differences in the composition of root metabolites of plants, which were supplied with different doses of nitrogen. The formation of free fatty acids may be due increasing activity of cell biosynthesis of membrane lipids. It is known that the level of membrane fatty acids influences essentially on plant resistance to drought. The increase of contents of osmoprotector proline under water stress promotes the water retention in plant cells and prevents protein dehydration as well as increases the irrigation of membranes and stabilizes the structure of latter.

The studies suggest that the effective inoculation of soybean seeds induces the synthesis of physiological active products in plants affected

by stress and there by creates conditions for increasing plant resistance to moisture deficiency.

Thus, our findings contribute to the understanding of some aspects of the interaction between legumes and nodule bacteria. Besides, these data can be used to develop the strategy for the creation of plants with high ecological plasticity.

**Анотація.** Встановлено, що інтенсивність накопичення у коренях рослин, інокульованих активним штамом, багатоатомних спиртів, амінокислот та цукрів, перевищувала ті ж показники у варіанті з використанням неактивного штаму. Інокуляція дослідженими штамми суттєво впливала на кількісне співвідношення деяких органічних кислот, а саме бурштинової та малонової, які можуть виступати в ролі стресових адаптогенів або аллелопатичних агентів у відповідь на дію різних патогенів. Отримані дані дозволяють припустити, що виявлені речовини приймають участь у симбіотичних взаємодіях між ризобіями та рослиною хазяїном.

## **Soybean seed exudates modulate plant growth promoting activities of rhizobacteria**

**Melnykova N. M., Gryshchuk O. O.**

*Institute of Plant Physiology and Genetics of NASU  
Vasylkivska st. 31/17, Kyiv, 03022, Ukraine  
e-mail: mnn\_knu@ukr.net*

Rhizosphere bacteria play a significant role in plant development. They are able to mobilize essential nutrients from natural minerals (Yadav and Tarafdar, 2012) and to control the growth of phytopathogens (Gopalakrishnan et al., 2010). The microbes in the root zone can stimulate plant growth due to their ability to produce phytohormones (Sokolova et al., 2011). Free-living nitrogen-fixing bacteria can contribute significantly to improving plant growth by means of the conversion of atmospheric nitrogen into ammonia. It was shown that the some substances of root exudates could increase the plant growth-promoting activity of rhizospheric microorganisms (Kravchenko et al., 2004). Legume seeds were shown to release different compounds during imbibition and germination that are able to affect on the activity of rhizobacteria. For instance, the flavonoid compounds from the legume seed exudates induced the expression of the nod genes in nodule bacteria (Hartwig et al., 1990). Unlike the root exudates, the effects of seed exudates on the fate of rhizosphere bacteria were not extensively studied. The aim of this study was to estimate the effects of 6-h soybean seed exudate on the production

of phytohormone substances by rhizobacteria and activity of bacterial metabolites on seed germination and seedling growth.

Bacteria *Azotobacter chroococcum* T79, *Bradyrhizobium japonicum* 634b and the bacterial isolate F1 from the rhizosphere of soybean were grown in Ashby's liquid medium and yeast-mannitol broth respectively for seven days. 6-h soybean (*Glycine max* L. Merr.) cv. Vasytkivska) seed exudate was added to bacterial cultures. Test microorganisms were estimated for phytohormone production by high-performance liquid chromatography. Sterilized seeds were treated with cultural supernatants and germinated in sterilized Petri dishes on filter paper moistened with sterile water for 5 days in the dark. Germination percentage, seedlings length and seedling weight were measured.

None of the microorganisms indicated significant growth when the exudate from 6 h old soybean seeds was added to bacterial cultures. The amount of zeatin, its riboside and several unidentified substances in rhizobacterial culture filtrates were found to be most different. Soybean seed exudate stimulated the production of phytohormone compounds by all tested microorganisms. At the same time the exudate decreased the amount of unidentified substances in culture supernatant of *B. japonicum* 634b. The treatment of soybean seeds with culture supernatant containing the metabolites of bacteria *B. japonicum* 634b has led to an improvement in the soybean seed germination and seedling growth. On the contrary 6-h soybean seed exudate caused a decrease in the plant growth-promoting activity of bacteria free filtrate from liquid culture of rhizosphere isolate F1.

**Аннотация.** Бактерии ризосферы как продуценты биологически активных веществ, в том числе фитогормонов, играют очень важную роль в развитии растений. С другой стороны, растительные экссудаты могут влиять на рост-стимулирующую активность почвенных микроорганизмов в отношении растений. Результаты наших экспериментов показали, что экссудаты 6-часовых семян сои стимулировали продукцию фитогормонов бактериями *A. chroococcum* T79, *B. japonicum* 634b и бактериальным изолятом F1, полученным из ризосферы сои. Экссудат повышал рост-стимулирующую активность клубеньковых бактерий. Так, фильтрат ризобияльной культуры улучшил прорастание семян и рост проростков сои.

Секція 4.

## PICT I ROZVITOK ROSLIN ZA UMОВ STPECY

Section 4.

## PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT IN STRESS CONDITIONS

---

---

### **Изучение влияния салициловой кислоты на реакцию растений огурца к гипотермии**

**Абилова Г. А.**

*Дагестанский государственный университет  
Ул. Батырая 4, г. Махачкала, 367000, Россия  
e-mail: gulyaraabilova@mail.ru*

Важным фактором, определяющим географическое распространение и продуктивность растений, является температура. Пониженные положительные температуры, воздействующие в период вегетации растений, вызывают изменения состава и свойств клеточных мембран, интенсивность дыхания и фотосинтеза, снижение роста и развития органов и тканей растений (Кошкин, 2010). Все эти изменения являются результатом сверхпродукции активированных форм кислорода (АФК) и возникновения окислительного стресса.

Для снижения повреждающего действия неблагоприятных факторов, в том числе и пониженных температур, используют регуляторы роста, среди которых особое место занимает салициловая кислота (СК). Установлено, что СК способствует повышению устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам: засолению (Шакирова, Безрукова, 1997), водному дефициту (Маменко, 2011), действию низких и высоких температур (Колупаев, Карпец, 2009), тяжелых металлов (Абилова, 2013), патогенов (Молодченкова, 2001) и т. д.

Несмотря на многочисленные исследования защитной роли СК, до сих пор нет четкого представления о механизмах этих эффектов, а также об оптимальных концентрациях СК, используемых для обработки разных видов растений на фоне различных стрессирующих факторов. В связи с этим было проведено исследование влияния СК на состояние про/антиоксидантной системы проростков огурца. Семена

огурца (*Cucumis sativus*, сорта «Феникс») подвергали действию пониженной положительной температуры (+5°C) в течение 24 часов. Далее все семена, включая контрольные, находившиеся при температуре 22°C, обрабатывали в течение 3-х часов растворами СК с концентрациями 0,1–1,0 мМ. Контролем служила дистиллированная вода. Семена проращивали на влажной фильтровальной бумаге при свете дневных ламп ЛД-40 с интенсивностью освещения 12000 лк и длительностью светового дня 16 часов. У 9-дневных проростков в семядольных листьях определяли интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) по содержанию малонового диальдегида (МДА) с помощью реакции с тиобарбитуровой кислотой, в семядольных листьях и корнях определяли содержание свободного пролина нингидриновым методом.

В семядольных листьях 9-дневных проростков огурца, выросших из семян, не подвергавшихся гипотермии, уровень пролина был в 6 раз выше, чем в корнях. 3-х часовая обработка семян СК способствовала накоплению пролина в корнях проростков, где содержание аминокислоты возрастало пропорционально концентрации СК и достигло наибольшего значения при концентрации СК 1,0 мМ. Предпосевная обработка семян СК с концентрацией 0,1 мМ приводила к снижению содержания свободного пролина с 4,5 мМ в контроле до 3,88 мкМ, рассчитанных на 1 г сырой массы. Более высокие концентрации СК не изменяли содержание пролина в семядольных листьях проростков огурца.

При действии пониженной температуры на семена в течение 24 часов содержание пролина не изменялось в корнях и семядольных листьях проростков. Влияние СК на накопление пролина при гипотермии в корнях и семядольных листьях проростков было разным — по сравнению с контролем в корнях содержание пролина не изменялось, в семядольных листьях — достоверно снижалось в 1,5 раза при концентрациях СК 0,1 и 0,5 мМ, а при концентрации 1,0 мМ возрастало и даже превысило уровень контроля.

ПОЛ ненасыщенных липидов в биологических мембранах является важным показателем окислительного стресса у растений. Обработка СК семян способствовала увеличению МДА в проростках огурца, но только при концентрации 0,5 мМ значения МДА достигали достоверного уровня. Холодовая экспозиция семян в течение 24 часов вызывала незначительное повышение содержания МДА в семядольных листьях (на 7%). Добавление второго фактора — действия СК — отразилось на интенсивности ПОЛ по-разному: при концентрации СК 0,1 мМ достоверно снижалась, а при концентрациях 0,5 и 1,0 мМ не изменялась по сравнению с контролем.

Таким образом, проведенное исследование показало, что предобработка семян СК, подвергавшихся действию низких температур,

оказывала различное влияние на надземную и подземную части проростков огурца: высокие концентрации СК обладают прооксидантным действием, инициируя окислительный стресс, а низкие, наоборот, поддерживали антиоксидантную систему проростков.

**Summary.** The features of the response of the 9-day-old seedlings of cucumber (*Cucumis sativus*, grade “Phoenix”) to the effect of low temperature on the level of cotyledon leaves and roots in connection with the processes of lipid peroxidation and proline content. It is shown that the effect of low temperature (5°C for 24 hours), followed by treatment of seeds by salicylic acid had different effects on the cotyledonary leaves and roots, depending on the concentration of salicylic acid.

## Сортова специфічність стрес-реакції проростків пшениці за дії кадмію, нікелю та плумбуму

**Артюшенко Т. А., Гришко В. М.**

*Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України  
ул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089, Україна  
e-mail: t-a-art@yandex.ru*

Відомо, що гальмування росту є одним з найбільш ранніх симптомів несприятливого впливу іонів важких металів на рослини. При цьому корені рослин виступають першою мішенню і одночасно потужним бар'єром на шляху транспорту забруднювачів в надземні органи (Kumar, Yadav, Thawale et al., 2008; Shahid, Arshad, Kemmerer et al., 2012; Ващук, Баранов, Рахметов та інш., 2013). Результуючою токсичного впливу кадмію та нікелю на рослини є не лише фізіолого-біохімічні, а й біометричні прояви, зокрема інгібування росту кореневої системи. Вважаємо, що важливу роль у з'ясуванні ступеню толерантності рослин можуть відігравати методи оцінки впливу металів на ріст кореневої системи проростків (Wilkins, 1978; Іванов, 2011; Казнина, Титов, Топчиева и др., 2012).

Метою первинного скринінгу було встановлення рівня чутливості сортів пшениці до дії іонів кадмію, плумбуму та нікелю. Об'єктами досліджень були проростки озимої пшениці сортів Ужинок, Епоха одеська, Ювіляр миронівський, Фаворитка, Антонівка, Сонечко, Місія одеська, Куяльник, які вирощували в чашках Петрі на дистильованій воді, що містила іони важких металів у концентраціях: 6,86 мг Cd<sup>2+</sup>/л + 19,05 мг Ni<sup>2+</sup>/л + 101,55 мг Zn<sup>2+</sup>/л (мінімальна) та 68,6 мг Cd<sup>2+</sup>/л + 190,5 мг Ni<sup>2+</sup>/л + 1015,5 мг Zn<sup>2+</sup>/л (максимальна). В якості джерел важких металів використовували наступні сполуки: 3CdSO<sub>4</sub> · 8H<sub>2</sub>O,

$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Через 72 години вимірювали довжину головного кореня.

Отримані експериментальні дані підтверджують, що досліджувані сорти пшениці відрізняються за реакцією на дію кадмію, плюмбуму та нікелю. В ході модельного досліду встановлено, що у проростків сортів Фаворитка, Антонівка і Сонечко зазначені іони важких металів за сумісної дії навіть у мінімальній концентрації призводять до статистично достовірного гальмування росту кореневої системи в середньому на 14%. Натомість у проростків решти сортів аналогічний рівень токсикантів не впливав на ріст коренів.

Разом з цим за комплексного внесення іонів металів у максимальній концентрації спостерігалась інша тенденція розподілу сортів пшениці за чутливістю до токсичної дії, а негативний вплив сполук важких металів був виражений більш яскраво, що виявлялось в суттєвішому пригніченні розвитку кореневої системи проростків порівняно з мінімальним рівнем токсикантів. Так, у проростків сортів Епоха одеська та Куяльник довжина головного кореня зменшувалась відносно контролю на 44 та 37% відповідно. Для решти сортів відмічене зниження знаходилось в межах від 51 до 66%.

Отримані дані наочно свідчать про сортову специфічність реакції на стрес, зумовлений дією сполук кадмію, нікелю і плюмбуму, яка виявляється у металотолерантності проростків. Таким чином, у результаті проведених досліджень можна констатувати, що в зазначеному діапазоні концентрацій важких металів серед сортів пшениці найвища металотолерантність притаманна сорту Куяльник, а найнижча — Сонечко.

Робота виконана за проектом «The role of ascorbate-glutathione cycle in the protection of plants against negative environmental effects» в рамках двосторонньої співпраці з Аграрним інститутом Центру аграрних досліджень Угорської Академії наук.

**Summary.** It was established that the investigated sorts of wheat differ in their reaction to the effects of cadmium, lead and nickel. It is shown that the joint action of heavy metals compounds even in minimal concentrations inhibit root growth of seedlings sorts Favorite, Antonivka and Sonechko. For the length of the main root the most tolerant to the stress caused by the toxicants influence is sort Kuyalnik. Lowest resistance for the same indication concerning influence of specified metals showed seedlings of sort Sonechko.



## **Проростання та вміст проліну в проростках насіння пшениці спельти та м'якої пшениці за дії водного дефіциту**

**Борисова О. В., Ружицька О. М.**

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна  
e-mail: olya1987-04@mail.ru, flores@ukr.net*

Здатність насіння проростати за умов недостатнього водозабезпечення є важливою характеристикою виду чи сорту. Останнім часом збільшується інтерес до пророщування плівчастих пшениць, зокрема спельти. Про це свідчить велика кількість публікацій, присвячених всебічному вивченню особливостей насіння спельти. Згідно з літературними даними, спельта є приуроченою до холодних вологих регіонів. В зв'язку з цим, виникає багато питань щодо вирощування та особливостей функціонування рослин спельти в степовій зоні, що характеризується низькою середньорічною кількістю опадів. Одним із основних біохімічних показників рослин, що визначають для оцінки реакції рослин на водний стрес, є вміст в тканинах вільної амінокислоти проліну (Невмержицкая, Тимофеева, 2012).

Метою нашої роботи було вивчення показників проростання, росту та вмісту вільного проліну в проростках спельти (*Triticum spelta* L.), у порівнянні із м'якою пшеницею (*Triticum aestivum* L.), за моделювання водного дефіциту під час пророщування.

У роботі було визначено посівні якості насіння, біометричні показники проростків та вміст проліну в пагонах та коренях проростків за лабораторних умов пророщування насіння в розчинах нейоногенної осмотично-активної речовини поліетиленгліколю 6000 (ПЕГ 6000) з різним осмотичним потенціалом. В контролі насіння пророщували на дистильованій воді.

Згідно з отриманими результатами, в контролі на 7-му добу пророщування насіння спельти відрізнялось більшою довжиною пагону, довжиною та масою коренів проростку, порівняно із сортами м'якої пшениці. Пророщування дослідного насіння обох видів пшениці у розчинах ПЕГ від 0,25 до 1,25 МПа майже не впливало на його схожість, однак призводило до суттєвого зниження біометричних параметрів проростків. Довжина та маса пагону проростків поступово зменшувались із збільшенням концентрації ПЕГ 6000 у середовищі пророщування, і виявились в середньому на 80% меншими, ніж у контролі, без достовірної різниці між видами. Довжина та маса коренів у проростків спельти за вирощування на розчинах ПЕГ відрізнялась від контролю менш суттєво, у порівнянні із м'якою пшеницею.

Як у м'якої пшениці, так і спельти, в контролі на 7-му добу пророщування насіння, вміст вільного проліну в пагонах виявився значно більшим, ніж в коренях проростків. Пророщування насіння у розчині ПЕГ призводило до збільшення, порівняно з контролем, концентрації вільного проліну у проростках обох видів пшениці. При цьому вміст проліну збільшувався у більшій мірі в коренях, ніж у пагонах проростків. Проростки спельти характеризувалися більш значним збільшенням концентрації вільного проліну, як в пагонах так і в коренях, у порівнянні із проростками м'якої пшениці.

Отже, пророщування насіння м'якої пшениці та спельти в умовах водного дефіциту, порівняно з контролем, призводило до зменшення показників росту проростків та збільшення в них вмісту вільного проліну. Водночас, проростки спельти, у порівнянні із м'якою пшеницею, за вирощування у розчинах ПЕГ характеризувались менш суттєвим зменшенням, порівняно з контролем, довжини та маси коренів, та більшим ступенем зростання вмісту вільного проліну.

**Summary.** Common wheat and spelt wheat seeds germination potential, seedlings biometric parameters and proline content in shoots and roots under laboratory conditions of germination in solutions of osmotically-active substance polyethylene glycol 6000 with osmotic potential from 0.25 to 1.25 MPa was defined. Spelt wheat seedlings had less significant decrease in the length and weight of roots, and more significant accumulation of proline, compared with common wheat seedlings.

## **Динаміка вмісту відновленого глутатіону в коренях проростків кукурудзи в умовах впливу гіпертермії**

**Бородай Є. С.**

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара  
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010, Україна  
E-mail: e-boroday@mail.ru*

Реакція рослин до дії негативних факторів зовнішнього середовища проявляється в їх адаптаційних можливостях, стійкості до несприятливих факторів, серед яких можна визначити дію підвищених температур, що в сучасних умовах потепління клімату має актуальне значення. Вплив гіпертермії призводить до зміни складу мембран, відбувається окиснення ліпідів, що суттєво змінює структуру ліпідного біослою мембран і призводить до посилення пасивного транспорту іонів та метаболітів, в тому числі іонів сполук важких металів. Також за дії високих температур відбувається порушення гомеостазу організму, при якому у рослин спостерігається посилене утворення ак-

тивних форм кисню. Для захисту від їх негативного впливу в клітині працює система антиоксидантних ферментів, серед яких є глутатіон і ферменти глутатіонового циклу.

Встановлено, що температура близько  $+40^{\circ}\text{C}$  для насіння багатьох видів рослин є критичною і пригнічує проростання. Нами проаналізовані утворення відновленого глутатіону в коренях проростків кукурудзи на етапі 30 хв і 180 хв при зміні температурного режиму від  $26^{\circ}\text{C}$  до  $45^{\circ}\text{C}$ .

При короткочасному безперервному впливі гіпертермії активуються системи захисту рослин, оскільки температурний вплив на рослинний організм не обмежується внутрішньоклітинними бар'єрами. Можна припустити, що температурний вплив призводить до зміни активності стартових ферментів сигнальних систем, більшість із яких локалізовано в плазмалемі та появи відповідних сигнальних інтермедіатів, припускають, що важливими інтермедіатами між температурним впливом та біохімічною відповіддю клітини можуть бути активні форми кисню. Для захисту від їх негативного впливу в клітині працює система ферментів глутатіонового циклу.

На основі отриманих результатів, можна стверджувати, що за короткочасної дії (30 хв) спостерігається незначне збільшення концентрації відновлених форм глутатіону при зростанні температури. За тривалої дії експерименту (180 хв) значно активуються процеси утворення відновленого глутатіону під впливом стресового фактору, що має значний адаптивний характер. Ефект зростання температури викликає окисний стрес, який рослині вдається подолати, вмикаючи компенсаторні реакції та активуючи захисні системи. Також слід зазначити, що більш інтенсивне утворення глутатіону відбувається за температури  $+38^{\circ}\text{C}$ , при вищих показниках навпаки йде зменшення концентрації відновлених форм глутатіону, що свідчить про меншу швидкість його утворення і про недостатній захист клітини від окисного стресу.

**Summary.** The effect of hyperthermia on the content of reduced glutathione in roots of maize seedlings has been studied. As glutathione and the enzymes glutathione cycle protects plant cells from the negative effects of stress factors, in particular hyperthermia, found that the effect of growth temperature causes oxidative stress to which the plant is unable to overcome, including compensatory response and activating protective system. More intensive formation of glutathione occurs at a temperature of  $+38^{\circ}\text{C}$ , with higher figures on the contrary is a decrease in the concentration of reduced forms of glutathione, which indicates a lower rate of its formation and lack of protection of cells from oxidative stress.

## Методика закладання дослідів для вивчення реакції рослин *Carex hirta* L. на нафтове забруднення ґрунту

Буньо Л. В., Микієвич І. М.

Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського 4, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: bioza@ukr.net

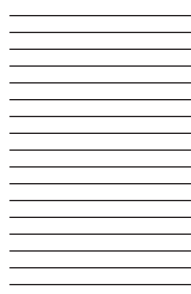
Первинне заростання на розливах нафтового родовища у м. Бориславі створює осока шорстковолосиста (*Carex hirta* L.) (Цайтлер, 2000). Рослини *C. hirta* характеризуються стійкістю до нафтового забруднення ґрунту (Джура, 2007). Наші попередні дослідження показали, що дані рослини беруть активну участь, поруч із мікроорганізмами, в процесах очищення ґрунтів від цього типу забруднення (Буньо, 2010; Буньо, 2014).

*C. hirta* є довгокореневищною рослиною з простим річним пагоном. До цієї життєвої форми відносять рослин з підземними горизонтальними кореневищами, які не галузяться під час одного вегетаційного періоду. Розмножуються вони головно вегетативно за допомогою кореневища. Ростуть купками (зона кущіння) і виділити окремий клон з однаковими енергетичними властивостями майже неможливо. Число нових кореневищ, які відходять від зони кущіння є як видовою, так і екологічною ознакою, залежить від віку рослини і віку дерновинки.

Спершу від зони кущіння виростає горизонтальний підземний пагін, який в кінці вегетації загинається кінчиком вгору і формує нерозгалужений пагін з пучком листків на кінці. Це будуть однорічні пагони. На другий рік цей пагін вкорінюється і з пазушних бруньок виростає надземний пагін. Формує він до кінця вегетації і кілька підземних пагонів. Трьохрічні та інші багаторічні підземні пагони між собою відрізати стає вже неможливо, оскільки це вже будуть пагони, які зв'язують між собою зони кущіння.

Рослини *C. hirta* є важким об'єктом для досліджень, оскільки виділити особини з однаковими морфологічними характеристиками є досить важко. Тому ми, для вивчення реакції рослин *C. hirta* на нафтове забруднення середовища, пропонуємо доцільно використовувати вкорінені дворічні пагони до початку їх підземного галушення.

Для наших досліджень ми відбирали вергінільні (дворічні пагони) рослини з одним надземним пагоном, який мав приблизно однакову кількість і однакові розміри листків і був без підземних пагонів. Висаджували на підготовлені ділянки з чистим та нафтозабрудненим ґрунтом.



Для створення ділянки було викопано рів глибиною 0,25 м і розмірами 1×4 м. Дно рова вистеляли поліетиленовою плівкою з перфораціями. У кожен рів вносили по 1000 кг ґрунту при 15% вологості. У модельні ділянки на ґрунт виливали 50 кг нафти та перемішували. Через 20 днів після внесення нафти (необхідний термін для вивітрювання летких токсичних нафтопродуктів) у ґрунт висаджували вегетативні особини *C. hirta*.

Відбір зразків здійснювали на 30-ту, 395-ту та 760-ту доби росту рослин *C. hirta*. На 30-ту добу росту рослини *C. hirta* перебували у фазі розетки (7–9 листків); на 395-ту — у фазі цвітіння та на 760 добу — у фазі молочної стиглості.

Такий спосіб закладання досліду дозволяє максимально точніше проаналізувати характер впливу нафтозабрудненого ґрунту на рослини *C. hirta*. Оскільки всі висаджені рослини були однакові за розмірами і з одним надземним пагоном, одного віку, то наприклад, утворення певної кількості нових підземних чи надземних пагонів, яке залежить як від генетичної інформації рослини так і від екологічних умов, дасть змогу визначити вплив екологічного чинника.

**Summary.** The method of setting up experiments to determine the plant response to oil pollution of soil has been worked out.

## **Ингибитор фосфолипазы С неомидин нивелирует вызываемое действием brassinosterоидов развитие теплоустойчивости coleoptилей пшеницы**

**Вайнер А. А.<sup>1</sup>, Колупаев Ю. Е.<sup>1</sup>, Ястреб Т. О., Хрипач В. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева  
п/о «Коммунист-1», Харьков, 62483, Украина  
e-mail: plant\_biology@mail.ru

<sup>2</sup>Институт биоорганической химии Национальной академии наук  
Беларуси ул. Академика В. Ф. Купревича, д. 5, корп. 2, Минск, 220141,  
Беларусь  
e-mail: khripach@iboch.bas-net.by

Несмотря на имеющийся большой объем сведений о стресс-протекторном действии на растения экзогенных brassinosterоидов (БС), роль сигнальных посредников, участвующих в реализации их физиологических эффектов, остается малоисследованной. Недавно с использованием ингибиторного анализа нами была показана роль активных форм кислорода (АФК), генерируемых НАДФН-оксидазой, в процессе индуцирования теплоустойчивости клеток coleoptилей пшеницы действием экзогенных 24-эпибрасинолида и 24-эпикаста-

стерона (Колупаев и др., 2014). Предполагается, что между АФК и ионами кальция как клеточными сигнальными посредниками существует тесное взаимодействие. В частности, НАДФН-оксидаза активируется ионами кальция (Baxter et al., 2014), а отдельные типы кальциевых каналов могут открываться под влиянием АФК, генерируемых НАДФН-оксидазой (Mori, Schroider, 2004). Нами показано, что хелатор внешнего кальция ЭГТА снимал вызываемое БС усиление генерации АФК клетками coleoptiles, зависимое от НАДФН-оксидазы (Колупаев и др., 2014). Известно, что фосфолипаза С (ФЛ С), гидролизующая фосфатидилинозитол-4,5-дифосфат (ИФ<sub>2</sub>) до диацилглицерола (ДАГ) и инозитол-1,4,5-трифосфата (ИФ<sub>3</sub>), задействована в регуляции поступления кальция в цитозоль, как минимум, двумя путями. Один из них связан с активацией ДАГ протеинкиназы С, открывающей потенциалзависимые кальциевые каналы, а второй с прямым влиянием ИФ<sub>3</sub> на состояние лигандуправляемых кальциевых каналов тонопласта и эндоплазматического ретикулума. В то же время сведения об участии ФЛ С в реализации стресс-протекторных эффектов БС практически отсутствуют. В связи с этим исследовали влияние ингибитора ФЛ С неомицина на генерацию супероксидного анион-радикала coleoptiles пшеницы (*Triticum aestivum* L.), их теплоустойчивость и активность ключевого антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы (СОД) на фоне обработки БС.

Оба исследуемых БС вызвали транзиторное усиление генерации супероксидного анион-радикала клетками coleoptiles. Предобработка их неомицином снимала этот эффект БС. Под влиянием БС отмечалось повышение активности СОД и развитие теплоустойчивости coleoptiles. Эти эффекты также нивелировались неомицином.

Можно полагать, что БС вызывают зависимый от ФЛ С приток кальция в цитозоль, последующую активацию кальцием НАДФН-оксидазы, усиление генерации АФК, индуцирование антиоксидантной системы и развитие теплоустойчивости растительных клеток.

**Summary.** The treatment of wheat coleoptiles with brassinosteroids induced transient enhancement of superoxide generation, the subsequent increase in superoxide dismutase activity and the development of heat-resistance. Pretreatment with an inhibitor of phospholipase C (PL C) neomycin levelled these effects. These facts indicate that PL C is involved into the signal transduction of exogenous brassinosteroids.



## **Толерантність деяких зернових культур до стресових концентрацій сірчанокислового купруму**

**Вакерич М. М., Ткач О. П., Ніколайчук В. І.**

*Ужгородський національний університет  
вул. Волошина 32, м. Ужгород, 88000, Україна  
e-mail: vakerich@yandex.ru*

Необхідність вивчення адаптивних реакцій рослинних організмів до антропогенного навантаження, що посилюється, в тому числі до забруднення важкими металами, є актуальною. В умовах Закарпаття проблема вивчення токсичної дії та виведення важких металів і їх сполук стоїть особливо гостро у зв'язку з тим, що для регіону характерною є інтенсивна сільськогосподарська діяльність, яка пов'язана з використанням великої кількості мінеральних та органічних добрив, пестицидів, тощо. Через територію Закарпаття проходить велика кількість автомагістралей, а це, в свою чергу, створює зону посиленої дії на екосистеми різних токсичних речовин, що є складовими викидів автотранспорту. Примагістральні смуги та вся придатна для землеробства територія в пониззях р. Тиса зайняті присадибними ділянками та наділами сімей, що з року в рік споживають забруднену сільськогосподарську продукцію.

Дослідження ростових процесів за умови передпосівної обробки (протягом доби) насіння сірчанокислим купрумом (0,01–1,0%) проводили на районованих в Закарпатті сортах вівса посівного Чернігівський 27 та озимої пшениці Землячка Одеська. В якості контролю використовували дистильовану воду. Насіння пророщували в чашках Петрі. До уваги брали проростки, які формувались на 12 день після висівання. Повторюваність виконання всіх досліджень — триразова.

Отримані результати свідчать, що мідні мікродобрива в оптимальних концентраціях (0,01%) стимулюють проростання та протікання ростових процесів у досліджуваних зернових культур.

Передпосівна обробка насіння 0,01%  $\text{CuSO}_4$  мала позитивний вплив на довжину та площу 12-денного пагона, як вівса посівного сорту Чернігівський 27, так і озимої пшениці Землячка Одеська. Використання вищої концентрації (0,1%) мало протилежний — пригнічувальний ефект. Критичною для проростання насіння вівса Чернігівський 27 є обробка насіння 0,5% розчином сірчанокислої міді, за дії якого насіння даної культури не проростало.

Для розвитку коренів стимулюючою у обох досліджуваних сортів виявилась обробка насіння 0,01% сірчанокислим купрумом. Більші концентрації негативно впливають на коренеутворення у обох досліджуваних дослідних сортів, а за дії 0,1%  $\text{CuSO}_4$  воно не спостерігалось.



Вміст води та інтенсивність транспірації у обох досліджуваних сортів зменшувалася з підвищенням використаних для обробки насіння концентрацій  $\text{CuSO}_4$ .

Більш толерантною до дії передпосівної обробки насіння сірчано-кислим купрумом виявилась озима пшениця сорту Землячка Одеська, що проявилось у вищих значеннях досліджуваних показників, ніж їх відповідники у вівса посівного сорту Чернігівський 27. Виходячи з вище сказаного, ми рекомендуємо для висіву у районах з вищими значеннями ґрунтового засолення саме пшеницю даного сорту.

**Summary.** Under optimal concentrations of heavy metal compounds have a significant positive impact on the plant body, and with increasing concentrations of oppression manifested enhanced binding effect. Among the studied varieties of winter wheat sensitive to the effects of sulphate salts of copper appeared to be oat varieties «Chernigivsky 27», and tolerant wheat varieties «Zemlyachka Odes'ka». In terms of soil contaminated with heavy metals and their salts feasible and economically justified is to grow crops more tolerant to the action of the environmental factor.

## **Ріст як інтегральний показник фізіологічного стану рослин за умов свинцевої інтоксикації**

**Войцехівська О. В., Чарановська Я. В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біологій»,  
вул. Володимирська 64, м. Київ, 01033, Україна  
e-mail: matushka@i.ua*

Забруднення довкілля важкими металами є однією з найактуальніших проблем сьогодення. Серед важких металів свинець визнано одним з пріоритетних полютантів біосфери (Линський, 1991). До основних джерел антропогенного забруднення агроценозів сполуками свинцю відносять відходи електростанцій, металургійних підприємств, автотранспорту, а також хімізацію сільськогосподарського виробництва (Алексеев, 1987).

Нині вміст свинцю в ґрунтах Київського Полісся підвищився до значень ГДК, що втричі перевищує рівень розповсюдження даного хімічного елемента в природі (Войцехівська, 2008). Це створює передумови для накопичення важкого металу в рослинній продукції та, як наслідок, інтоксикації свинцем тварин і людини.

Реакція рослин за умов свинцевого навантаження проявляється у різноманітних анатомо-морфологічних та фізіолого-біохімічних змінах, спрямованих на формування механізмів стійкості рослин до над-

лишку токсиканта. У зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідити фітотоксичну дію йонів свинцю на анатомо-фізіологічні показники паростків озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) з урахуванням рівня нагромадження важкого металу в органах рослин.

Встановлено сублетальну ( $10^{-2}$  мг/мл) концентрацію свинцю за якої виживає близько 50% 3-денних паростків озимої пшениці. Концентрація важкого металу  $5 \cdot 10^{-2}$  мг/мл виявилася летальною для рослин.

Досліджено динаміку накопичення важкого металу в органах 7- та 14-денних паростків. Аналіз отриманих даних показав, що існує пряма залежність між вмістом свинцю в коренях, листках озимої пшениці та його концентрацією у розчині. Додавання солі свинцю  $Pb(NO_3)_2$  у водний розчин у концентраціях від  $10^{-5}$  до  $10^{-3}$  мг/мл викликало поступове підвищення вмісту Pb як у коренях, так і у надземній частині рослин, а у концентрації  $5 \cdot 10^{-3}$  мг/мл — вміст свинцю в паростках стрибкоподібно збільшився, що зумовлено пошкодженням мембран клітин кореня, внаслідок чого транспорт токсиканту був необмеженим.

Показано, що накопичення свинцю в паростках озимої пшениці призводило до порушення цілого ряду метаболічних процесів, зокрема, підвищення активності пероксидази та зниження активності каталази, негативно позначилося на вмісті та співвідношенні компонентів пігментного комплексу, показниках водного режиму. Наслідком зазначених порушень стало гальмування росту паростків.

Аналіз даних дії нітрату свинцю на ріст та розвиток паростків показав, що свинець у концентрації  $10^{-5}$  мг/мл стимулював ріст як коренів, так і пагонів. Збільшення концентрації нітрату свинцю в розчині, а відповідно і в коренях паростків, супроводжувало інгібування їх росту. При цьому відмічено пригнічення росту головного та формування бічних коренів.

Свинець у високих концентраціях від  $10^{-4}$  мг/мл і вище гальмував ріст не лише коренів, але й пагонів. Слід зазначити, що пригнічення росту надземної частини паростків по відношенню до коренів було менш вираженим.

Таким чином, інгібування росту є одним з найбільш ранніх і типових проявів дії важкого металу і цей параметр є інтегральним показником фізіологічного стану рослин за умов свинцевої інтоксикації.

**Summary.** Various concentrations of the lead supply to the plant of winter wheat were evaluated. Phytotoxic effect of the lead ions on the growth, development and physiologically-biochemical indices of the winter wheat with due account of the heavy metals accumulation in plant organs were examined. Plant growth was estimated to be an integral parameter of the plant stress state.

## Влияние никеля на микротрубочки клеток корней *Arabidopsis thaliana*

Горюнова И. И., Емец А. И.

ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины»  
ул. Осиповского 2а, Киев-123, Украина, 04123  
E-mail: innagoriunova@yandex.ru

Никель ( $\text{Ni}^{2+}$ ), являясь ультрамикроэлементом, выполняет ряд регуляторных функций в клетках эукариот (Anke et al., 1984). Так, в клетках животных этот элемент является кофактором ферментов, обеспечивающих метаболизм азота, входит в состав уреазы, стабилизирует структуру ДНК и РНК, в то время как о физиологической роли  $\text{Ni}^{2+}$  в клетках растений на сегодняшний день известно недостаточно.  $\text{Ni}^{2+}$  обеспечивает биологическую активность глиоксалазы, редуктазы и уреазы, супероксиддисмутазы и гидрогеназы, принимая участие в метаболизме водорода, метана и ряде других метаболических процессов (Chen et al., 2009). Как и другие “тяжелые” металлы,  $\text{Ni}^{2+}$  при превышении его гранично допустимых внутриклеточных концентраций оказывает фитотоксическое воздействие. Нами впервые показано влияние  $\text{Ni}^{2+}$  (5–20 мкМ) на рост главных корней проростков *Arabidopsis thaliana*, экспрессирующей химерный ген *GFP-MAP4*, а также на организацию микротрубочек в клетках корней этой линии, позволяющей прижизненно их визуализировать с помощью лазерной сканирующей конфокальной микроскопии. Нами установлено, что обработка  $\text{Ni}^{2+}$  ингибирует рост главных корней проростков *A. thaliana*. В частности, через 24 ч прирост корней уменьшается в 1,5 раза при обработке  $\text{Ni}^{2+}$  в концентрации 5 мкМ, в 2,2 раза — при 10 мкМ и в 2,7 — при 20 мкМ. В свою очередь обработка  $\text{Ni}^{2+}$  на протяжении 48 и 72 ч приводит к ингибированию роста корней в 1,75 и 1,8 раза (5 мкМ), в 2,25 и 2,7 раза (10 мкМ) и в 3,04 и 3,6 раз (20 мкМ) соответственно. Также, наблюдали отмирание меристематических клеток, укорачивание переходной зоны и увеличение длины корневых волосков зоны дифференциации в проростках главных корней *A. thaliana* после воздействия всех исследуемых концентраций. Продемонстрировано, что кортикальные микротрубочки в интерфазных меристематических клетках необработанных корней *A. thaliana* (*GFP-MAP4*) имеют поперечную ориентацию, а эндоплазматические микротрубочки расположены радиально относительно ядра, а в эпидермальных клетках корневого апекса — ориентированны поперечно относительно основной оси клетки. В митотических клетках меристемы визуализируются такие митотические фигуры, как препрофазная лента, митотическое веретено и фрагмопласт. В клетках кортекса зон

растяжения и дифференциации присутствуют упорядоченные микротрубочки с поперечной ориентацией. Установлено, что обработка 5, 10 и 20 мМ Ni<sup>2+</sup> в течении 1 ч вызывает реориентацию микротрубочек во всех клетках исследуемых зон, также наблюдается частичная или полная деполимеризация микротрубочек в меристематических и эпидермальных клетках корневого апекса. Деполимеризации веретен деления после обработки Ni<sup>2+</sup> является одной из причин нарушения пролиферации меристемы и ингибирования роста главного корня.

Таким образом, нами впервые продемонстрировано негативное влияние нефизиологических концентраций Ni<sup>2+</sup> на организацию микротрубочек в клетках корней *A. thaliana*, и это дает основание предполагать, что микротрубочки являются одной из внутриклеточных мишеней Ni<sup>2+</sup> при реализации клеточных механизмов его фитотоксичности.

**Summary.** The cytotoxic properties of such common soil pollutant as “heavy” metal nickel (Ni<sup>2+</sup>) in plant cell have not been well studied. It was shown for the first time that Ni<sup>2+</sup> (5–20 mM) induced *Arabidopsis thaliana* (GFP-MAP4) primary root growth inhibition accompanied with morphological alterations, reorientation and/or depolymerization of microtubules in cells of meristematic, transition and elongation root zones. Consequently, microtubules are supposed to be one of the intracellular targets of Ni<sup>2+</sup> in the implementation of cellular mechanisms of its phytotoxicity.

## **Вплив NaCl засолення на ріст та пігментну систему *Fagopyrum esculentum* та *Faba bona***

**Держак І. В., Романюк Н. Д.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського 4, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: ira\_derkach@ukr.net*

Вивчення механізмів стійкості рослин до засолення набуває великого значення в сучасних умовах розвитку рослинництва, кліматичних змін та продовольчої кризи. Метою роботи було встановлення наслідків впливу NaCl засолення на ріст та пігментну систему гречки *Fagopyrum esculentum* (с. Українка) та кінських бобів *Faba bona* (с. Пікуловицький). Рослини вирощували методом піщаних культур з додаванням 1/2 поживного середовища Хогланда-Арнона та засолення: гречка — 100 мМ NaCl та 120 мМ NaCl, біб кінський — 250 мМ та 300 мМ NaCl. Ростові показники аналізували на 7-му, 10 та 14 добу росту за стандартними методиками, вміст фотосинтетичних пігментів

і феофітинів визначали фотоколориметрично. Усі експерименти здійснювали у трикратній повторності, результати опрацьовано статистично.

У чутливих до засолення рослин *Fagopyrum esculentum* за дії 100 мМ NaCl висота пагонів та довжина коренів була приблизно у 1,5 рази менша від контролю на всіх етапах визначення. За дії 120 мМ NaCl висота пагонів була удвічі менша від контрольних показників на 7 та 10 доби, поступово зростаючи на 14 добу. Довжина коренів також зменшувалась. Засолення негативно впливало на формування листкової пластинки, на всіх етапах визначення площа листка була меншою вдвічі за дії 100 мМ NaCl та втричі — за дії 120 мМ NaCl.

Кінські боби проявили вищий ступінь стійкості до NaCl. Зменшення величини ростових показників спостерігали за дії 250 мМ та 300 мМ NaCl. За вказаних концентрацій висота пагонів на усіх часових точках визначення була нижчою контролю у 2–3 рази, а довжина коренів була меншою у 1,5 рази. Площа листкової пластинки зменшувалась відповідно із зростанням концентрації солі у середовищі.

Зі збільшенням концентрації NaCl також зменшувалася маса сухої та сирої речовини і *Fagopyrum esculentum*, і *Faba bona*.

Пігментний склад, зокрема вміст хлорофілів та продуктів їх перетворення — феофітинів, є одним із показників стану фотосинтетичного апарату в умовах дії засолення. Встановлено, що у пагонах *Fagopyrum esculentum* за дії 100 мМ NaCl та 120 мМ NaCl на 7-му добу експерименту знижувався вміст хлорофілу *a*, тоді як вміст феофітину *a* зростав порівняно з контролем. Проте, домінуючими були хлорофіл *a* і феофітин *a*. Вміст хлорофілу *b* на 7 добу у досліді знижувався на тлі зростання вмісту феофітину *b*, а на 10 та 14 добу — зростав, не перевищуючи контролю.

У пагонах *Faba bona* вміст хлорофілу *a* та феофітину *a* незначно підвищувався на 14 добу впливу 250 мМ NaCl. Вміст хлорофілу *b* та феофітину *b* істотно перевищував контрольні показники на 7-му добу експерименту. За дії 300 мМ NaCl вміст хлорофілу *a* зменшувався на 7 та 10 добу впливу, наближаючись до контролю на 14-ту добу. Вміст феофітину *a* зростав лише у 7-добових рослин. Ймовірно, що зростання частки феофітинів на 7-му добу впливу NaCl у досліджуваних рослинах пов'язаний із порушеннями цілісності клітинних мембран, в т. ч. хлоропластних, підкисленням середовища і перетворенням відповідних хлорофілів.

Результати досліджень показали, що ріст рослин *Fagopyrum esculentum* та *Faba bona* затримується зі збільшенням концентрації солі в середовищі. Негативний вплив солі найбільш виражений на 7-му добу впливу NaCl, що проявляється у змінах висоти рослин, маси сирої та сухої речовини, площі листкової пластинки, зменшенні вмісту хлорофілу *a* та зростанні феофітинів.

**Summary.** The aim of present work was to analyze growth parameters, photosynthetic pigments and pheophytins level in *Fagopyrum esculentum* and *Faba bona* plants treated with 120–300 mM NaCl. The results demonstrated that growth of *Fagopyrum esculentum* and *Faba bona* delayed with increasing salt concentration. The adverse salt effects were most expressed on the 7th day the influence of NaCl, especially for buckwheat, which was accompanied with a changes in plant height, weight, leaf surface area, and a decrease in chlorophyll *a*, *b* content and increase of pheophytins.

## **Оцінка впливу промислових викидів з вмістом важких металів на асиміляційні органи деревних рослин**

**Зубровська О. М.**

*Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України  
50089, м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 50, Україна  
e-mail: piskovajaolga@rambler.ru*

Для з'ясування механізмів адаптації рослин в умовах довкілля актуальним є вивчення перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинних організмах за дії стресорів (Гладков Е. А., 2007; Важкі метали..., 2012). Тому ми досліджували особливості пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та зміни поверхневих ліпідів у листках *Populus italica* (Du Roi) Moench та *Populus deltoides* Marsh. другої вікової групи, що зростають на проммайданчику ЗАТ «Криворізький суриковий завод» (сильне забруднення) та у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАНУ (умовний контроль). Матеріал для досліджень відбирали у фазу повного відособлення листка (I фаза) і на 5–10 добу фази завершення росту листка (II фаза).

Розрахунки акумуляції токсикантів у листках *P. italica* на проммайданчику показали, що у I та II фази морфогенезу листка вміст Zn був максимальним і перевищував такий у контрольних рослин у 13 та 23 рази відповідно, тоді як рівень Cd збільшувався у 5–8 разів. Найменше в асиміляційних органах накопичувалися Ni та Pb. Натомість у *P. deltoides* темпи акумуляції важких металів були дещо нижчими. Так, вміст Zn у листках в обидві фази був у 6 разів вищим, а Cd — втричі, ніж у інтактних рослин. Поряд з цим рівень Ni в асиміляційних органах *P. deltoides* зростав у 5 разів відносно контролю.

У відповідь на токсичну дію важких металів у рослинах проммайданчика відбувались метаболічні зміни, які проявлялись, зокрема, у збільшенні інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів у 1,7–1,8 разів у *P. italica* та понад 4,7–6 разів у *P. deltoides* в обидві фази морфогенезу листка (Важкі метали..., 2012). Крім того проходила пев-



на трансформація складу поверхневих ліпідів кутикули. Зокрема в промислових умовах протягом дослідження у листках *P. deltoides* виявлено зниження до 6% відносно контролю вмісту фосфоліпідів, а у *P. italica* спостерігалось їх незначне збільшення. Рівень дигліцеридів у листках останнього зростав до 5%, тоді як у *P. deltoides* їх взагалі не виявлено. Доречно зазначити, що концентрація ефірів стеринів у тополь збільшувалась до 10%. Як у I, так і у II фази розвитку листової пластинки в промислових умовах вміст вільних жирних кислот у *P. deltoides* зростав у 2 рази, а у *P. italica* — на 11–15%. До того ж у *P. deltoides* ідентифікувалися тригліцериди. Підвищення вмісту вільних жирних кислот, ефірів стеринів та появу тригліцеридів можна розглядати як адаптаційні зміни в умовах забруднення, за рахунок яких змінюється в'язкість і гідрофобність кутикули (Sima Gh., 2013).

**Summary.** In the conditions of industrial pollution in both phases of leaf morphogenesis zinc, lead and cadmium intensively accumulated by *P. italica*, and nickel — *P. deltoides*. The lowest level of lipid peroxidation was observed in *P. italica*, and in *P. deltoides* it was in 6 times more intense. At the same time *P. italica* found to increase the amount of almost all the superficial lipid components cuticle, whereas *P. deltoides* was characteristic appearance of triglycerides and disappearance of diglycerides.

## **Нагромадження фенолів та антоціанів у рослин пшениці за токсичного впливу кадмій хлориду та стреспротекторна роль саліцилової кислоти**

**Кавулич Я. З., Кобилецька М. С.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: morkwa\_burak@ukr.net*

Останнім часом значного поширення набула проблема надмірного надходження важких металів у навколишнє середовище. Поглинання токсичних доз важких металів рослинами спричинює пригнічення росту і розвитку, порушення фотосинтезу, дихання та інших біохімічних процесів. Окрім того, надходження їх у рослинні клітини призводить до оксидантного стресу внаслідок утворення активних форм кисню (Ganeval, 2007).

Велика увага приділяється вивченню механізмів формування стійкості рослин за дії різних несприятливих факторів. У рослин адаптація забезпечується численними фізіолого-біохімічними механізмами (Терек, 2004).



Однією з особливостей формування стійкості рослин є здатність до синтезу вторинних метаболітів, до яких належать фенольні сполуки (Запрометов, 1993, Dimitrios, 2006). Феноли беруть участь у різних фізіологічних процесах: у регуляції процесів фотосинтезу та дихання, в ініціюванні симбіотичних відносин, у захисних реакціях за дії низьких температур та інших стресових чинників. Групою фенольних сполук рослин, які задіяні у формуванні толерантності до впливу іонів ВМ, є антоціани. Зокрема, вони беруть участь у процесі захисту рослин від окиснювального стресу (Gould, 2002). Відомою сполукою із стрес протекторними властивостями є сполука фенольного походження — саліцилова кислота (СК). У рослин СК являє собою внутрішній сигнал на негативний фактор, який індукує важливі біохімічні елементи стійкості (Khodary, 2004). Важливим аспектом дії саліцилату є її вплив на антиоксидантну систему за стресових умов, хоча існують дані, що високі концентрації можуть викликати оксидативний стрес у рослин (Колупаєв, 2010).

Дослідження проводили на рослинах пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту Подолянка, вирощених методом піщаних культур. Насіння попередньо замочували у дистильованій воді (контроль) та 0,5 мМ розчині СК протягом п'яти годин, пророщували на зволоженому фільтрувальному папері у чашках Петрі в термостаті при температурі 23 °С протягом трьох діб. Кадмієвий стрес моделювали шляхом внесення 25 мг кадмій хлориду на кг субстрату. На 14-ту та 21-шу добу в дослідних та контрольних рослин визначали вміст фенолів та антоціанів (Jaleel, 2009; Феденко, 2005).

Дослідження показали, що саліцилова кислота не зумовлювала вірогідних змін пулу антоціанів у 14-добових рослин пшениці, але посилювала їхню акумуляцію на 21-у добу. Щодо фенолів, рослини, вирощені на середовищі з кадмій хлоридом, мали високий їх вміст, порівняно з контролем. Також нагромадження фенольних сполук мало часову залежність, зокрема вміст антоціанів у пагонах зростав із віком рослин, тоді як загальний вміст фенолів зменшувався у всіх варіантах експерименту, крім контролю. Виявлено нерівномірний розподіл фенольних сполук у рослинах, із значним переважанням їхнього нагромадження у коренях. Спостерігався стабільно високий вміст антоціанів у пагонах пшениці за дії іонів кадмію та СК, що підтверджує їхню участь у відповіді організму на стрес, де вони можуть виступати як антиоксидантами, так і хелаторами ВМ (Кобилецька, 2011). Незначне нагромадження фенолів у 21-добових рослин у порівнянні з контролем може свідчити про тривалу дію стресового чинника та порушення загального метаболізму, зокрема і біосинтезу фенолів, за токсичного впливу іонів кадмію.

Результати наших досліджень вказують на те, що зростання вмісту антоціанів у коренях та пагонах рослин внаслідок преінкубації са-

ліциловою кислотою є одним із компонентів адаптивної відповіді рослин на стрес кадмієм. Зниження вмісту фенолів може бути наслідком їхнього катаболізму в стресових умовах або порушення шляхів їхнього біосинтезу під впливом важких металів. Саліцилова кислота, як стреспротекторна речовина фенольного походження, мала значний вплив на функціонування та регуляцію вмісту загального рівня фенольних сполук за дії кадмій хлориду.

**Summary.** The effect of salicylic acid on the phenolic content and anthocyanins in wheat plants (*Triticum aestivum* L.) affected by cadmium chloride was investigated. Increase in phenolic compounds content in cadmium-stressed plants and its salicylic-induced decrease was established. Disproportionate distribution of the phenolic compounds in plant organism with significant predominance of their accumulation in root system and anthocyanins increase in shoots were revealed. Salicylic acid the content of phenolic compounds increased as compared with variants with metals. Anti- and prooxidant role of the phenolic compounds and content of anthocyanins under stressful conditions and protective effect of salicylic acid is discussed.

## **Оценка морфофункционального состояния клеток водоросли *Astasia longa* методом конфокальной микроскопии в условиях индуцированного стресса**

**Кадникова Н. Г., Коваленко И. Ф., Овсянников С. Е.,  
Высеканцев И. П., Шатилова Л. Е., Коваленко Г. В.**

*Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины  
ул. Переяславская, 23, г. Харьков, 61015, Украина  
e-mail: cryo@online.kharkov.ua*

Коллекции культур микроводорослей являются важным источником биологического материала для фундаментальных, прикладных, научных исследований и образовательного процесса. Значимость коллекций возросла после того, как водоросли стали рассматривать в качестве источника биологически-активных веществ, а также при разработке методов получения биотоплива.

Прямой отбор водорослей с требуемыми физиологическими свойствами из природных микробиоценозов (за редким исключением) невозможен. Поэтому, первым этапом любого прикладного исследования является, прежде всего, скрининг и селекция, а вторым этапом — сохранить полученные штаммы с определенными характеристиками. Решение этих задач невозможно осуществить без комплексной оценки параметров клеток, которые в совокупности определяют жизнеспособность их популяций.

Целью наших исследований было изучение жизнеспособности клеток фитофлагеллята *Astasia longa* при индуцировании осмотического стресса, который происходит при замораживании-оттаивании биологических объектов.

Жизнеспособность клеток оценивали на микроскопе «LSM510-META» (Carl Zeiss, Германия) методом прижизненного окрашивания клеток с помощью витальных красителей (метиленовый синий, трипановый синий).

Для интегральной оценки клеточной популяции *A. longa*, отражающей функциональное состояние клеток: размер, площадь, форма, подвижность, потеря жгутика, образование конгломератов использовали компьютерную программу AimImageExaminer (Carl Zeiss MicroImaging).

Установлено, что осмотический шок, вызванный растворами диметилсульфоксида в концентрациях 5% и 10%, приводил к изменению физиологического состояния популяции. Клетки культуры *A. longa* приобретали округлую форму, терялись жгутики и подвижность, уменьшалась средняя относительная площадь клеток на 10–27%, однако окрашивание прижизненными красителями не выявило достоверного снижения жизнеспособности. Более того, при добавлении красителя к культуре 1:1 часть клеток увеличивало свою площадь в среднем до 17%. При помощи видеосъемки мы установили, что изменение формы клетки происходит в среднем за 3 секунды.

Подобные изменения, морфологического состояния клеток наблюдались при добавлении растворов сахарозы аналогичных концентраций.

С помощью метода конфокальной флуоресцентной микроскопии было установлено, что мертвые клетки обладают собственной флуоресценцией в области 590–720 нм. Полученные результаты возможно использовать в качестве более достоверного метода оценки жизнеспособности клеточной популяции *A. longa*. Изучение спектров собственной флуоресценции перспективны для исследования и анализа химических/структурных изменений, происходящих в клетках при старении и стрессах различной природы.

**Summary.** Microalgae are widely used in biotechnology. During subculturing significant changes occur, which may lead to loss of culture. This necessitates the development of reliable methods for a long-term storage of microalgae that can not be implemented without a comprehensive evaluation of the parameters of cells. In this work there was carried out an integral estimation *A. longa* cell population, reflecting the functional state of cells: size, area, shape and motility by method of confocal microscopy.

## **Закаливающий прогрев и антагонисты оксида азота индуцируют ферментативную антиоксидантную систему проростков пшеницы**

**Карпец Ю. В., Колупаев Ю. Е., Швиденко Н. В.**

*Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева  
п/о «Коммунист-1», Харьков, 62483, Украина  
e-mail: plant\_biology@mail.ru*

В настоящее время оксид азота (NO) и пероксид водорода рассматриваются как сигнальные посредники, задействованные в формировании адаптивных реакций растений на действие стрессоров различной природы, в т. ч. гипертермии. Так, показано повышение содержания NO (Карпец и др., 2014) и пероксида водорода (Колупаев и др., 2013) в клетках растений после кратковременного действия гипертермии, индуцирующего развитие теплоустойчивости. Одной из защитных реакций растений, важных для развития теплоустойчивости, является активация антиоксидантной (АО) системы. Показано, что повышение теплоустойчивости проростков пшеницы под влиянием закаливающего прогрева сопровождается увеличением активности АО ферментов (Колупаев и др., 2013). Можно предположить, что модификация NO статуса растений будет отражаться на формировании защитных реакций, индуцируемых закаливанием, в частности, на функционировании АО системы. С целью выяснения роли NO как посредника в индуцировании АО системы исследовали влияние сквенжера оксида азота 2-phenyl-4,4,5,5-tetramethylimidazoline-1-oxyl-3-oxide (PTIO), ингибитора фермента, подобного NO-синтазе животных, N<sup>G</sup>-nitro-L-arginine methyl ester (L-NAME) и 1-минутного прогрева при температуре 42°C на активность АО ферментов в корнях проростков пшеницы и их теплоустойчивость.

Корни интактных трехсуточных проростков соответствующих вариантов опыта в течение 24 ч выдерживали в растворах PTIO (100 мкМ) или L-NAME (2 мМ). Затем часть проростков подвергали одноминутному закаливающему прогреву при температуре 42,0°C. Далее растительный материал соответствующих вариантов снова переносили на растворы эффекторов и выдерживали на них 24 ч до момента тестирующего прогрева (46,0°C, 10 мин).

Под действием антагонистов NO PTIO и L-NAME происходило повышение активности супероксиддисмутазы, каталазы и гваяколпероксидазы. Такой же эффект вызывал закаливающий прогрев. Предобработка интактных корней проростков антагонистами NO не изменяла характер влияния закаливания на активность изученных АО ферментов. Обработка PTIO и L-NAME вызывала небольшое по-

вышение теплоустойчивости проростков, более существенное ее повышение происходило после закаливающего прогрева. При этом РТЮ и L-NAME частично нивелировали положительное влияние закаливающего прогрева на теплоустойчивость. Сделано заключение, как увеличение содержания NO под влиянием закаливающего прогрева, так и снижение его содержания в тканях под действием соответствующих антагонистов, может приводить к изменению окислительно-восстановительного гомеостаза и повышению активности АО ферментов в растительных тканях.

**Summary.** The influence of scavenger of nitric oxide РТЮ, inhibitor of enzyme similar to the animals NO-synthase L-NAME and hardening heating on the activity antioxidative enzymes in the roots of wheat plantlets and on their heat resistance have been investigated. Under the influence of hardening heating, antagonists of NO РТЮ and L-NAME there were the increasing of activity of superoxide dismutase, catalase and guaiacol peroxidase, and also the development of heat resistance of plantlets. The conclusion is made, that both increase and decrease of the content of nitric oxide in plants tissues can lead to the change of redox homeostasis and increasing of activity of antioxidant enzymes in plant tissues.

## **Реакция антиоксидантной системы проростков ржи и пшеницы, различающихся по морозоустойчивости, на закаливание и криостресс**

**Колупаев Ю. Е.<sup>1</sup>, Рябчун Н. И.<sup>2</sup>, Вайнер А. А.<sup>1</sup>, Ястреб Т. О.<sup>1</sup>, Обозный А. И.<sup>1</sup>, Четверик А. Н.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева п/о "Коммунист-1", Харьков, 62483, Украина  
e-mail: plant\_biology@mail.ru*

*<sup>2</sup>Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук Украины  
пр. Московский, 142, Харьков, 61060, Украина  
e-mail: zima012012@gmail.com*

Адаптация растений к действию низких температур включает в себя не только специфические процессы, но и универсальные защитные реакции, в т. ч. активацию антиоксидантной (АО) системы. При адаптации растений к низким температурам также происходит накопление низкомолекулярных протекторов, в частности, растворимых углеводов и пролина. В последние годы эти соединения рассматриваются не только как совместимые осмолиты, предотвращающие избыточное обезвоживание клеток при криострессе, но и как веще-

ства, выполняющие мембранопротекторные, антиоксидантные, сигнально-регуляторные функции (Синькевич и др., 2009; Liang et al., 2013).

В то же время комплексных исследований реакции ферментативной АО системы и метаболизма низкомолекулярных протекторов на холодовое закаливание и криостресс пока мало. Сравнительное изучение таких эффектов у сортов и видов, отличающихся по устойчивости, может быть полезным для более глубокого понимания функционального взаимодействия компонентов стресс-протекторных систем. Задачей настоящей работы явилось сравнительное исследование роли АО ферментов (супероксиддисмутазы, каталазы, гваяколпероксидазы (ГПО)) и низкомолекулярных протекторов (пролина и сахаров) в устойчивости проростков озимых ржи (*Secale cereale* L.) и мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к действию низких температур. Для исследований использовали 3–12-дневные проростки озимых ржи сорта Память Худоерко, мягкой пшеницы сортов Лютесценс 329 (морозоустойчивый) и Безостая 1 (неморозоустойчивый). Закаливание проводили при 2°C 7 дней, затем образцы подвергали 5-часовому промораживанию при –6°C. Одновременно исследовали реакцию незакаленных проростков.

Незакаленные проростки ржи отличались от других злаков способностью к выживанию после промораживания при – 6°C и более высокими активностью ГПО и содержанием пролина. Закаливание вызывало повышение морозоустойчивости проростков ржи и пшеницы. В процессе закаливания в проростках всех исследуемых образцов заметно повышалась активность ГПО, каталазы, содержание пролина и растворимых углеводов. После промораживания закаленных и незакаленных проростков отмечались более высокие значения активности всех исследованных АО ферментов у ржи и пшеницы Лютесценс 329 по сравнению с таковыми у Безостой 1. При этом у закаленных проростков ржи и пшеницы сорта Лютесценс 329 после криостресса повышалось содержание пролина. Сделано заключение о том, что высокие содержание пролина и активность ГПО могут обуславливать повышенную конститутивную морозоустойчивость проростков ржи, развитие морозоустойчивости проростков мягкой пшеницы при закаливании связано в первую очередь с накоплением низкомолекулярных протекторов (сахаров и пролина) и отчасти с повышением активности АО ферментов.

**Summary.** The role of antioxidant enzymes and low-molecular protectors on the basic and hardening -induced frost resistance of rye (*Secale cereale* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) was estimated.



## **Динаміка пігментного складу фотосинтетичного апарату та особливості ризогенезу представників голонасінних за умов засолення**

**Котляр В. П., Капустян А. В., Абрамович Я. В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ  
«Інститут біології»  
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна  
e-mail: Kotlvova@meta.ua*

Декоративні рослини складають невід’ємний компонент сучасних урбофітоценозів, тому виявлення цих видів, стійких до забруднення середовища, є досить актуальним. Відомо, що стійкість рослин до шкодочинних факторів довкілля, значною мірою, визначається функціонуванням ферментних систем. Експериментальні дані свідчать, що глутатіон та ферменти його метаболізму та багато інших антиоксидантних ферментів активно залучаються до процесів захисту від стресового впливу біотичних та абіотичних чинників, однак роль глутатіон-залежної системи у забезпеченні стійкості декоративних видів рослин до несприятливих чинників середовища не достатньо з’ясована.

Метою роботи було з’ясування рівня стійкості різних видів ялівців (*Juniperus*), Кипарисовика Лавсона, Тису ягідного до хлоридного засолення ґрунту за динамікою пігментних систем.

В усіх дослідних представників, як у контролі так і у досліді, вміст хлорофілу *a* більш, ніж у 2 рази перевищує вміст хлорофілу *b*, що свідчить про спряженість функціонування фотоситеми I з фотоситемою II. Найвищий показник співвідношення вмісту хлорофілів відносно каротиноїдів визначено у Кипарисовика Лавсона (9,07 мг/г), що свідчить про достатньо високий рівень адаптаційних можливостей фотосинтетичного апарату рослини у порівнянні з Тисом ягідним та Самшитом вічнозеленим. У контролі спостерігається збільшення шару та розміру клітин мезодерми. У досліді ж, виявлено зменшення шару клітин мезодерми та часткову лігніфікацію і субернізацію клітинних стінок епілеми. Кипарисовик Лавсона можна віднести до солевитривалих видів рослин і, внаслідок цього, він може бути придатним для озеленення та оптимізації ландшафтів міста Києва.

**Summary.** Research of gymnosperm's salt resistance by a change in pigment complex and anatomical — morphological features can be used as a marker of resistance of plant organisms to excessive salinity in terms anthropogenic landscape.

## Реакция глутатионовой системы травянистых растений на действие солей никеля

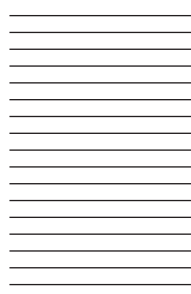
Лихолат Ю. В.<sup>1</sup>, Хромых Н. А.<sup>2</sup>, Лемиш В. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара  
пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, 49010, Украина  
e-mail: Lykholat2006@ukr.net

<sup>2</sup>НИИ биологии ДНУ имени Олеся Гончара

Растения урбоценозов испытывают хроническое воздействие комплекса поллютантов, в том числе тяжелых металлов, которые загрязняют воздух, воду, почву и способны нарушать природные геохимические циклы (Chaney et al, 2004; Гришко, Сыщиков, 2012). Травянистые растения являются неотъемлемой частью городских фитоценозов, поэтому наряду с общей задачей оптимального развития экотопов важен подбор видового состава газонных трав, который обеспечит долговечное декоративное покрытие в условиях действия тяжелых металлов, никеля в том числе. Известно, что никель, несмотря на незначительное присутствие в почвах (Llamas, 2008), беспрепятственно проникает в центральный цилиндр корня и надземные части растений (Серегин и др., 2008), негативно воздействуя на многие метаболические процессы в растительных организмах. Ответные реакции растений сопряжены с активацией эволюционно сформированных внутриклеточных систем защиты, таких как глутатионовая система, представленная низкомолекулярным антиоксидантом глутатионом и ферментами его метаболизма. Детоксикация металлов обеспечивается их конъюгацией с глутатионом, которую катализируют глутатион-S-трансферазы (GST), окисленный глутатион восстанавливается глутатион-редуктазой (GR). Возможность детоксикации ионов никеля путем их хелатирования с глутатионом на сегодня показана для некоторых видов рода *Thlaspi* (Freeman et al., 2004). Выявление такого пути у других видов способствует пониманию механизмов устойчивости растений к токсическому действию никеля.

Установлено, что в корнях 10-суточных проростков райграса многолетнего (*Lolium perenne* L.), выращенных на  $10^{-3}$  М растворе нитрата никеля, активность GST была в 3,4 раза выше контроля. Поскольку в побегах активность фермента не отличалась от контроля, можно предположить, что процесс детоксикации никеля проходил именно в клетках корней, благодаря чему металл слабо проникал в клетки листьев. В растениях пастушьей сумки (*Capsella bursa-pastoris* L.), выращенных на почве с внесением нитрата никеля, установлена активация GST (в 1,2–1,7–1,2 раза в корнях, стеблях и листках). Активность глутатион-редуктазы возрастала соответственно в 1,3–



2,1–1,8 раза, что указывало на участие глутатион-зависимой системы в детоксикации никеля и восстановления гомеостаза в клетках всех органов растений. Гистохимический анализ с окрашиванием диметилглиоксимом по Кузнецову (2012) показал наибольшее накопление никеля в листках пастушьей сумки. Для растений лебеды раскидистой (*Atriplex patula* L.) установлено наибольшее накопление ионов никеля в клетках стеблей и корней, а в листьях окрашивание было незначительным. GST и GR были активированы в корнях (в 1,3 и 1,9 раза соответственно) и листках (в 1,5 и 1,6 раза), тогда как в стеблях активность обоих ферментов не отличалась от контрольной.

Выявленная у представителей различных семейств способность к накоплению никеля и существенной активации GST и GR может обеспечить детоксикацию тяжелого металла и обусловить устойчивость растений в загрязненных никелем экотопах. Растения пастушьей сумки могут быть перспективными для целей фиторемедиации почв, загрязненных никелем.

**Summary.** The reaction of glutathione-dependent system of plants from families *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae* to the action of  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  solution was investigated. Increasing GST and GR activities and the possibility of nickel detoxification in *Lolium perenne* roots, *Capsella bursa-pastoris* leaves and stems, *Atriplex patula* roots and leaves were established. The significant nickel accumulation detected by histochemical analysis in *C. bursa-pastoris* leaves indicates the ability of this species for phytoremediation of the Ni-contaminated soil.

## **Влияние жасмоновой кислоты на активность антиоксидантных ферментов и рост растений ячменя в условиях засухи**

**Луговая А. А.**

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева  
п/о «Коммунист-1», Харьков, 62483, Украина  
e-mail: plant\_biology@mail.ru

Жасмоновая кислота (ЖАК) является фитогормоном, действующим не только в регуляции процессов роста и развития растений, но и в формировании их многих защитных реакций на действие стресс-факторов различной природы. В последние годы повышается интерес к выяснению роли ЖАК в устойчивости растений к абиотическим стрессорам, в т. ч. к засухе.

В ряде работ показано положительное влияние экзогенной ЖАК и ее производных на устойчивость растений к водному стрессу.

Показано, що обробка метилжасмонатом перешкоджала зниженню содержания воды в листьях сои в условиях почвенной засухи (Anjum et al., 2011). У растений ячменя, выращенных в водной культуре с добавлением ЖАК в питательный раствор, уменьшалось повреждение мембран в условиях осмотического стресса (Bandurska et al., 2003). Опрыскивание растений календулы ЖАК приводило к повышению активности антиоксидантных ферментов в лепестках и сохранению в них пула низкомолекулярных антиоксидантов (Sedghi et al., 2012). В целом же влияние экзогенной ЖАК на засухоустойчивость растений и состояние их антиоксидантной и других стресс-протекторных систем в условиях, близких к естественным (в почвенной культуре) остается мало исследованным. Целью работы явилось исследование влияния предпосевной обработки семян экзогенной ЖАК на состояние антиоксидантной системы листьев и засухоустойчивость растений ячменя (*Hordeum vulgare* L.) на ранних фазах развития.

Объектом исследования явились растения ярового ячменя сорта Козак. Предпосевную обработку осуществляли путем погружения семян на 3 ч в раствор ЖАК ( $10^{-7}$  М).

Обработка семян ЖАК уменьшала вызываемое засухой угнетение роста растений. Под влиянием ЖАК в листьях растений в условиях засухи отмечалось более высокое содержание воды по сравнению с растениями, выращенными из необработанных семян. В листьях растений, выращенных из семян, обработанных ЖАК, наблюдалась более высокая активность супероксиддисмутазы в условиях засухи. Предобработка ЖАК вызывала снижение активности каталазы в листьях растений в условиях нормального увлажнения, в то же время при засухе активность фермента в варианте с ЖАК повышалась. Под влиянием ЖАК отмечалось повышение активности пероксидазы в листьях, более заметное в условиях засухи.

Таким образом, предпосевная обработка семян ЖАК индуцировала антиоксидантную систему растений. Относительно долговременные эффекты такой обработки могут быть обусловлены сложным влиянием ЖАК на гормональную систему растений. Есть основания полагать, что предпосевная обработка семян ячменя ЖАК может быть приемом, перспективным для повышения засухоустойчивости растений, по крайней мере, на ранних фазах развития.

**Summary.** The preseeding treatment of hordeum seeds with the jasmonic acid in the concentration of  $10^{-7}$  M reduced the negative influence of drought on the growth of plants, led to the increasing of water saturation of leaves tissues and to the increase of activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase, peroxidase) in them.

## **Зміни деяких фізіолого-біофізичних показників рослин озимої пшениці при загартуванні**

**Майор П. С., Антонюк В. П., Храновська М. П.**

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: major@ifrg.kiev.ua*

Вживання рослин зимуючих злаків, зокрема озимої пшениці, значною мірою визначається їх здатністю адаптуватись (загартовуватись) до низьких температур. Зростання морозостійкості рослин відбувається восени за дії на них холоду внаслідок реалізації складних фізіолого-біохімічних і молекулярно-генетичних механізмів. Одним із наслідків адаптивних перебудов є зростання водоутримувальної здатності клітин загартованих рослин. Збереження води у незамерзломому стані в клітинах досягається в результаті змін осмотичної сили розчинів унаслідок накопичення розчинних речовин: цукрів, білків, вільних амінокислот та інших осмотично активних сполук.

Метою даної роботи було вивчення особливостей змін під час загартування рослин озимої пшениці деяких фізіолого-біофізичних показників, пов'язаних із водоутримувальною здатністю клітин, для з'ясування їх ролі у формуванні зимо-морозостійкості.

Об'єктами дослідження були 14 сортів озимої м'якої пшениці, що відрізняються за морозостійкістю. Рослини озимої пшениці вирощували за штучного освітлення до стадії трьох листків на сірому лісовому супіщаному ґрунті у пластмасових ящиках. Схемою експериментів передбачено наступні варіанти: контроль (+15°C), початок першої фази загартування (+2°C протягом трьох діб), друга фаза загартування (-3°C протягом двох діб). Для досліджень відбирали надземні частини рослин, які використовували для визначення маси і частки сухої речовини (ваговим методом), сумарного вмісту розчинних сполук (за допомогою рефрактометра), електропровідності гомогенату (із використанням солеміра), а також електропровідності базальної частини стебла (Fedoulov, 1988). Повторність дослідів 4–7-кратна. Зимо-морозостійкість сортів визначали за результатами підрахунку живих і загиблих рослин після зимівлі в природних умовах у залізобетонних ємностях (завглибшки 60 см, завширшки 128 см, завдовжки 6 м) із ґрунтом, піднятих над рівнем землі. Використовували середнє значення частки живих рослин для трьох років досліджень. Обробку експериментальних даних виконували із застосуванням кореляційного аналізу.

Як засвідчують отримані результати, при загартуванні рослин відбувається зменшення обводненості тканин та збільшення концентрації клітинного соку, що супроводжується взаємопов'язаними сортоспецифічними змінами досліджених фізіолого-біофізичних показників.

Встановлено, що зимо-морозостійкість позитивно корелює з часткою сухої речовини ( $r=0,69\dots0,54$ ) та сумарним вмістом розчинних сполук ( $r=0,65\dots0,59$ ). Між двома останніми показниками також існує тісний позитивний зв'язок для всіх варіантів. Між сумарним вмістом розчинних сполук й електропровідністю гомогенату помірну позитивну кореляцію відзначено для контролю, яка стає слабкою при загартуванні. Водночас спостерігається зростання тісноти негативного зв'язку між сумарним вмістом розчинних сполук та електропровідністю базальної частини стебла. Тіснота негативного зв'язку останнього показника із зимо-морозостійкістю помірна для контрольного варіанта і також посилюється при загартуванні, тоді як для електропровідності гомогенату спостерігається обернена закономірність, що вказує на різну природу цих показників.

Встановлені закономірності уможливають використання окремих досліджених показників з метою оцінки зимо-морозостійкості рослин озимої пшениці різних генотипів.

**Summary.** Physiological and biophysical indices of plants related to water-holding capacity of cells using 14 winter wheat varieties were studied. It was found that during cold hardening of plants the water content of tissues decreased and the concentration of cell sap increased that accompanied by variety-specific changes of the indices under study. These findings allow the use of certain studied parameters to assess winter and frost hardiness of winter wheat plants of different genotypes.

## **Формування бульбочок і вегетативна продуктивність сої у симбіотичних системах різної ефективності за умов водного дефіциту**

**Мельник В. М., Огір А. Д., Коць С. Я.**

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України*

*вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна*

*e-mail: vasyliukvm@ukr.net*

Відомо, що посуха негативно впливає на ріст і розвиток бобових — макропартнерів симбіозу, лімітує біологічну азотфіксацію у корневих бульбочках рослин, що призводить до зниження кількості та погіршення якості отриманого врожаю (Marino, 1997). В умовах зростаючої нестабільності клімату розуміння фізіологічних основ відмінностей у стійкості організмів до дії несприятливих факторів, зокрема таких як водний дефіцит, важливе для створення нових високопродуктивних комплементарних пар ризобії—бобові рослини. Показано, що селекція ефективних бактеріальних штамів може сприяти підвищен-



ню біологічної фіксації азоту в умовах дії стресових чинників (Serraj, 1999). Отже, дослідження, спрямовані на розкриття і розуміння механізмів реакції-відповіді рослин-партнерів симбіозу на дію водного стресу є важливими для контролю і покращення їх агрономічних характеристик.

Метою роботи було вивчити формування бульбочок та наростання вегетативної маси у сої сорту Васильківська, інокульованої різними за симбіотичними властивостями *Bradyrhizobium japonicum* за умов посухи. Рослини вирощували у вегетаційних умовах на піщаному субстраті (0,25 норми азоту). Інокуляцію насіння проводили бактеріями з музейної колекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України: штами 646 і T21-2 (активні, вірулентні), 604к (неактивний, високовірулентний) і Tn5-мутант 113 (малоактивний, вірулентний). 16-добову посуху (30% повної вологоємності (ПВ)) створювали, починаючи з фази 2-х справжніх листків. Контролем були рослини відповідних варіантів, вирощені за оптимальних умов (60% ПВ).

Показано, що посуха (16-та доба) призводила до зниження кількості бульбочок на коренях сої, інокульованої штамом 604к й Tn5-мутантом 113 (відповідно у 3,1 і 1,7 рази) у порівнянні з рослинами, вирощеними за 60% ПВ. У той же період кількість бульбочок, сформованих активними штамми *B. japonicum* 646 і T21-2 за водного дефіциту була нижчою відповідно лише в 1,3 і 1,4 рази порівняно з соєю, що росла за оптимальних умов. У всіх варіантах при 30% ПВ спостерігали зниження маси кореневих бульбочок (в 1,5–2,7 рази) у порівнянні з рослинами, вирощеними за 60% ПВ. Бактеризація насіння *B. japonicum* 646 і T21-2 зменшувала негативний вплив посухи на ріст бульбочок порівняно з відповідними варіантами із застосуванням штаму 604к і Tn5-мутанта 113. Встановлено, що суха надземна маса була нижчою у рослин, вирощених за 30% ПВ у порівнянні з тими, які росли в оптимальних умовах. На 16-ту добу посухи спостерігали зниження цього показника в 1,1–1,2 рази у варіантах з інокуляцією насіння штамми 646 і T21-2 порівняно з контролем. У той же період за 30% ПВ відмічали зниження сухої надземної маси відповідно в 1,3–1,4 рази у сої, бактеризованої *B. japonicum* 604к і Tn5-мутантом 113 у порівнянні з тими рослинами, які були вирощені за 60% ПВ.

Недостатнє водозабезпечення за обробки різними за активністю штамми призводило до зниження кількості сформованих на коренях бульбочок, маси бульбочок та сухої надземної маси сої. Відмічено позитивний ефект застосування в умовах посухи штамів *B. japonicum* 646 і T21-2 у порівнянні зі штамом 604к і Tn5-мутантом 113.

**Summary.** In growing experiment the plant biomass production and nodulation of soybean that formed symbioses with rhizobia with different symbiotic properties under drought (30% full water supply (FWS)) were studied. It was shown that water stress led to decrease in dry weigh of plants, nodule

number on soybean roots and their weight. It was investigated that seed inoculation by strains 646 and T21–2 resulted in a reduction of negative drought effect on nodule formation and plant growth in compared with *B. japonicum* 604к and Tn5-mutant 113.

## **Зміни пігментного складу у листках томатів за післядії факторів реального космічного польоту**

**Міщенко Л. Т., Таран О. П., Дуніч А. А.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна  
e-mail: lmishchenko@ukr.net, okstar@ukr.net*

Вплив стресових умов середовища на пігментний склад та його вміст у клітинах рослин формує певний статус, який може виступати як показник стану рослини. Відомо, що за умов сильного водного дефіциту, за дії високих температур відбувається порушення структури хлоропластів через деградацію мембранних фосфоліпідів та посилюється синтез каротиноїдів, які є протекторами ПОЛ в стресових умовах середовища (Кордюм та ін., 2003). Відомо також, що вплив біотичного стресу, а саме вірусної інфекції викликає зменшення вмісту фотосинтетичних пігментів у інфікованих вірусами рослинах пшениці, що відбувається через деградацію хлоропластів (Mishchenko et al., 1995; Бойко і ін., 1997), приводить до зменшення продуктивності рослин і погіршення якості зерна (Міщенко, 2004). Фактори космічного польоту впливають на проростки томатів, насіння яких тривало експонувалося в космосі (Ли и др., 2009), підвищують концентрацію магнію, фосфору та сірки (Hammond et al., 1996), вірусостійкість рослин томатів (Mishchenko et al., 2013). Проте не досліджено післядію факторів реального космічного польоту на стан фотосинтетичного апарату (пігментний комплекс), що і було метою нашої роботи. Насіння рослин томатів (*Lycopersicon esculentum* Mill., сорту Мир-1) протягом 6-и років (1992–1998 рр.) перебувало в умовах довготривалого космічного польоту на космічній станції «Мир». Пізніше, у 2011 р., насіння проростили і вирощували в земних польових умовах на природному інфекційному фоні Київської і Полтавської областей. Одержане з цих рослин насіння («космічне» та нерухомі, що перебували в земних умовах (стаціонарний контроль) в подальшому використовували в наших дослідженнях. В період плодоношення відбирали зразки листків із варіантів досліду і проводили визначення пігментного складу. Слід підкреслити, що у рослин дослідного, «космічного» варіанта відмічено раніше (на 4–5 діб) дозрівання плодів. Виявлено, що у рослин томатів сорту Мир-1, які вирощували за умов післядії космічного польоту,

вміст фотосинтетичних пігментів перевищував контроль відповідно: хлорофілу *a* — в 1,3 рази, хлорофілу *b* — в 1,5 разів, сума каротиноїдів була вищою в 1,2 рази. Співвідношення суми хлорофілів до суми каротиноїдів становило 5,8 для дослідного варіанта та 5,1 у контролі. При цьому співвідношення хлорофілів *a* і *b* як у дослідному варіанті, так і в контролі не змінилося. Можна припустити, що післядія факторів реального космічного польоту сприяє накопиченню ендогенних чинників, які активізують фотосинтетичну систему рослин томатів, оскільки суттєвих змін у співвідношенні її компонентів не спостерігали. Також підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів свідчить про формування у рослин томатів з «космічного» насіння статусу, придатного для їх оптимального росту й розвитку.

**Summary.** The impact of stressful environmental conditions on pigment composition and its content in plant cells forms a physiological status which can serve as an indicator of the functional state of a plant. It was investigated that concentration of photosynthetic pigments in tomato leaves cv. Myr-1 in phase of fruiting which were growth after action of factors of real space flight, was higher than in the control. Ratio 'chlorophylls sum/carotenoids sum' was higher in plants which were exposed to the aftereffect conditions of real space flight. The ratio of chlorophyll a and b as in the test samples and in the control has no changed. As significant changes in the ratio of photosynthetic system components in tomato plants were not observed, we assume that the aftereffect of real space flight factors on the accumulation of endogenous factors that activate it. Also increasing of the photosynthetic pigments content testifies about formation in tomatoes growth aftereffect of space flight, of status susceptible to their growth and development.

## **Влияние холода на актиновые филаменты клеток корня *Arabidopsis thaliana***

**Плоховская С. Г., Емец А. И., Блюм Я. Б.**

*ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины»  
ул. Осиповского 2а, г. Киев, 04123, Украина  
e-mail: sveta\_plohovska@mail.ru*

На сегодняшний день большое внимание уделяется изучению влияния различных стрессовых факторов, среди которых холод, на цитоскелет растительной клетки. В ряде работ показано, что низкие температуры приводят к изменениям в организации микротрубочек, вызывая их деполимеризацию (Wallin & Stromberg, 1995; Sheremet et al., 2011). Обнаружено, что в зависимости от типа клеток и зоны корня растительные микротрубочки имеют разную чувствительность к действию холода (Baluska et al., 1993; Sheremet et al., 2011). Показано,

что при обработке холодом (0°C) клеток суспензионной культуры ВУ-2 формируется неупорядоченная сеть толстых и разветвленных микрофиламентов, а при продолжительном действии холода они превращаются в отдельные короткие точечно окрашенные структуры или стержни (Pokorná et al., 2004). Поскольку сведения о влиянии низких температур на организацию актиновых филаментов (микрофиламентов) растений ограничены, нами были изучены механизмы холодоустойчивости различных типов клеток *Arabidopsis thaliana* с участием этих структур.

В частности нами было исследовано изменения параметров роста и морфологии главных корней линии *A. thaliana*, экспрессирующей химерный ген *GFP-ABD-GFP*, который позволяет визуализировать актиновые филаменты в клетках данной линии *in vivo* с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа LSM 510 META (Carl Zeiss, Германия). Нами было установлено, что обработка температурой 0,5°C 4-х дневных проростков на протяжении 24, 48 и 72 часов оказывает ингибирующее влияние на рост главных корней *A. thaliana* (*GFP-ABD2-GFP*). В частности, после 24 часов обработки рост корней уменьшается примерно в 2,9–3,0 раза, после 48 часов — в 3,1–3,2 раза, после 72 часов — в 3,9–4,0 раза. Также установлено, что обработка температурой 0,5°C приводит к анизотропному увеличению эпидермальных клеток зоны растяжения корней *A. thaliana* (*GFP-ABD2-GFP*). Одновременно изменяется и исходная организация актиновых филаментов в клетках различных зон корня. В большинстве клеток зоны растяжения после 1 ч обработки микрофиламенты дезориентируются и частично деполимеризируются. После 2 и 3 ч обработки увеличивается количество клеток с частичной или полной деполимеризацией этих структур. Наиболее чувствительными к действию холода оказались корневые волоски, клетки зоны растяжения, а также эпидермальные клетки всех исследуемых зон корня *A. thaliana* (*GFP-ABD2-GFP*).

**Summary.** The cytoskeleton is a highly dynamic structure playing many roles in nuclear and cell division, signaling, determination of cell shape and polarity, and cell motility. Low temperature is an important abiotic factor limiting the growth, development and productivity of plants. The aim of this work was to study the effect of temperature +0,5°C on growth, morphology and organization of actin filaments in root cells of 4-day-old *A.thaliana* seedlings, expressing chimeric gene *GFP-ABD2-GFP*, which enables to visualize actin filaments in the cells of this line. It has been revealed that cold treatment for 24, 48 and 72 h has an inhibitory effect on the growth of the main roots of *A.thaliana* and causes anisotropic increase in the diameter of epidermal cell in elongation zone. Also, it has been observed the changes in organization of actin filaments in epidermal cells of different zones of the main roots. Observed disorientation and partial or complete depolymerization of actin filaments in most cells of the transition zone.

## Оцінка стійкості до водного дефіциту рослин тритикале озимого, отриманих шляхом селекції *in vitro*

Пикало С. В.

*Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України  
с. Центральне Миронівського району Київської області, 08853, Україна  
e-mail: pykserg@ukr.net*

Сучасні сорти тритикале повинні мати не тільки високі показники урожайності та якості зерна, але і достатній потенціал адаптації до несприятливих факторів навколишнього середовища (Волощук, 2012). Одним із шкодочинних абіотичних факторів являється посуха (Пикало, 2014). Вона суттєво погіршує фізіологічний стан рослин та знижує їх продуктивність (Blum, 2005). Необхідність вирощування тритикале в умовах посухи потребує виведення стійких до водного стресу сортів. Одним із перспективних методів отримання посухостійких генотипів являється клітинна селекція. Вона полягає у відборі за селективних умов резистентних до осмотичного стресу калюсів, з яких регенерують рослини (Дубровна, 2009). Стійкість до водного дефіциту визначається на клітинному рівні (Долгих, 1994). Як наслідок, рослини-регенеранти, отримані із резистентних калюсів, також повинні проявляти дану ознаку (Зінченко, 2012). Однак, в силу гетерогенності калюсів початком появи рослини-регенеранта може бути і нестійка клітина (Manoj, 2008). Тому метою роботи було провести оцінку резистентності до водного дефіциту рослин-регенерантів тритикале озимого, отриманих в процесі клітинної селекції.

Матеріалом досліджень були рослини-регенеранти тритикале озимого лінії 38/1296 та сорту Обрій, отримані шляхом клітинної селекції на стійкість до водного дефіциту. Для імітації посухи рослини-регенеранти, які вирощувались в камері штучного клімату з освітленням та температурою 25–27 °С, на стадії виходу в трубку переводили на обмежений полив. За контроль були прийняті рослини-регенеранти, отримані з калюсів після культивування на середовищі без селективного чинника. Протягом трьох тижнів вологість ґрунту підтримувалася на рівні 40% — перший тиждень, 50% — другий, 60% — третій від повного вологонасичення ґрунту. Відносний вміст води (ВВВ) в листках рослин визначали до і після модельованої посухи за встановленою методикою (Catsky, 1974). Концентрацію вільного проліну в рослинах-регенерантах визначали за методикою Андрющенко після трьох тижнів імітації посухи.

Для злакових виявлена позитивна кореляція між відносним вмістом води (ВВВ) та посухостійкістю (Омае, 2005). За нормального поливу до імітації посухи ВВВ регенерантів лінії 38/1296 майже не відрізнявся від цього показника контрольних рослин. Після 3-тижневої

посухи ВВВ у контрольних рослин зменшився з 84,6 до 66,1 %, що свідчить про низьку їх толерантність до водного дефіциту. У 2-х із 5-и виділених стійких форм рослин-регенерантів зниження ВВВ під дією посухи було мінімальним. Контрольні рослини сорту Обрій мали меншу водонасиченість листя порівняно з лінією 38/1296. Після посухи ВВВ в них впав з 73,4 до 56,2%. Виділено 4 стійких рослин-регенерантів цього сорту, які перевершували контрольні рослини за водонасиченістю листя як до, так і після посухи. Стійкі рослини-регенеранти обох генотипів мали також високий вміст вільного проліну — його концентрація у 1,5–2 рази була вищою, ніж у контрольних рослин.

В результаті експерименту було виявлено, що порівняно з контрольними рослинами рослини-регенеранти зі стійких ліній характеризувались достовірно вищими відносним вмістом води за імітованої 3-тижневої посухи та вмістом вільного проліну, що вказує на їх підвищену стійкість до водного дефіциту.

**Summary.** A laboratory evaluation of plant regenerants of triticale obtained by *in vitro* selection methods was conducted. As a result, from line 38/1296 and variety Obriy respectively, 5 and 4 resistant forms of plant regenerants were identified. During the laboratory testing under simulated 3-weeks drought it was revealed that plant regenerants derived from resistant lines were characterized with reliably higher relative water content and free proline content as compared with non-resistant plants. It testifies to increased their water deficit tolerance.

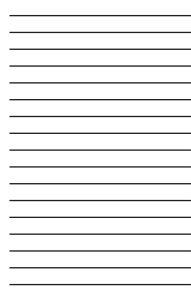
## **Алюмоіндукований феномен гормезису у рослин *Fagopyrum tataricum* Gaertn.**

**Смірнов О. Є., Таран Н. Ю., Косян А. М., Косик О. І.**

*Навчально-науковий центр «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Володимирська 64/13, м. Київ, 01033, Україна  
e-mail: plantaphys@gmail.com*

В експериментальних роботах по вивченню адаптивного потенціалу рослин в умовах токсичності середовища спостерігається не пряма дія досліджуваного токсиканта у відповідній концентрації на рослину, а сукупний ефект його впливу та системної компенсаторної відповіді рослини на цей вплив. При цьому конкретний досліджуваний токсичний ефект на всіх рівнях біологічної організації — різниця між токсичною дією й можливою відповіддю організму.

Феномен гормезису в фізіолого-біохімічних та екологічних дослідженнях викликає інтерес через стимулюючу дію токсичних речовин у малих дозах. Динаміка відхилення токсичного ефекту від класич-





ної у стрес-фізіології математичної моделі — кривой «концентрація-ефект» може бути проілюстрована так званою горметичною кривою та пояснена феноменом стимуляції основних життєвих процесів низькими дозами токсиканта — гормезисом.

В роботі використовували 17-денні проростки гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* Gaertn. cv Himalaicum). Моделювання алюмокислого навантаження проводили, додаючи до піщаної культури алюміній в концентрації 25–100 мМ ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) на 7 добу росту проростків. Розчин оновлювали кожного дня для підтримання кислотності середовища — рН 4,5. Вивчали дозозалежний та часозалежний вплив токсиканта на інтегральні показники стану рослин — морфологічні параметри підземної і надземної частин рослин та вміст фотосинтетичних пігментів на 10 добу після внесення алюмінію.

В ході експерименту було зафіксовано, що рослини, оброблені алюмінієм в концентрації 25 та 50 мкМ, не відзначалися зниженням довжини кореневої системи порівняно з контролем. При цьому додавання алюмінію у концентрації 75 мМ зменшило довжину кореневої системи на 3,5%, обробка рослин 100 мМ концентрацією — на 6,5%. Аналіз даних щодо довжини надземної частини рослин, оброблених алюмінієм в концентраціях 25 та 50 мкМ, вказує на збільшення пагонів на 2,5 та 7% відповідно. Додавання алюмінію в концентрації 75 мМ не викликало змін у довжині надземної частини, а при обробці рослин 100 мМ алюмінієм спостерігався ристінгбувальний ефект токсиканта — довжина пагонів зменшилася на 13%.

При вивченні адаптивного потенціалу рослин одним з найбільш інформативних показників, що характеризує стан рослинного організму в умовах токсичності є склад пігментного комплексу. Абсолютні значення вмісту пігментів та їхнє співвідношення — параметри, що можуть значно варіювати в залежності від екологічних умов зростання, впливу антропогенних та інших факторів. Так було показано, що до збільшення вмісту хлорофілів *a* і *b*, а також суми каротиноїдів, призводила обробка рослин гречки алюмінієм у концентрації 25 та 50 мМ. Найбільш стимулюючий (горметичний) ефект був зафіксований за впливу 50 мМ алюмінію: вміст хлорофілу *a* збільшився на 27%, хлорофілу *b* — на 36%, загальна сума каротиноїдів — на 15%. Обробка рослин більш високими концентраціями токсиканту (75–100 мкМ) призводило до поступового зниження вмісту всіх груп пластидних пігментів.

**Summary.** The hormesis phenomenon in tataricum buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) plants under aluminium (25–100  $\mu\text{M}$ ) toxicity has been studied. Data analysis has been demonstrated experimental evidence of aluminium-induced dose-depended and time-depended hormetic response. The relative growth of roots and shoots increasing and activation of photosynthetic pigments accumulation under low concentration of aluminium has been observed.

## Кінетичні параметри РУБІСКО *in vivo* в листках сортів озимої пшениці різної жаростійкості за умов високотемпературного стресу

Стасик О. О.

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: o.stasik@yandex.ua*

Висока температура є одним із найсуттєвіших несприятливих чинників довкілля, що погіршують реалізацію потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур. Встановлено, що визначальним лімітувальним чинником фотосинтезу за підвищеної температури є активність ферменту — рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилази/оксигенази (РУБІСКО), який каталізує основну реакцію асиміляції CO<sub>2</sub> в рослин. Зниження інтенсивності асиміляції CO<sub>2</sub> за високої температури зумовлюється двома особливостями каталітичної функції РУБІСКО. По-перше, знижується величина відношення карбоксилазної і оксигеназної активностей рубіско, т. з. фактор специфічності (S), внаслідок активізації фотодихання. По-друге, зменшується активність рубіско-активази, що визначає ступінь активації РУБІСКО *in vivo*.

Метою даних досліджень було вивчення змін кінетичних параметрів та активаційного стану РУБІСКО при підвищенні температури у різних за стійкістю фотосинтетичного апарату до високої температури сортів озимої пшениці. Використання біохімічної математичної моделі фотосинтезу, запропонованої Фаркухаром, фон Камерер і Бері (von Caemmerer, 2000), дозволяє визначати кінетичні параметри рубіско за даними CO<sub>2</sub>-газометрії.

Дослідження проводили на 4-тижневих рослинах сортів озимої пшениці, що різняться стійкістю до високої температури: Одеська 66 і Донецька 48 — високостійкі; та менш стійкі — Миронівська 33 і Альбатрос одеський. Рослини вирощували в кліматичній камері SGC097 (Sanyo Gallenkamp PLC, UK) в посудинах об'ємом 2 л, заповнених компостною сумішшю (F2, Levington, Horticulture Ltd, Ipswich, UK).

Середню частину повністю сформованого 4-го листка прогрівали при 38°C протягом 1 год в листовій камері газоаналізатора за інтенсивності світла 1500 мкЕ/(м<sup>2</sup>·с), концентрації CO<sub>2</sub> 350 ppm і 21 або 2% O<sub>2</sub> в повітрі. Прогрівання знижувало інтенсивність асиміляції CO<sub>2</sub> на 30–40% у високостійких сортів, а в нестійких сортів на 60–65% порівняно з контролем при 25°C. Встановлено, що при підвищенні температури листка *in vivo* швидкість карбоксилазної реакції РУБІСКО

( $v_c$ ) в нестійких сортів знижувалася на 35–45%, а швидкість оксигенаційної реакції ( $v_o$ ) на 5–20%, тоді як у високостійких величина  $v_c$  знижувалася на 5–16%, а  $v_o$  підвищувалася на 140–160%. Фактор специфічності РУБІСКО (співвідношення  $v_c/v_o$  за однакових концентрацій  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$ ) зменшувався майже в два рази і практично однаково у всіх досліджених сортів. В той же час максимальна швидкість карбоксилювання РУБІСКО ( $V_{\text{сmax}}$ ) збільшувалася більш ніж в два рази у високостійких сортів і залишалась незмінною у нестійких сортів.

Підвищення температури сильніше знижувало ступінь активації РУБІСКО у чутливих сортів порівняно із високостійкими. Високотемпературний стрес практично не впливав на кількість блокованих інгібітором каталітичних центрів РУБІСКО. Індуковані прогріванням зміни активації ферменту тісно позитивно корелювали зі змінами інтенсивності асиміляції  $\text{CO}_2$ .

Отримані дані свідчать, що ступінь інгібування фотосинтезу та активності РУБІСКО в листках різних за стійкістю сортів озимої пшениці за дії підвищеної температури значною мірою визначалася зниженням активації РУБІСКО в результаті зменшення частки карбамільованих (каталітично компетентних) реакційних центрів ферменту, що очевидно пов'язано з різною термолабільністю РУБІСКО-активази.

**Summary.** The effects of high temperature on kinetics parameters and activation state of Rubisco in leaves of wheat varieties differing in their thermotolerance were studied. The ratio of carboxylation to oxygenation activities decreased with the temperature rise by the same extent regardless of thermotolerance. The temperature increase decreased stronger Rubisco activation in sensitive varieties than in tolerant ones due to larger decline in proportion of carbamylated reaction centres of the enzyme.

## **Содержание восстановленной формы глутатиона в вегетативных органах гибридов проростков кукурузы различных по чувствительности к тяжелым металлам**

**Сыщиков Д. В.**

*Криворожский ботанический сад НАН Украины  
ул. Маршала 50, г. Кривой Рог, 50089, Украина  
e-mail: 2007dmitry@rambler.ru*

В процессах защиты растительной клетки при стрессовом воздействии абиотических факторов активное участие принимает глутатионзависимая антиоксидантная система. Несмотря на широкий спектр исследований в этой области, на сегодня вопросы раскрытия механизмов формирования адаптаций и устойчивости растений остаются недостаточно изученными. К их числу относится и выяснение роли низкомолекулярных антиоксидантов в обеспечении толерантности к стрессовому воздействию тяжелых металлов.

Семена двух гибридов кукурузы Премия и Блиц перед проращиванием были простерилизованы в 5% растворе NaClO, после чего проращивались на фильтровальной бумаге до появления первичных корней длиной 1–2 см. В дальнейшем растения переносились в вегетационные сосуды и выращивались в течение 72 часов на водной среде при одиночном или совместном внесении сульфатов Cd или Ni в концентрациях 2 мМ. Концентрация восстановленной формы глутатиона определялась спектрофотометрически по модифицированному нами методу E. Beutler (Beutler et al, 1963; Гришко, Сыщиков, 2002) при длине волны 412 нм.

Анализ полученных экспериментальных данных содержания восстановленной формы глутатиона в корневой системе проростков кукурузы позволяет говорить о разнонаправленности действия тяжелых металлов. Так, если у гибрида Блиц действие ионов Cd<sup>2+</sup> (как одиночное, так и в комбинации с ионами Ni<sup>2+</sup>) приводило к возрастанию концентрации трипептида на 20–35%, то у проростков гибрида Премия внесение их в среду выращивания вызывало уменьшение содержания глутатиона в тканях на 10–30%. Действие ионов Ni<sup>2+</sup> приводило к двукратному снижению концентрации глутатиона в корнях проростков кукурузы гибрида Блиц, тогда как у гибрида Премия анализируемый показатель статистически достоверно не отличался от контроля.

Аналогичная тенденция распределения восстановленной формы глутатиона отмечена и в листьях проростков. Так, при внесении в среду выращивания ионов Ni<sup>2+</sup> зафиксировано снижение содержания трипептида практически на 50% у проростков гибрида Блиц, тог-

да как у кукурузы гибрида Премия его концентрация несущественно возрастала. Необходимо отметить, что стимулирующий эффект ионов  $Cd^{2+}$  в данных вариантах опытов проявлялся в большей степени, что привело к возрастанию концентрации глутатиона в листьях проростков гибрида Блиц в 1,9 и 2,1 раз при одиночном и совместном внесении металлов соответственно. У проростков другого гибрида также отмечена некоторая интенсификация функционирования глутатионзависимой антиоксидантной системы, что выражалось в меньших темпах снижения содержания исследуемого трипептида по сравнению с аналогичными вариантами опытов для корневой системы.

**Summary.** On available experimental data of the glutathione reduced form contents it is possible to assume existence of sort-specificity response to action of cadmium and nickel compounds. So, sprouts of maize of a hybrid Blitz are more sensitive to  $Ni^{2+}$  ions as in their vegetative organs is noted the lowest level of this antioxidant. For a hybrid Premija is established higher sensitivity to cadmium compounds as practically in all variants with use of this metal ions concentration of glutathione reduced form statistically authentically decreased rather control values while use of nickel practically didn't influence to tripeptide level. Most likely, in this case the obtained data can testify to primary functioning of other antioxidant systems for neutralization of toxicants negative influence.

## **Малатдегідрогеназна система листків рослин за нестачі марганцю та позакореневого підживлення мікроелементом**

**Якуба І. П., Паузер О. Б., Швець Г. А.**

*Одеський Національний університет імені І. І. Мечникова  
Шампанський пров, 2, 65058, Одеса, Україна  
e-mail: irinayakuba@yahoo.com*

Метаболізм малату в рослині зумовлений функціонуванням двох оксидоредуктаз: НАД-залежної малатдегідрогенази (НАД-МДГ, КФ 1.1.1.37) та НАДФ-залежної малатдегідрогенази (НАДФ-МДГ, КФ 1.1.1.82), а також двох декарбоксилаз: НАД-малік-ензиму (НАД-МЕ, КФ 1.1.1.39) та НАДФ-малік-ензиму (НАДФ-МЕ, КФ 1.1.1.40). Враховуючи, що іони двовалентних металів, у тому числі марганцю, є кофакторами малік-ензимів, метою даного дослідження стало вивчення змін активності малатдегідрогеназ та малік-ензимів зелених листків сільгоспкультур та ізоферментного спектру малік-ензимів за різних умов марганцевого живлення.

В листках отриманих у вегетаційному досліді хлорозних марганець-дефіцитних та підживлених марганцем рослин томатів, огірка, гороху, озимої пшениці та кукурудзи визначали вміст марганцю, хлорофілу, білку та цукру та активність малатдегідрогеназ. У варіанті із дефіцитом марганцю кількість даного елемента зменшувалась у 5–10 разів порівняно з контролем, а у варіантах з некореневим підживленням — збільшувалась у 1,5–2 рази. Відповідно зменшувались за дефіциту та зростали за підживлення кількість цукрів, цукрози, білку та хлорофілу.

У зелених листках дослідних рослин визначено активність чотирьох малатдегідрогеназ із різною коферментною специфічністю. За умов дефіциту марганцю у зелених листках дослідних рослин активність НАД-залежної малатдегідрогенази у 2–4 рази нижче, ніж в контролі. За підживлення марганцем активність ферменту вище на 6–31%. В умовах дефіциту марганцю загальна активність ферменту НАДФ-МДГ знижувалась у середньому на 7–10%. Дефіцит марганцю знижував активність НАД-малік-ензиму — на 20–67%. За підживлення мікроелементом активність НАД-МЕ зростала на 7–30%. НАДФ-МЕ є абсолютно залежним від присутності іонів марганцю. У стресових умовах дефіциту марганцю, на відміну від стресів, які спричиняють інші фактори і супроводжуються зростанням активності ферменту, спостерігали дуже значне зниження активності НАДФ-МЕ. За нестачі марганцю у  $C_3$  — рослин активність малік-ензиму зменшувалась у 5–7 разів, у кукурудзи — у 2 рази за абсолютних значеннях на два порядки вищих, ніж в інших культур. Некореневе підживлення марганцем спричиняло підвищення активності ферменту на 5–20%. Це явище можливо пов'язане із функцією марганцю як кофактора малік-ензиму.

Проведені електрофоретичні дослідження дозволили встановити, що рівень марганцевого живлення суттєво впливає на ізоферментний спектр малік-ензимів. В умовах нестачі марганцю для НАДФ-МЕ відмічено зникнення двох смуг у зимограмі, що відповідають повільним ізоформам, які мають цитозольну локалізацію. Можна припустити, що у листках досліджених рослин в умовах дефіциту марганцю інгібується біосинтез цитозольних ізоформ НАДФ-МЕ.

Отримані результати вказують на можливість використання змін активності ферментів малатдегідрогеназної системи, зокрема НАДФ-МЕ, для діагностики забезпеченості рослин марганцем.

**Summary.** It has been established that provision of plants with manganese influences isoenzyme spectrum and activity of malate dehydrogenases, which decreases at manganese deficiency and grows after manganese treatment. At the manganese deficiency the absence of two cytosol isoforms of malic-enzyme has been detected during electrophoresis.



## **Регуляция светом различного спектрального состава интенсивности фотосинтеза в условиях засоления и действия тяжелых металлов**

**Якушенкова Т. П., Кузнецова А. П.**

*Казанский (Приволжский) Федеральный университет  
ул. Кремлевская, 18, г. Казань, 420008, Татарстан, Россия  
e-mail: tyakushe@ksu.ru*

Фотосинтез — основной способ питания растений и именно он определяет, в первую очередь, продуктивность, величину и качество урожая, выход биомассы. Интенсивность фотосинтеза является одним из главных интегральных показателей состояния растений, так как отражает наиболее важную сторону метаболизма — способность клеток к генерации энергии, синтезу АТФ (Петров, 1975).

Известно, что фотосинтетическая активность является наиболее чувствительной к различным неблагоприятным факторам внешней среды. Нами были проведены исследования по влиянию разнокачественного состава света на интенсивность фотосинтеза в условиях засоления и действия тяжелых металлов.

Объектом исследования служили листья семидневных проростков озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Казанская 560. Растения выращивали в кюветах на водопроводной воде (контроль). В качестве фактора засоления использовали NaCl в концентрации 150 мМ, в качестве действия тяжелых металлов CuSO<sub>4</sub> и CdSO<sub>4</sub> в концентрации 1 мМ (опыт). Водопроводную воду меняли на растворы солей на 4-е сутки. Растения выращивали в растильне, разделенной на три светоизолированных блока: 1-й — белый свет (источник освещения — люминесцентные лампы ЛДС-40), 2-й — синий свет (источник освещения — люминесцентные лампы ЛГ-40, область пропускания 420–460 нм), 3-й — красный свет (источник освещения — люминесцентные лампы ЛК-40, область пропускания 620–640 нм) при 12-часовом световом периоде.

Засоление (NaCl 150 мМ) вызывало значительное снижение интенсивности фотосинтеза у проростков с белого и красного участков спектра на 90 и 85% соответственно от контрольных вариантов. Интенсивность фотосинтеза у проростков, выращенных на синем участке спектра, также снижалась, но менее значительно и снижение составило 35% от контрольного варианта.

При изучении влияния тяжелых металлов было установлено, что ионы меди (CuSO<sub>4</sub> 1 мМ) оказали более токсическое действие на проростки пшеницы, чем ионы кадмия (CdSO<sub>4</sub> 1 мМ), что выражалось в значительном подавлении интенсивности фотосинтеза. При

этом наиболее существенные изменения интенсивности фотосинтеза в виде снижения наблюдали у проростков с белого и красного участка спектра.

Интересные данные были получены при изучении влияния света различного спектрального состава при действии тяжелых металлов после предобработки (NaCl 150 мМ). Предобработка растений NaCl снимала токсическое действие сульфата меди, у проростков, выращенных на синем участке спектра, что выражалось в снижении интенсивности фотосинтеза на 30% от контрольного варианта.

Таким образом, было установлено положительное влияние синего участка спектра на интенсивность фотосинтеза в условиях засоления и действии тяжелых металлов.

Возможно, что такое положительное влияние синего участка спектра связано с позитивной регуляцией им экспрессией генов *Elip1* и *Elip2*, кодирующие светоиндуцируемые стрессовые белки (Юрина, 2013).

**Summary.** It was established positive effect under blue light influence design photosynthesis process within salinization and heavy saline conditions and of heavy metals conditions.

## Role of glutathione in the response to heavy metals in wheat

**Boldizsár Á.<sup>1</sup>, Gulyás Z.<sup>1</sup>, Galiba G.<sup>1</sup>, Gryshko V.<sup>2</sup>, Kocsy G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Brunszvik u. 2, Martonvásár, 2462, Hungary*

<sup>2</sup>*Kyryvi Rig Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyryvi Rig-89, 50 Marshaka str., 50089, Ukraine*

*e-mail: kocsy.gabor@agrar.mta.hu*

The various environmental stresses inhibit plant growth and development and consequently reduce yield of crops. The high concentration of heavy metals inducing oxidative stress is a problem for the agriculture in industrial regions. The various antioxidants, among others glutathione can reduce the damaging effects of heavy metals by the removal of reactive oxygen species. In addition, glutathione is a precursor of phytochelatins which can form complexes with heavy metals (Yadav, 2010).

The aim of the present experiments was the investigation of glutathione metabolism in wheat subjected to low and high concentrations of heavy metals. The effect of combined application of Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> on the level of glutathione, its precursors and degradation product was compared in a heavy metal-tolerant (Kuialnik) and in a heavy metal-

sensitive genotype (Sonechko) in order to show the involvement of thiols in the response to heavy metal stress. The heavy metals were applied in two concentrations, having a 3-fold difference. The plants were cultivated in hydroponics with 12 h illumination (260  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) at 20/22°C day/night temperature. After reduction and fluorescent labelling the thiols were separated by HPLC and quantified by a fluorescence detector (Soltész et al., 2011).

The heavy metal treatment differentially affected the thiol levels in the two genotypes; their higher concentration had greater influence. The total glutathione content decreased despite its greater synthesis indicated by the higher amount of its precursor,  $\gamma$ -glutamylcysteine after the treatments. This observation can be explained by the use of glutathione for the synthesis of the heavy metal binding phytochelatins since the amount of its degradation product, cysteinylglycine also was smaller. The concentrations of the oxidised forms of the thiols increased. There was a relationship between the amount and redox state of glutathione and the heavy metal tolerance of the genotypes.

The present experiments show that glutathione may contribute to the improvement of heavy metal tolerance in wheat. Since glutathione synthesis can be increased by safeners (Kocsy et al., 2001), these compounds can be used for the improvement of heavy metal tolerance of crops.

### Acknowledgement

This work was supported by the Hungarian Academy of Sciences and the National Academy of Sciences of Ukraine in a joint research project (SNK-4/2013)

### References

- Soltész A., Tímár I., Vashegyi I., Kellós T., Szalai G., Szűcs A., Vágújfalvi A., Kocsy G., Galiba G. (2011): Redox changes during cold acclimation affect freezing tolerance but not the vegetative/reproductive transition of the shoot apex in wheat. *Plant Biology*, 13: 757–766.
- Yadav S. K. (2010): Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. *South African Journal of Botany*, 76: 167–179.
- Kocsy G., von Ballmoos P., Rügsegger A., Szalai G., Galiba G., Brunold C. (2001): Increasing the glutathione content in a chilling-sensitive maize genotype using safeners increased protection against chilling-induced injury. *Plant Physiology*, 127:1147–1156.

**Аннотация.** Тяжелые металлы снижают урожайность в загрязненных промышленных районах. Глутатион как предшественник фитохелатинов, связывающих тяжелые металлы, играет важную роль в защите против воздействия тяжелых металлов. Сравнение генотипов пшеницы с различной устойчивостью к тяжелым металлам подтвердили эту гипотезу, так как существует связь между устойчивостью и стресс-индуцированными изменениями в количестве и окислительно-восстановительного состояния глутатиона.

## **Effect of salicylic acid on the metabolism of carbohydrates and fructose in plants of corn and wheat under drought conditions**

**Malenk U., Kobyletska M., Terek O.**

*Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevskiyi Str, 4 79005, Lviv, Ukraine  
E-mail: biofr@franko.lviv.ua*

Drought is a major environmental problem, which impairing many physiological and metabolic processes in plants which may lead to suppressing plant growth and development, reducing crop productivity, or plant death. Across plant species drought imposes various physiological and biochemical limitations and adverse effect (Pirasteh Anosheh et al., 2012). To improve crop productivity, it is necessary to understand the mechanism of plant responses to drought conditions with the ultimate goal of improving crop performance in different part of our country where rainfall is limiting or unreliable. One mechanisms utilized by the plants for overcome the water stress effects might be via accumulation of compatible osmolytes, such as soluble sugars, free amino acids, proline and e.g. (Sadizadeh et al., 2009).

Depending on its concentration, salicylic acid performs important actions in the growth and development processes of plants (Canakci, 2008). These actions include exercising a thermogenic effect, increasing thermotolerance, having a herbicidic effect, providing resistance against pathogens and enhance the tolerant ability of the plant to drought stress (Yazdanpanah et al., 2011).

The objects of our study were plants of maize (*Zea mays* L.) Zhovta zubovidna variety and wheat (*Triticum aestivum* L.) Podolyanka variety. Pre-seed soaked in a solution of salicylic acid (50 mM) for 3 h. First seeds germinated in an incubator, and on the 3rd day of growth were transplanted into plastic pots (d = 14 cm). Plants were grown on soil substrate, which humidity is maintained at 60% of full moisture capacity — optimal water supply. Model of drought was created of simultaneous effect of irrigation (30%) within 12 days. Upon termination of drought soil moisture in the pots was adjusted to 60% of full capacity. Served as a control plants grown from seeds not treated with salicylic acid, which were grown for optimal water supply (60%). For our investigation samples were taken from leaves of wheat and corn on 7, 9 and 12-days of drought period and on the first day after the resumption of irrigation. The amount of total soluble sugars was measured by phenol-sulphuric method (Dubois et al., 1956) and the determination of fructose was made by sulphuric acid-cysteine-tryptophan method (Messineo & Edward Musarra, 1972).

In course of the research there has been observed the increase in the amount of carbohydrates in the corn leaves both under short-term and long-term drought conditions. Salicylic acid stimulates the consolidation of lower levels of fructose in the plants of wheat and corn where by boosting their drought stress resistance.

The protective action of salicylic acid under drought conditions consists in the consolidation of the total amount of carbohydrates and the amount of fructose in the plants of wheat and corn. Therefore, exogenous application of salicylic acid may enhance plant performance under drought conditions by modulating various physiological and biochemical processes which are negatively affected by water stress.

**Аннотация.** В тезисах рассматривается действие предварительной обработки салициловой кислоты в концентрации 50 мкмоль на общее содержание углеводов и фруктозы в растениях пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Подольянка и кукурузы (*Zea mays* L.) сорта Жовта зубовидна в условиях засухи на ранних стадиях онтогенеза. В ходе исследования там наблюдается увеличение содержания углеводов в листьях кукурузы как при кратковременном, так и длительном действии засухи. Салициловая кислота стимулирует поддержание более низкого уровня фруктозы в растениях пшеницы и кукурузы при повышении их устойчивости к засухе. Защитное действие салициловой кислоты в условиях засухи состоит в поддержании общего содержания углеводов и количества фруктозы в растениях пшеницы и кукурузы.

## Human interferon alpha 2b positively affects plant growth in both aseptic non-stressed and water deficit conditions

Slyvets M., Sakhno L.

*Institute of Cell Biology and Genetic Engineering National Academy of Sciences of Ukraine*

*Acad. Zabolotnogo str., 148, 03143, Kyiv, Ukraine*

*e-mail: sakhno@icbge.org.ua*

In order to investigate the influence of exogenous human interferon (INF) application and the effect of human INF alpha 2b (*HuINF-α2b*) gene expression to physiological parameters of wild-type plants, treated by INF, as well as transgenic canola (*Brassica napus*) plants the fresh weight (FW), total soluble protein (TSP) content, superoxide dismutase (SOD) activity, photosynthetic pigment content, and membrane permeability were evaluated under normal and osmotic stress conditions. In transgenic and INF treated plants, SOD activity was higher by 16–33% and 13% above controls (initial plants and wild-type plants treated by inactivated INF) in non-stressed growth. FW increased by 18–20 and

11 % in transgenic and wild-type plants treated by water INF solution ( $10^3$  IU/mL), respectively. TSP content and leaf membrane permeability were not influenced neither transgenic nor exogenous INF. Chlorophyll *a*, Chl *b*, and carotenoid contents were stronger in INF plants. Under water deficit, SOD activity and FW retained higher in plants with transgenic and exogenous INF. TSP content declined in control plants by 19%, but it was not affected in INF treated and transgenic ones. Contents of Chl *a*, Chl *b*, and carotenoids were up to 1.83-, 1.77-, and 1.54-fold higher in transgenic lines compared with wild-type plants and similar to plants after exogenous INF application. Electrolyte leakage was stronger in the control plants. Exogenous and transgenic INF caused growth improvement in aseptic normal and water deficit conditions and it may be via SOD activity regulation.

**Аннотация.** Сырую массу, содержание хлорофиллов *a* и *b*, и каротиноидов, а также активность СОД в нестрессовых условиях *in vitro* сравнивали у трансгенных растениях рапса экспрессирующих ген *HuINF-α2b* у растений дикого типа, часть из которых была экзогенно обработана интерфероном альфа 2b человека, а другая обработана интерфероном, инактивированным кипячением. Ни трансгенный ни экзогенный интерферон в нормальных условиях не влиял на общее содержание растворимого белка и проницаемость мембраны листьев. При водном дефиците растения, обработанные интерфероном накапливали больше биомассы, имели более высокое содержание растворимого белка и фотосинтетических пигментов, более высокую активность СОД и более низкую утечку ионов по сравнению с контролем. Экзогенный и трансгенный интерферон улучшал рост в асептических нормальных условиях и при водном дефиците, вероятно, через регуляцию активности СОД.



Секція 5.

## ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКТИВНОСТІ

Section 5.

## APPLIED ASPECTS OF THE REGULATION OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY

---

### Использование плодов и листьев Папайя как компонент целебных напитков

Абдуразаков О.<sup>1</sup>, Авксентьева О. А.<sup>2</sup>, Жмурко В. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Республика Узбекистан, Ферганская область, Учкунпрюкский район, село Урозимерган, «Мехригиё», e-mail: mehrigiyo\_2005@mail.ru

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: avksentyeva@rambler.ru

Папайя (*Carica papaya* L.) или «дынное дерево» или «хлебное дерево» — тропическая культура, издавна известная своими целебными свойствами и хозяйственным значением. Центром происхождения папайи является Центральная Америка. В настоящее время ее выращивают в большинстве стран с тропическим климатом — Бразилия, Мексика, Нигерия, Индия, Индонезия и др. (Новак, 2002). Известно более тысячи сортов папайи, отличающихся по форме, размерам, расцветке и вкусовым качествам плодов, среди них есть генномодифицированные сорта, трансформированные по генам устойчивости (The Biology of *Carica papaya* L., 2008). Компания «Мехригиё» (Узбекистан), основным направлением деятельности которой является производство целебного чая из лекарственных растений, занимается не только заготовкой и упаковкой растений, но и выращиванием их на собственных плантациях. Предметом гордости компании является особое географическое расположение Ферганской долины — благодатная почва, окруженная Тянь-Шанем, орошаемая илистой рекой Сырдарья и высокоминерализованной горной рекой Аксу, 300 солнечных дней

в году, чистый воздух, а также климат, знойный степной на западе и прохладный влажный на юго-востоке. Именно это и способствует получению качественного насыщенного растительного сырья для производства (<http://www.mehrigiyo.uz>). На плантациях предприятия освоено выращивание дерева папайи (*Carica papaya* L.), на основе листьев и плодов которого изготавливают лечебный чай и мед, применяемые для профилактики различных заболеваний. Спелые плоды папайи съедобны, это ценный пищевой продукт, обладающий оригинальным вкусом и богатый витаминами А, В, С, Д, Е, макро- и микроэлементами и другими полезными веществами для организма человека (Лойко, 2003). В листьях папайи обнаружен целый спектр различных веществ вторичного метаболизма растений: органические кислоты, танины, кумарины, стероидные тритерпеновые сапонины, флавоноиды, ликопин, алкалоиды и др. (Suhās et al., 2014). Из млечного сока папайи получают протеолитические ферменты (папаин, химопапаин, пептидазы А и В, лизоцим), которые обладают протеолитическими, противовоспалительными, антикоагуляционными, болеутоляющими, бактерицидными и гемолитическими свойствами. Компания «Мехригиё» (Узбекистан) производит целебные черный и зеленый чай, содержащие плоды и листья папайи, а также мед, содержащий сушеные плоды папайи. Чай «Папайя» используют для профилактики и лечения острых и хронических заболеваний. Целебные чаи используют в комплексном лечении онкологических заболеваний, лечении сахарного диабета, при болях в суставах, при паразитарных инфекциях и дисбактериозах, а также для укрепления иммунной системы и в программах снижения избыточного веса. Продукт «Папайя в меде» улучшает деятельность печени, укрепляет зрение, благотворно влияет на кроветворную функцию, предупреждает старение, улучшает память и омолаживает все внутренние органы.

**Summary.** The paper presents information on the biology, cultivation, distribution and use of *Carica papaya* L. The basic important biochemical components of the papaya plant raw materials — fruit, leaves and the latex. The characteristic products of the company “Mehrigiё” (Uzbekistan) — medicinal teas and honey containing papaya fruit and leaves presents. Their medicinal properties and spectrum of chronic and acute diseases, the treatment of which is recommended to use these drinks described.

## **Биологически активные вещества метаболитных препаратов на основе почвенных стрептомицетов**

**Белявская Л. А., Козырицкая В. Е., Иутинская Г. А.**

*Институт микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного НАН Украины*  
*ул. Академика Заболотного, 154, г. Киев, 03143, Украина*  
*e-mail: bilyuvskal@gmail.com*

Препараты на основе метаболитов почвенных стрептомицетов находят широкое применение в растениеводстве как биопестициды, регуляторы роста, развития растений и повышения их устойчивости к фитопатогенам.

Из черноземной и каштановой почв нами были выделены, идентифицированы и селекционированы штаммы *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2179, *S. netropsis* УКМ Ас-2186 и *S. violaceus* УКМ Ас-2191, проявляющие антагонизм по отношению к паразитическим нематодам растений, фитопатогенным бактериям и грибам. На основе этанольных экстрактов биомассы этих продуцентов и супернатантов культуральных жидкостей созданы новые препараты — Аверком, Фитовит и Виолар, соответственно.

В результате биохимических исследований препаратов выявлена способность исследуемых стрептомицетов синтезировать антибиотики разной химической природы: *S. avermitilis* УКМ Ас-2179 — макролидный антибиотик авермектин, *S. netropsis* УКМ Ас-2186 — полиеновые и *S. violaceus* УКМ Ас-2191 — антрациклиновые антибиотики. Кроме антибиотиков в составе новых метаболитных препаратов выявлены также биологически активные вещества — фитогормоны.

Впервые получены данные о способности штаммов *S. avermitilis* УКМ Ас-2179, *S. netropsis* УКМ Ас-2186 и *S. violaceus* УКМ Ас-2191 синтезировать фитогормоны стимулирующего (ауксины, цитокинины, гиббереллины) и ингибиторного (абсцизовая кислота) действия.

В составе ауксинов в препаратах выявлены: индол-3-уксусная, индол-3-карбокислоты, индол-3-карбинол, гидразид индол-3-уксусной кислоты. Наиболее физиологически активным ауксином является индол-3-уксусная кислота, содержание которой в Аверкоме составляло 470,9 мкг на мл, что на два и три порядка выше, чем в Фитовите и Виоларе. Общее содержание ауксинов в аверкоме достигало 1285 мкг/мл и было в 32 раза выше по сравнению с Фитовитом и в 11 раз — с Виоларом.

В составе разработанных препаратов были выявлены цитокинины. Препарат Виолар содержал наибольшее количество изопентиладенина (18,04 мг/мл), зеатина (10,72 мкг/мл) и зеатин-рибо-

зида (18,04 мг/мл). 6-диметилаллиламинопурин содержался только в Фитовите. Общее количество цитокининов в Виоларе составляло 46,8 мкг/мл, что в 67 раз больше по сравнению с Аверкомом и в 2 раза — с Фитовитом.

В составе метаболитных препаратов также содержатся гиббереллины, наибольшее количество которых 305,21 мкг/мл было в Виоларе, что в 68 раз больше чем в Аверкоме и почти в 2 раза чем в Фитовите.

Был обнаружен также гормон ингибиторного действия абсцизовая кислот, однако его количество существенно ниже по сравнению с гормонами стимулирующего действия.

Наличие фитогормонов в разработанных препаратах указывает на их рострегулирующие действие, которое может проявляется стимуляцией роста и развития растений, а также путем повышения их устойчивости к фитопатогенам. Использование полифункциональных метаболитных препаратов на основе комплекса биологически активных веществ (антибиотиков и фитогормонов) позволит снизить пестицидную нагрузку на агроценозы и улучшить экологическое состояние окружающей среды.

**Summary.** Soil streptomyces strain *S. avermitilis* UCM Ac-2179, *S. netropsis* UCM Ac-2186, *S. violaceus* UCM Ac-2191 are capable to synthesize antibiotics with antiparasitic actions and phytohormones — auxins, cytokinins and gibberellins. The synthesis of phytohormone with inhibitory effect (abscisic acid) is significantly lower compared to the hormones of stimulating activities. Preparations on the basis of selected strains are promising for using in plant growing.

## Прикладные аспекты применения микроволновых технологий в агропромышленном комплексе

Бошкова И. Л.<sup>1</sup>, Коломийчук С. Г.<sup>2</sup>, Хлієва О. Я.<sup>1</sup>,  
Георгієш К. В.<sup>1</sup>, Коломийчук Т. В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Одесская национальная академия пищевых технологий,  
ул. Дворянская 1/3, г. Одесса, 65012, Украина  
e-mail: tasir.onaft@gmail.com

<sup>2</sup>ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии  
им. В. П. Филатова НАМН Украины»,  
Французский бульвар 49/51, г. Одесса, 65061, Украина  
e-mail: filatova\_biochem@mail.ru

<sup>3</sup>Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,  
Шампанский пер. 2, г. Одесса, 65058, Украина  
e-mail: kolomiychuk\_odes@mail.ru

В последнее время получены данные о взаимосвязи электромагнитного излучения в широком диапазоне с функционированием биологических систем, в том числе и растительных клеток (Russello, 1996; Киндрук, 2000; Binhi, 2000, 2003; Леус, 2001; Бошкова, 2013). Перспективным направлением является использование микроволнового поля (МВП) для улучшения качества субстрата и повышения продуктивности при промышленном выращивании грибов, например вешенки (*Pleurotus ostreatus*) и ши-итаке (*Lentinula edodes*) (Бабаянц, 2000; Коломийчук, 2005, 2006; Калинин, 2007; Панченко, 2007). Заслуживает внимания микроволновое экстрагирование физиологически активных веществ с целью увеличения их выхода из растительного сырья, в том числе и пестицидного действия (Лукьянчук, 2009; Коломийчук, 2012; Бошкова, 2013). Применение микроволновой технологии в агропромышленном комплексе имеет ряд преимуществ — относительно низкая себестоимость, экологическая безопасность и высокая эффективность (Калинин, Тучный, 2009). Отмечается стимулирующее действие МВП в определенных режимах на энергию прорастания семян и всхожесть злаковых, масличных, овощных и других культур, а также возможность повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к фитопатогенам и неблагоприятным факторам окружающей среды (Аксенов, 1996; Бабаянц, 2000; Киндрук, 2000; Бошкова, 2007; Калинин, Тучный, 2009, 2012).

Цель наших исследований состояла в оценке ряда биохимических показателей, обеспечивающих стимуляцию ростовых процессов семян культурных растений при воздействии на них микроволновым полем. Семена *Triticum aestivum* сорта Одесская-267 обрабатывали низкочастотным (1,5, 30, 767 Гц) и высокочастотным (2,45 ГГц) МВП в течение 3 мин (Калинин, 2004). В гидратированных семенах непосредственно

после обработки МВП и через 3, 6, 12, 18 и 24 часа определяли активность кислой фосфатазы и  $\alpha$ -амилазы. Определяли также энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян. Контролем служили необработанные семена. В семенах, обработанных МВП, отмечено снижение активности кислой фосфатазы всех групп после 3, 6 и 12 часов гидратации и повышение через 18 и 24 часа. Через 24 часа наибольшая активность была выявлена при частотах 1,5 Гц (131%), 767 Гц (125%) и 2,45 ГГц (120%) по отношению к контролю. Активность  $\alpha$ -амилазы в гидратированных семенах была выявлена через 18 часов — 167% (1,5 Гц), 281% (30 Гц), 147% (767 Гц) и 294% (2,45 ГГц).

Таким образом, наибольший отклик был выявлен при применении высокочастотного МВП (2,45 ГГц), а при низкочастотном — 767 Гц, особенно при 1,5 Гц. Отмеченный эффект может способствовать активации гиббереллин-индуцированных процессов и выхода семян из состояния покоя (Khan, 1975; Мнезель, 1991), а также стимуляции ростовых процессов, отмеченных нами при всех частотах МВП.

**Summary.** Efficiency of use of microwave technologies in various areas of agro-industrial complex — increase of efficiency of extraction when receiving biologically active agents, in particular biopesticides, stimulation of activity of enzymes (acid phosphatases and  $\alpha$ -amylase) seeds, growth processes and increase of efficiency of cultural plants is shown.

## Ефекти впливу нанополімерів різних типів на основі полі-ДМАЕМ на протопласти тютюну

Бузіашвілі А. Ю.<sup>1</sup>, Танасієнко І. В.<sup>2</sup>, Фінюк Н. С.<sup>3</sup>,  
Стойка Р. С.<sup>3</sup>, Ємець А. І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, ННЦ  
«Інститут Біологія»

просп. Академіка Глушкова 2, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: flora16.92@mail.ru,

<sup>2</sup> Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України  
вул. Осиповського 2а, м. Київ, 04123, Україна

<sup>3</sup> Інститут біології клітин НАН України  
вул. Драгоманова 14/16, м. Львів, 79005, Україна

Нанополімерні носії на основі полі-ДМАЕМ (N,N-диметиламіноетилметакрилату) — це розгалужені олігоелектроліти, в молекулах яких до вуглеводневого кору ковалентно приєднані полярні та неполярні радикали, завдяки яким нанополімери ефективно зв'язують нуклеїнові кислоти (Танасієнко та ін., 2011). Внаслідок цього утворюються компактні наночастинки, що поглинаються клітиною шляхом



ендоцитозу, не завдаючи фізичних або хімічних пошкоджень біологічному матеріалу (Filyak et. al., 2013). Метою представленої роботи є дослідження ефектів полімерів типу BG-2с, BG-2f, BG-2q, BG-2cf, BG-2cq, МР-1, 83/6 на протопласти *Nicotiana tabacum* L., а також встановлення їх критичних концентрацій. Для цього на пластикові чашки Петрі (35 мм) наносили 300–400 мкл суспензії щойно виділених протопластів (Yemets et. al, 2000), після чого додавали 10 мкл розчинів комплексів нанополімерів із плазмідною ДНК (1 мкл/мкл) у концентраціях 0,01; 0,1; 0,25 та 0,5 %, і кокультивували їх протягом ночі. Найбільш виражений вплив на морфологію протопластів виявляли носії типу BG-2cf, BG-2f та BG-2q навіть у мінімальній із досліджених концентрацій (0,01 %). Відбувалася деформація клітин, втрата рівномірного примембранного розміщення пластид та набуття підвищення схильності до утворення агрегатів. Цитотоксичні ефекти полімерів BG-2cq та МР-1 (0,5 та 0,25 %) були подібними до впливу носіїв BG-2cf та BG-2f: клітини у суспензіях втрачали сферичну форму та утворювали конгломерати, в той час як протопласти, культивовані з розчинами BG-2с та 83/6 (0,5 %), мали лише деформовані мембрани. Критичною концентрацією носіїв типу BG-2cq, МР-1, BG-2с та 83/6 для протопластів тютюну була концентрація у 0,1 % як така, що не спричиняла значних змін морфології клітин. Отже, подальші дослідження, спрямовані на підтвердження транзійтної експресії генів, доставлених у протопласти тютюну за допомогою носіїв полі-ДМАЕМ, можуть бути проведені з використанням нанополімерів типу 83/6 або BG-2с у концентрації не більш ніж 0,1 %.

## Література

- Танасенко І., Фінюк Н., Мітіна Н., Заїченко О., Блюм Я. та ін. Розробка полімерного нанорозмірного носія для доставки генів у клітини рослин: дослідження його цитотоксичної дії і ДНК-зв'язувальних властивостей // *Session 3: Sellular, genetic and metabolic engineering / Клітинна, метаболічна та генетична інженерія.* — С. 76.
- Filyak Y., Finiuk N., Mitina N., Zaichenko A., Stoika R. A novel method for genetic transformation of yeast cells using oligoelectrolyte polymeric nanoscale carriers // *Biotechniques.* — 2013. — Vol.54. — №1. — P. 35–43.
- Yemets A., Kundel'chuk O., Smertenko A., Blume Ya., et. al. Transfer of amiprophosmethyl resistance from a *Nicotiana plumbaginifolia* mutant by somatic hybridisation // *Theor Appl Genet.* — 2000. — Vol. 100. — P.847–857.

**Summary.** Nanopolymer carriers based on poly-DMAEM (N,N-dimethylaminoethyl-methacrylate) are grafted oligoelectrolytes, that efficiently bind DNA. BG-2cf, BG-2f, BG-2q, BG-2cq and МР-1 types of carriers revealed the most significant influence on *N. tabacum* protoplasts leading to cells deformation and aggregation. The critical concentration of BG-2с and 83/6 nanocomposites was of 0,1 %, which did not cause obvious changes of cell morphology.

## **Отримання рідкого органічного добрива — стимулятора «Біохром» для позакореневого живлення рослин**

**Бунчак О. М.**

*Подільський державний агротехнічний університет  
32316 м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13  
e-mail: Vermos2007@ukr.net*

За останні роки приділяється все більше уваги вивченню мікроелементу хром, який вважається одним із необхідних елементів для повноцінного розвитку і росту рослин, людей так і тварин. За недостатнього надходження хрому в організмі виникають метаболічні порушення, симптоми яких подібні до таких, що спостерігається при діабеті і серцево-судинних хворобах. Додаткове введення в раціон  $Cr^{3+}$  нормалізує рівень глюкози, інсуліну та ліпідів у крові живих організмів.

При розробці норм годівлі сільськогосподарських тварин і птиці цьому елементу не надається належна увага, не має даних про забезпечення ним раціонів, не досліджений вміст його в ґрунтах, в воді, в рослинних кормах. Правда за останні роки є ряд досліджень, проведених Інститутом біології тварин УААН, по вивченню вмісту біохімічних механізмів дії хрому в організмі людини і тварин, по розробці складу нової вітамінної добавки з мікроелементами для потреб ветеринарної медицини.

Найкраще живими організмами засвоюється тривалентний хром, який міститься в кормах або продуктах харчування.

Але, щоб такі продукти отримати, потрібно в технології вирощування с/г культур застосовувати добрива з мікроелементом  $Cr^{3+}$ .

Однак, дослідження по виробництву органічних добрив з необхідним вмістом тривалентного хрому в Україні і в країнах СНР не проводилися.

В основу наших досліджень було покладено завдання за допомогою кавітаційної витяжки отримати рідке органічне добриво-стимулятор «Біохром» з органічного добрива універсальної дії виробленого з відходів шкіряної промисловості та осаду очисних споруд методом прискореної аеробної ферментації, які крім гумінових речовин, макро і мікроелементів містили б необхідну та збалансовану кількість  $Cr^{3+}$ .

Проведеними експериментальними та виробничими дослідженнями ми отримали рідке органічне добриво «Біохром» із вмістом тривалентного хрому (3–6 мг/л) методом кавітації органічного добрива нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому (300–600 мг/кг).

Дослідженнями встановлено, що застосування рідкого органічного добрива-стимулятора «Біохром» із збалансованим вмістом тривалентного хрому (3–6 мг/кг) позитивно впливає на ріст і розвиток рослин протягом всього вегетаційного періоду, забезпечує приріст урожайності сільськогосподарських культур на 13–28% та отримання продукції з вмістом необхідної кількості тривалентного хрому.

Рідке органічне добриво-стимулятор «Біохром» є безпечним для людей та тварин і дозволяє виростити екологічно чисту сільськогосподарську продукцію.

**Summary.** The results of research on the production of liquid organic fertilizer stimulator “Biochrom” on the basis of leather industry wastes by aerobic fermentation with a balanced content of trivalent chromium are described. It is found that the fertilizer stimulator has a positive effect on the growth and development of plants throughout the growing season, providing increase crop yields by 13–28%.

## **Стресс-протекторное влияние на растения проса (*Panicum miliaceum* L.) 24-эпибрасиностероидов, модифицированных остатком салициловой кислоты**

**Вайнер А. А.<sup>1</sup>, Жилицкая Г. А.<sup>2</sup>, Колупаев Ю. Е.<sup>1</sup>, Литвиновская Р. П.<sup>2</sup>, Хрипач В. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева  
п/о «Коммунист-1», Харьков, 62483, Украина  
e-mail: plant\_biology@mail.ru

<sup>2</sup>Институт биоорганической химии Национальной академии наук  
Беларуси  
ул. Академика В. Ф. Купревича, д. 5, корп. 2, Минск, 220141, Беларусь  
e-mail: khripach@iboch.bas-net.by

Брасиностероиды (БС) являются фитогормонами, участвующими в ответе растений на действие стрессоров (Khripach et al., 2000; Jiang et al., 2013). За последнее время накоплено много фактов, свидетельствующих об участии гормональной системы растений в реализации ростстимулирующих и протекторных эффектов БС. Отмечено синергическое взаимодействие БС и гиббереллинов, БС и ауксинов (Vajguz, Nayat, 2009). Предполагается пересечение сигнальных путей БС и салициловой кислоты (СК), обусловленное участием белка NPR1 в трансдукции сигналов обоих фитогормонов (Divi et al., 2010). Показано, что СК может индуцировать устойчивость растений к стрессорам и через пути, не связанные с NPR1 (Колупаев, Ястреб, 2013). Сведения о функциональном взаимодействии БС с другими

фитогормонами побуждает интерес к синтезу конъюгатов БС с другими физиологически активными веществами. Так, созданы конъюгаты БС с индолилуксусной кислотой (Литвиновская и др., 2013). Недавно проведен синтез конъюгатов 24-эпибрассиностероидов с СК (Савочка и др., 2014). Целью работы было сравнение влияния 24-эпибрассинолида (24-ЭБЛ), 24-эпикастастерона (24-ЭКС) и их конъюгатов с СК на тепло- и солеустойчивость молодых растений проса.

Действие БС на теплоустойчивость изучали на четырехсуточных этиолированных проростках, которые выдерживали в течение 24 ч на растворах исследуемых соединений, после чего подвергали потенциально летальному прогреву в водяном термостате (47°C, 10 мин). В опытах по оценке влияния БС на солеустойчивость растений использовали 9-дневные растения, выращенные на 0,1 нормальным растворе Хогланда при световом периоде 12 ч и освещенности 5 клк. На 9-е сутки в кюветы опытных вариантов добавляли исследуемые соединения. После суточной обработки препаратами растения подвергали солевому стрессу путем 7-часовой инкубации на 500 мМ растворе NaCl.

Все БС в концентрации 0,1 мМ повышали теплоустойчивость проростков, однако положительное действие конъюгатов с СК было более существенным. Так, выживание в контроле составило  $42,7 \pm 1,1$ , при обработке 24-ЭБЛ —  $56,9 \pm 1,4$ , 24-ЭКС —  $55,2 \pm 1,2$ , а при действии их конъюгатов с СК —  $63,6 \pm 1,2$  и  $61,7 \pm 1,1$  % соответственно. Под влиянием всех указанных соединений в проростках уменьшалось содержание продуктов перексидного окисления липидов, особенно заметно, после повреждающего прогрева. При этом защитное антиоксидантное действие конъюгатов 24-ЭБЛ и 24-ЭКС с СК было более существенным по сравнению с соответствующими БС. Идентичные защитные эффекты выявлены и при исследовании конъюгатов БС с СК на солеустойчивость растений. Можно полагать, что сочетание экзогенных стрессовых фитогормонов — БС и СК — в одном препарате индуцирует более широкий спектр защитных реакций, чем БС в отдельности.

**Summary.** 24 epibrassinolide and 24 epicasterone conjugates with salicylic acid influenced significantly more positively on the resistance of young millet plants to potentially lethal heat and salt stresses compared to the corresponding 24-epibrassinosteroids.

## Дія метаболітів морських водоростей на проростання зерна пшениці *Triticum aestivum* L.

**Войтенко Л. В., Мусатенко Л. І.**

*Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна  
e-mail: Lesya\_voytenko@ukr.net*

Пошук природних джерел фізіологічно активних речовин для створення ефективних, екологічно чистих регуляторів з метою покращення показників росту і розвитку рослин, підвищення якості й кількості врожаю, стійкості до хвороб, збільшення терміну зберігання одержаної продукції тощо сьогодні гостро стоїть перед людством (Грицаєнко, Пономаренко, Карпенко, Легнтьюк, 2008; Гаврись, Циганкова, Пономаренко, 2013). Показано, що біомаса морських водоростей, відходи харчової та спиртової промисловості, плоді тіла вищих істівних базидіальних грибів (*Agaricus bisporus* та *Pleurotus ostreatus*) та компости із пшеничної соломи і лушпиння соняшника після культивування можуть успішно використовуватись у рослинництві як органічно-гормональні комплекси за рахунок високої ріст-регулюючої дії (Драговоз, Яворська та ін., 1998; Яворська, 1999; Веденічева, Васюк та ін. 2011; Voytenko, Musatenko, 2012; Рябушко, Мусатенко, Войтенко и др., 2014; Шаповалов, 2003). Висока фізіологічна ефективність досліджуваних препаратів обумовлена не лише присутністю мікро- та макроелементів, а й фітогормонами, при цьому активність одного компонента системи тісно пов'язана з дією інших. Застосування екзогенних регуляторів росту залежно від їхньої природи й концентрації може зумовити різні ефекти. Як правило, завдяки механізмам гормонального гомеостазу у рослинних клітинах низькі концентрації екзогенних регуляторів росту посилюють ростові процеси і сприяють розвиткові органа чи організму в цілому. Надоптимальні концентрації руйнують градієнтне поле, що може призвести як до сповільнення розвитку, так і до перемикання його на інші морфогенетичні шляхи (Кефели, 1994).

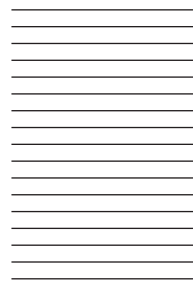
Метою даного дослідження був підбір оптимальних концентрацій однодобових водних розчинів, отриманих із порошкоподібних екстрактів суміші морських зелених (переважно *Ulva rigida*) і бурих (переважно *Cystoseira barbata*) водоростей, для регуляції процесу проростання зерна пшениці *Triticum aestivum* L. сорту Киянка. Раніше нами було показано, що до складу таких водних розчинів входять фітогормони стимулюючої і інгібуючої дії (Рябушко, Мусатенко, Войтенко и др., 2014). Вплив препаратів в концентраціях 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 та 10% оцінювали за зміною схожості та енергії проростан-

ня зерна на 20, 24 та 49 години після сходів. Насіння пророщували в чашках Петрі в термостаті при температурі +23...+24°C в темряві. Повторюваність дослідів чотириразова. Статистичну обробку проводили за загально прийнятими методиками (Лакин, 1990).

В результаті проведених досліджень було встановлено, що метаболіти водних препаратів із морських водоростей при проростанні зерна пшениці проявляють дію подібну до дії фізіологічно-активних речовин (стимулюючу чи інгібуючу), яка залежить від концентрації екстракту. Так, 10% водні розчини водоростей повністю пригнічували проростання зерна пшениці на 20 і 24 годинах пророщування. На 48 годину інгібуюча дія зберігалась, однак була менш виразною. 1%-ий розчин також проявляв інгібуючу дію, але в значно меншій мірі. Впродовж всього часу дослідження вплив метаболітів поступово зменшувався, що сприяло незначному підвищенню схожості зерна пшениці (72% та 95% від контролю на 20 і 48 години, відповідно). Виразне зростання енергії проростання і достовірна стимуляція схожості зерна пшениці спостерігались при дії метаболітів із 0,5% та 0,05% водних розчинів водоростей, особливо на 20-ій годині проростання. Ефект стимуляції з часом зменшувався і на 48 годину повністю зникав. В цей період процент проростання насіння дослідних варіантів зрівнювався з контролем.

Таким чином, найбільш ефективними виявилась дія метаболітів із 0,5% та 0,05% однодобових водних розчинів, отриманих із суміші водоростей. Вони оптимально стимулювали процес проростання зерна пшениці, особливо на початкових етапах.

**Summary.** Concentrations of total phytohormones content in 1-day water preparations made from powder extracts of sea brown and green algae. It was shown that during the wheat seed germination especially at the initial stages (20 hour) the greatest stimulating effect was observed in preparations with a low concentrations (0,5% and 0,05%) while the higher concentrations (1% and 10%) inhibited those processes. Thus, the pattern of response to the effect of water preparations made from extracts of sea brown and green algae compound depends on metabolites (primarily phytohormones).





## **Биоэнергетические характеристики митохондрий проростков гороха в условиях недостаточного увлажнения и обработки семян мелафеном**

**Жигачева И. В.<sup>1</sup>, Бурлакова Е. Б.<sup>1</sup>, Генерозова И. П.<sup>2</sup>, Шугаев А. Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН  
ул. Косыгина, 4, г. Москва, 119334, Россия, e-mail: zhigacheva@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБНУ Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН  
ул. Ботаническая, 35, г. Москва, 127276, Россия  
e-mail: igenozova@mail.ru

Смещение антиоксидантно — прооксидантного равновесия в сторону увеличения генерации активных форм кислорода (АФК) митохондриями приводит к развитию окислительного стресса. Это смещение происходит под действием стрессовых факторов и лежит в основе нарушения физиологических функций растительных организмов (снижения ростовых процессов, урожайности и т. д.). Водный дефицит снижает функциональную активность, как хлоропластов, так и митохондрий (Шугаев А. г. с соавторами, 2007). Известно, что регуляторы роста и развития растений повышают устойчивость растений, как к биотическому, так и к абиотическому стрессу, в том числе и к водному дефициту. Одним из таких регуляторов роста является мелафен, представляющий собой меламинаковую соль бис(оксиметил)-фосфиновой кислоты. В связи с этим целью данного исследования было изучение влияния недостаточного увлажнения и обработки семян гороха (*Pisum sativum* L, сорт Флора-2)  $2 \cdot 10^{-12}$ М раствором мелафена на рост и биоэнергетические показатели 6-дневных этиолированных проростков гороха.

Дефицит воды тормозил рост эпикотилей и корней проростков гороха (подавление почти на 90 и 100 % соответственно). Реоводнение стимулировало ростовые процессы. Однако, длина корней и эпикотилей шестидневных проростков была на 57 и 71 % ниже контрольных величин. Подавление ростовых процессов, вероятно, было обусловлено дисфункцией митохондрий. Действительно, недостаточное увлажнение приводило к 3-х кратному увеличению содержания продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в мембранах митохондрий проростков. Изменения физико-химических свойств мембран митохондрий сопровождалось 30 % снижением максимальных скоростей окисления NAD-зависимых субстратов и 25 % снижением эффективности окислительного фосфорилирования.

Замачивание семян в  $2 \cdot 10^{-12}$ М растворе мелафена снижало интенсивность флуоресценции продуктов ПОЛ до контрольных величин, предотвращало вызванные недостатком влаги изменения эффективности окислительного фосфорилирования и восстанавливало

максимальные скорости окисления NAD-зависимых субстратов, что отражалось на физиологических показателях: мелафен стимулировал рост побегов и корней проростков в условиях недостаточного увлажнения в 3,5 и 5 раз соответственно, что указывает на антистрессовые свойства препарата.

Вероятно, защитный эффект препарата обусловлен его антиоксидантными свойствами, снижая интенсивность ПОЛ, мелафен предотвращает изменения в энергетике митохондрий, обусловленные временным водным дефицитом, что особенно важно для прорастающих семян, нуждающихся в энергетических ресурсах.

**Summary.** Insufficient moisture has inhibited the growth of epicotyl and roots of the two-day pea seedlings and led to activation of free radical oxidation in mitochondria membranes, as evidenced a 3-fold increase in fluorescence intensity of LPO. Changes in the physicochemical properties of the membranes were reflected in the mitochondrial energetics: the maximum rates of oxidation of NAD-dependent substrates and efficiency of oxidative phosphorylation were reduced by 30–25%, respectively. The treatment of seeds with a  $2 \cdot 10^{-12}$  M melaphen solution decreased the content of LPO products to the control values. In this melaphen prevented changes bioenergetic characteristics of mitochondria and stimulated the growth of seedling roots under water deficit, which is of great adaptive significance.

## Екологічна стійкість культурбіогеоценозу в умовах промислового мегаполісу

Євтушенко Т. М.

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара  
просп. Гагарина, 72, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна  
e-mail: 27fistawka@rambler.ru*

Насадження міста представляють собою штучно створені угруповання — культурфітоценози, позитивна дія яких виявляється не тільки у поліпшенні соціокультурних аспектів життя мешканців міста, але й в оптимізації навколишнього природного середовища, збереженні та збільшенні біорізноманіття.

Проблематика розвитку та стабільності рослинних угруповань в умовах промислового мегаполісу порушилась з метою визначення сучасного стану зелених насаджень паркових зон міста та розробки рекомендацій щодо його поліпшення задля створення повноцінного, антропо tolerantного та екологічно стійкого культурбіогеоценозу. Дослідження виконувались в умовах парку імені Воронцова міста Дніпропетровська, об'єктом стали рекреаційні деревно-чагарникові фітоценози прибережної зони ріки Дніпро лівого берегу у межах міста. Матеріали та методи досліджень загальноприйняті у геоботаніці.

В результаті проведення геоботанічних досліджень парку та біо-екологічного аналізу рослинності (без урахування декоративних форм), було виділено 5 ділянок з ярко вираженими характерними для загального складу фітоценозу ознаками і з наявними відмінностями один від одного. Деревно-чагарникова рослинність парку представлена 17 видами (8 родин), 11 з яких — адвентивні, 6 — природні місцеві. Чагарники представлені 5 видами. Деревна рослинність включає 12 видів, які представлені 712 екземплярами, домінантами є природні місцеві види: тополі чорні та білі, верби біла та ламка. Рідкісних та червонокнижних видів не знайдено.

Тополі мають перевагу над іншими видами і представляють великий практичний інтерес в умовах Дніпропетровська, їх особливість — димостійкість. Тополя чорна має найвищі показники життєвості та домінує за показниками максимальних висот і діаметрів стовбурів. Майже всі екземпляри тополі канадської *Populus deltoids Marsh.* суховершать. В'яз та гіркокаштан звичайний в основному мають середній рівень життєвого стану, проте починаючи з липня листя цих порід піддається мінуванню комахами та скелетуванню, що призводить до дефлорації. Відзначити слід агресивність аморфи кущової.

Успішне зелене будівництво мегаполісу в майбутньому можливе лише за умови правильного підбору стійких рослин стосовно конкретних екологічних умов озеленення територій і при дотриманні агротехнічних прийомів догляду за рослинами. За аналізом даних загальний сучасний санітарно-гігієнічний стан насаджень парку незадовільний, більшість дерев старіючі та знаходяться у віковому кризовому аварійному стані, підлісок загущений, природний травостій зосереджений лише у частині, що не зазнає рекреаційного навантаження. Погіршена рекреаційна цінність парку та знижені середовищеперетворююча та фітокліматична функції свідчать про необхідність проведення часткової реконструкції насаджень з видаленням всихаючих та ослаблених екземплярів, проведення санітарної обрізки сухих гілок, підкормки органічними та мінеральними добривами для поліпшення їх декоративного вигляду та покращення життєвого стану. За замірами освітленості парк характеризується мозаїчністю умов освітлення та фітокліматичних показників. Більшість порід парку не мають високих потенційних можливостей у оптимізації мікроклімату. Проте на ділянках з насадженнями в'язу, клену та тополі чорної спостерігається значне зниження освітленості, що свідчить про достатньо високу ступінь їх сильватизуючої здатності.

**Summary.** Bioecological analysis conducted biogeocenosis in industrial metropolis. Planting in urban environments is possible, given the selection of resistant plants to adverse environmental conditions. Reasonably types of trees that provide ecological balance and optimize the environment of the city.

## **Вплив форми ліганду хелатних мікродобрив на ростові і біометричні показники проростків озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.)**

**Капітанська О. С.<sup>1,2</sup>, Прядкіна Г. О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УкрНДІ Нанобіотехнологій та ресурсозбереження  
вул. К. Малевича, 84, м. Київ, 03150, Україна

<sup>2</sup> Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: nanoabt@gmail.com

Сучасні інтенсивні сорти пшениці потребують посиленого забезпечення елементами живлення, у тому числі мікроелементами, які можуть підвищувати активність багатьох ферментів, поліпшувати використання добрив рослинами, прискорювати їх розвиток, сприяти підвищенню стресостійкості і продуктивності, поліпшенню якості рослинницької продукції (Битюцкий, 2011). Але якщо вивчення дії мікроелементних комплексів на врожайність різних сільськогосподарських культур є досить багаточисельними (Thul et al., 2009; Ситар та ін., 2010), то вплив лігандів, що є носіями цих елементів, досліджено значно менше. Хоча для створення нових високоефективних мікродобрив важливим є і пошук хелатуючих агентів. Перспективним засобом для цього вважають природні органічні сполуки, зокрема — лимонну та бурштинову кислоти (Колупаев и др., 2012).

Метою роботи було дослідити вплив хелатуючого агенту комплексу мікроелементів, отриманих з допомогою нанотехнологій, на розвиток рослин високопродуктивних сортів озимої пшениці на початкових етапах вегетації. Дослідження проведено на 2 сортах озимої пшениці — Смуглянка та Подолянка. В контрольному варіанті насіння вирощували на воді, в дослідних — при внесенні однакової концентрації лимонної кислоти та комплексу з 7 мікроелементів, хелатованого лимонною кислотою (цитрат), а також бурштинової кислоти та мікроелементів, хелатованих бурштиною кислотою (сукцинат). У лабораторних дослідах визначали висоту 10-тиденних проростків, довжину їх коренів та суху масу, а також показник відношення надземної маси до кореневої системи. Повторність експериментів — 3-разова, кількість насіння — 40 шт. в кожному з 5 варіантів.

Встановлено істотний вплив хелатованих комплексів, як на основі лимонної, так і бурштинової кислот, на висоту проростків. Відмічене збільшення їх висоти у зазначених варіантах, в порівнянні з контрольним варіантом: у сорту Подолянка на 16–21 %, у сорту Смуглянка на 11–13 %. В той же час, вона недостовірно відрізнялася між цими варіантами. Вплив обох мікроелементних комплексів

на довжину кореневої системи був не істотним. Також не отримано суттєвого впливу досліджуваних речовин на масу сухої речовини коренів. Суха маса надземної частини проростків обох сортів в контролі складала  $0,011 \pm 0,001$  г/пагін, а під впливом цитрату і сукцинату, відповідно, зростала до  $0,013 \pm 0,001$  і  $0,015 \pm 0,001$  у сорту Смуглянка та  $0,015 \pm 0,001$  і  $0,014 \pm 0,001$  у сорту Подолянка. За дії комплексів з органічними кислотами на 15–20% зросло співвідношення між масою сухої речовини надземної частини і коренів, порівняно з контролем.

Варто зазначити, що у досліджуваних сортів у варіанті обробки бурштиновою кислотою відмічено збільшення як висоти проростків, так і маси їх сухої речовини. Даний ефект обумовлений здатністю бурштинової кислоти стимулювати ростові процеси при проростанні насіння (Kolupaev et al., 2011). Вплив лимонної кислоти на довжину кореневої системи проявився у гальмуванні росту коренів у сорту Подолянка.

**Summary.** The comparative study of effects of citric and succinic acids used as ligands for microelement complexes on growth and biometric indicators winter wheat has been carried out. Complexes with citrate and succinate as well as sole succinic acid increased the height of plants, dry weight of seedlings and ratio aboveground part to the underground. The differences between treatment influences of ligands on the growth parameters of winter wheat were not significant.

## **Вплив токоферолу на адаптивний стан та формування біологічної продуктивності *Pisum sativum* L.**

**Колесніков М. О.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
пр-т Б. Хмельницького 18, м. Мелітополь, 72313, Україна  
e-mail: anirouz@ukr.net*

Зона Південного степу України характеризується рядом несприятливих абіотичних факторів, які суттєво лімітують біопродуктивність рослин. Для підвищення врожайності та адаптивних властивостей сільськогосподарських культур використовують регулятори росту. Це дозволяє підвищити стійкість рослин до стресових факторів, реалізувати генетичні програми, збільшити урожай та поліпшити його якість. Токоферол ( $\alpha$ -ТФ) є потужним природним антиоксидантом завдяки його здатності гальмувати процеси вільно-радикального окислення. Дія екзогенного ТФ на ріст та розвиток рослин з'ясовано недостатньо, а застосування подібної речовини природного походження є перспективним з огляду на екологізацію ведення сільського господарства. Мета роботи: з'ясувати особливості впливу  $\alpha$ -ТФ на адап-

тивний статус *Pisum sativum* та формування його біологічної продуктивності.

Насіння гороху (*Pisum sativum* L.) сорту Глянс дослідного варіанту замочували протягом 4 годин у розчині солюбілізованого  $\alpha$ -ТФ оцтовокислого (0,1 г/л) з додаванням 0,001% диметилсульфуроксиду. Насіння висівали у підготовлений ґрунт на ділянках площею 2 м<sup>2</sup> у 5-ти разовій повторності з нормою висіву 120 шт/м<sup>2</sup>. Посіви гороху дослідних варіантів обробляли розчином ТФ (0,1 г/л) з додаванням ДМСО у фази 6–7 листків та на початку цвітіння. У ході досліду визначали вміст ТБКАП, вільного проліну, каталазну (КАТ) та пероксидазну (ПО<sub>x</sub>) активність, вміст аскорбінової кислоти, глутатіону, загальну редукуючу активність у листках та коренях гороху. Визначали вміст фотосинтетичних пігментів, ЧПФ та біологічну врожайність гороху.

В ході онтогенезу рослин гороху відмічена поступова інтенсифікація процесів пероксидації в листках, тоді як в тканинах кореня вміст ТБКАП майже не змінювався і значно зростав лише в період цвітіння та дозрівання плодів.  $\alpha$ -ТФ при обробці насіння та посівів знизив вміст продуктів пероксидації в листках та коренях гороху в 1,3–1,4 рази протягом вегетаційного періоду. КАТ та ПО<sub>x</sub> активність коренів в декілька разів перевищували їх активність в листках гороху. Встановлено, що за дії  $\alpha$ -ТФ активність КАТ та ПО<sub>x</sub> в листках та коренях гороху зменшувалася впродовж досліджуваних фаз вегетації, що є адекватною реакцією на уповільнення процесів пероксидації під впливом  $\alpha$ -ТФ. Пролін відносять до «стресових» амінокислот і його накопичення є адаптивною реакцією. Для рослин гороху в нормальних умовах характерним є низький вміст проліну, який зростав при старінні. За дії  $\alpha$ -ТФ вміст проліну вірогідно знижувався в листках та коренях гороху. Визначено, що обробка насіння та посівів гороху  $\alpha$ -ТФ сприяла нагромадженню хлорофілу *a* і *b* та каротиноїдів в листках, при цьому відношення хлорофілу *a/b* перебільшувало на 6–18% цей показник у рослин контрольних посівів. Відмічено активне накопичення пулу аскорбінату, глутатіону в листках гороху, особливо у другій половині вегетаційного періоду під впливом  $\alpha$ -ТФ, що сприяло зростанню загальної редукуючої активності досліджуваних тканин. Чиста продуктивність фотосинтезу зростала на 4,4–26,8% на посівах гороху обробленого  $\alpha$ -ТФ, що призвело до збільшення біологічної врожайності на 11%, яка склала 39,8 ц/га.

Отже, реакція рослин гороху на обробку насіння та посівів  $\alpha$ -ТФ свідчить про зростання адаптаційного потенціалу, що позитивно позначилося на формування врожайності гороху.

**Summary.** The results of tocopherol influence on *Pisum sativum* adaptive state were highlighted. It is shown the  $\alpha$ -TPh (0.1 g/L) positive effect on the net photosynthetic productivity and formation of biological yields of peas.



## Рост и развитие *Helianthus annuus* в условиях юго-востока Украины

Косогова Т. М., Решетняк Н. В., Попытченко Л. М.

Луганский национальный аграрный университет,  
Городок ЛНАУ, г. Луганск, 91008  
e-mail: kosogova@list.ru

Известно, что рост и развитие растений — сложные, взаимосвязанные физиолого-биохимические процессы, протекающие в растении одновременно. В настоящее время научное и практическое значение имеет изучение нетрадиционных приемов выращивания *Helianthus annuus* — технология подзимнего посева, которая основана на посеве семян на зиму, надежно защищенных от преждевременного прорастания. Этот прием дает хорошие результаты при строгом соблюдении технологических операций, которые состоят в более эффективном использовании весенних запасов влаги, особенностей светового режима, режима почвенного и углеродного питания и других составляющих, которые обеспечивают опережающий рост и развитие подсолнечника до конца вегетационного периода по сравнению с вариантом традиционного весеннего оптимального срока посева. А это позволяет в более ранние календарные сроки обеспечивать более высокую урожайность семян и за счет лучшего использования рыночной конъюнктуры значительно улучшать экономические показатели выращивания подсолнечника. Агротехника подзимнего посева подсолнечника эффективна на участках гибридизации (с целью создания временной пространственной изоляции), так как растения при использовании данной технологии зацветают на 12–17 дней раньше растений весеннего срока сева. Новизна технологии состоит в том, что качественный посевной материал обрабатывают гидрофобным препаратом «Нива», разработанным и запатентованным на кафедре земледелия и экологии окружающей среды Луганского национального аграрного университета. В его состав входят все необходимые микроэлементы, консерванты, вещества, которые способствуют образованию пленки, другие полезные компоненты. Назначение приема — не допустить осенне-зимнего прорастания семян и преждевременного появления всходов. После успешной пере зимовки в первой-второй декадах апреля появляются всходы подсолнечника, характеризующиеся повышенной устойчивостью к возможным весенним заморозкам, повышенной жизнеспособностью, силой роста и развития, которые сохраняются до конца вегетационного периода.

**Summary.** The results of studies of non-traditional methods of cultivation of sunflower later date of sowing. Seeds are treated with a hydrophobic drug culture “Niva” to prevent fall-winter seed germination and early seedling emergence. Sunflower seedlings in the spring are more resistant to frost, have more vitality, strength, growth and development.

## Сравнительная оценка действия наночастиц биогенных металлов на рост плейстофитов

Кравченко И. С., Ревнюк И. В., Ольхович О. П.,  
Таран Н. Ю.

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченка, ННЦ  
«Институт биологии»

ул. Владимирская 64/13, м. Киев, 01601, Украина

e-mail: [innochka\\_kravchenko@mail.ru](mailto:innochka_kravchenko@mail.ru)

В связи со всевозрастающим развитием нанотехнологий и созданием новых малоизученных препаратов для растениеводства на основе наночастиц, нами были проведены исследования действия наночастиц биогенных металлов, как возможных регуляторов роста, на ростовые процессы водных растений.

Объектами исследований были 3 вида не укореняющихся плейстофитов: *Pistia stratiotes* L., *Limnobium stoloniferum* (GFW Meyer) Grisebach) и *Lemna minor* L. Культуры растений выращивали в аквариумах 40–60 л при оптимальных условиях: освещение 6 000 лк, температура воды 18–22 °С, рН 5–8. В модельных экспериментах растения экспонировали в течении 14-ти суток на отстоянной водопроводной воде с добавлением неионных коллоидных растворов наночастиц биогенных металлов, разработанных кафедрой технологии конструкционных материалов и материаловедения НУБиП Украины, которые получены диспергированием гранул железа, меди, марганца и цинка импульсами электрического тока с амплитудой 100–2000 А в воде (Лопатько, 2009). Максимальный размер наночастиц не превышал 100 нм. Концентрации наночастиц металлов в маточных растворах были следующими: Mn — 151 мг/л, Fe — 132 мг/л, Cu — 75 мг/л, Zn — 89 мг/л. Маточные растворы наночастиц биогенных металлов разводили водой в соотношении 1:100. В бинарных композициях FeMn и CuZn доза каждого металла была уменьшена в два раза. Подсчеты количества листецов (общего, новообразовавшихся, отмерших) у *L. minor* проводили на 3-е, 6-е, и 9-е сутки. Определение массы растений, количества листьев, количества корней, количества особей и новообразовавшихся дочерних растений у *L. stoloniferum* и *P. stratiotes* проводили на 1-е, 7-е и 14-е сутки.

Результаты исследований указывают на неоднозначное влияние наночастиц биогенных металлов на водные растения. Различные металлы вызывали разнонаправленные эффекты — стимуляцию и ингибирование. Так, у *L. stoloniferum* под действием Mn показатели массы и количества корней достоверно увеличились, наблюдалось образование новых дочерних растений, а под действием Fe уменьши-

лись, как масса растений, так и количество листьев и корней. Под действием Cu наблюдалось частичное отмирание листьев и корней исходных растений и обесцвечивание листьев дочерних растений. Под действием композиции FeMn возросла масса исходных растений, увеличилось количество листьев, а также количество розеток растений, при этом количество корней уменьшилось.

Под действием Zn листья на исходных растениях сначала обесцвечивались, затем массово отмирали, а корни окрашивались в коричневый цвет и отмирали. Композиция CuZn приводила к уменьшению количества корней на 14-е сутки на 18% по отношению к 1-м суткам, при этом листья растений изменяли окраску на светло-зеленый цвет, а дочерние растения изначально желтели. Наиболее эффективное воздействие на прирост листьев, корней и дочерних растений *L. stoloniferum* оказали наночастицы металла Mn, как самостоятельно, так и в композиции с Fe. За 14 суток роста вдвое увеличилось количество растений и масса растений под действием Mn и в 2,6 раза под действием композиции MnFe. При этом, соответственно, возросло количество листьев и корней растений: под действием Mn — на 50% и 37%, а в композиции MnFe — на 58% и 27%. У *L. minor* и *P. stratiotes* наблюдали схожий с *L. stoloniferum* характер негативного действия наночастиц металлов Zn, Fe, Cu и ZnCu и положительного влияния на рост Mn и MnFe.

**Summary.** The effect of colloidal solutions of biogenic metal nanoparticles on the morphology, growth and reproduction processes of pleustophytes (*Pistia stratiotes*, *Limnobium stoloniferum* and *Lemna minor*) has been studied. It is shown a stimulating effect of nanoparticles of Mn, FeMn and an inhibiting effect of Zn, Cu, Fe and ZnCu.

## Изучение влияния ФАВ на продуктивность представителей рода Хоста

Миронова Л. Н., Реут А. А.

ФГБУН Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН  
ул. Менделеева, д. 195, корп. 3, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия  
e-mail: cvetok.79@mail.ru

По мнению ряда исследователей, применение регуляторов роста — один из самых перспективных путей повышения продуктивности растений. Их эффективность во многом определяется потенциальными возможностями самих растений, а также условиями выращивания. Цель настоящей работы — исследование влияния физиологиче-

ски активных веществ на биоморфологические показатели и продуктивность представителей семейства *Hostaceae* Mathew.

В качестве объектов исследования были использованы представители рода *Hosta* — 5 видов (*H. lancifolia*, *H. undulata*, *H. sieboldiana*, *H. fortunei*, *H. glauca* var. *aurea*).

Опыт проводили в 2012–2013 гг. на базе Ботанического сада-института УНЦ РАН в рамках договора с ООО «Органик парк». Объекты исследования — многолетние кусты хосты в фазе отрастания. Обработку проводили однократно в III декаде апреля водными растворами препарата *Biodux* (д.в. — арахидоновая кислота) в концентрации, рекомендованной производителем. В среднем для обработки 1 сотки вегетирующих растений 2 мл препарата растворяли в 10 литрах воды и полученным раствором опрыскивали растения. Кроме того, для сравнения были дополнительно испытаны препараты Энерген (д.в. — натриевые соли гуминовых кислот) и Иммуноцитифит (д.в. — этиларахидонат) в концентрациях, рекомендованных производителями. В каждом варианте обрабатывали по 20 растений. Основные биоморфологические параметры растений определяли в фазе массового цветения, семенную продуктивность — в фазе полной спелости семян. Семенную продуктивность видов подсчитывали по общепринятым методическим разработкам: учитывали потенциальную (ПСП), реальную семенную продуктивность (РСП), коэффициент продуктивности ( $K_{\text{пр}}$ ) и процент плодообразования. В качестве контроля использовали необработанные растения.

Анализ изменений биоморфологических параметров хосты позволил выявить, что под действием регулятора роста *Biodux* у всех изученных образцов увеличиваются такие показатели, как высота куста (максимальное увеличение параметра — на 31%), диаметр куста (33%), высота цветоноса (36%), число цветоносов (44%), толщина цветоноса (50%), длина листа (25%), ширина листа (39%), толщина листа (100%), длина цветка (15%), диаметр цветка (52%), длина цветоножки (67%), ширина лепестка (50%), длина лепестка (21%), длина пестика (33%).

Результаты изучения изменений элементов семенной продуктивности хосты под действием регулятора роста *Biodux* показали, что у всех образцов увеличиваются такие параметры, как длина и ширина коробочки (максимальное увеличение параметра — на 29% и 20% соответственно), масса 1000 семян (15%), потенциальная и реальная семенная продуктивность 1 коробочки (74% и 420% соответственно), потенциальная и реальная семенная продуктивность растения (52% и 472% соответственно), коэффициент семенной продуктивности (59%). Также выявлена положительная отзывчивость хост на препараты Энерген и Иммуноцитифит. Однако *Biodux* давал более стабильные результаты для большинства образцов по максимальному числу параметров.

Работа выполнена в рамках Программы Отделения биологических наук РАН: «Биологические ресурсы России: Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

**Summary.** The article presents the results of studying the effect of a new growth regulator Biodux biomorphological on performance and productivity of members of the family *Hostaceae* Mathew., cultivated in the Bashkir Urals. It is shown that the study of growth regulator helps to change the habit of plants, increases seed production host and shortens the onset phase of the start of flowering.

## **Влияние регуляторов роста на продуктивность картофеля и его качество**

**Мостякова А. А.<sup>1</sup>, Владимиров В. П.<sup>2</sup>, Владимиров К. В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Казанский федеральный университет*

*ул. Кремлевская, 18, г. Казань, 420008, Россия*

<sup>2</sup> *ФГОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»*

*ул. Ферма-2, г. Казань, 420011, Россия*

<sup>3</sup> *ФГУ «Центр агрохимической службы Татарский»*

*e-mail: runga540@mail.ru*

Производство экологически чистой продукции сельскохозяйственных культур требует снижения объемов применения пестицидов и повышает интерес к использованию биологически активных веществ — регуляторов роста растений (Коршунов, 2013).

Ряд авторов отмечают, что использование современных регуляторов роста позволяет в значительной степени повысить не только урожайность картофеля, но показатели качества клубней за счет повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды (Постников, 2009; Устименко, 2009).

В исследованиях Э. В. Засориной, И. Я. Пигорева (2005) при изучении регуляторов роста лучшие результаты были получены по Силку и Циркону среди всех изученных регуляторов роста (прибавка к контролю составила 2,8–6,8 т/га при замачивании клубней и 6–9,2 т/га при опрыскивании растений).

Обеспеченность культуры элементами питания в достаточном количестве по данным З. И. Усановой и Н. В. Самогаевой (2008) позволило смягчить действие неблагоприятных погодных условий и получать высокие и устойчивые урожаи клубней хорошего качества.

Условия, материалы и методы исследования: почва серая лесная, среднесуглинистого гранулометрического состава; рельеф опытного участка ровный; мощность пахотного слоя 26–28 см, рН солевой вы-

тяжки 5,6; содержание гумуса по Тюрину 3,79; подвижного фосфора 155 и обменного калия — 185 мг/кг почвы.

Изучали регуляторы роста Альбит ТПС и Силк. Опыты закладывали на двух фонах питания: 1. Без удобрений. 2. Удобрения, рассчитанные на урожайность 30 т/га клубней (20 т/га навоза +  $N_{58}P_{45}K_{99}$ ).

Схема опыта:

1. Контроль (вода).
2. Обработка клубней.
3. Обработка растений двукратно.
4. Обработка комплексная (клубни + растений двукратно).

Биологическая эффективность препаратов против фитотрофа была выше при комбинированной обработке (семенных клубней и растений), при применении регулятора роста Силк она составила 14,7 и 19,0%, Альбит — 14,3 и 14,6%.

Урожайность на контроле без применения удобрений составила 15,57 т/га, а на фоне внесения расчетных доз рассчитанных на урожайность 30 т/га 25,60 т/га. Применение регулятора роста Силк для обработки клубней перед посадкой в зависимости от фона питания увеличило урожайность клубней на 2,10–3,27 т/га, препарата Альбит на 1,75–2,35 т/га. Некорневое внесение Силка два раза во время вегетации повысила урожайность на 3,32–4,10 т/га, Альбитом на 2,80–3,45 т/га. При комплексной обработке (клубни + листья) соответственно на 5,56–7,35 и 4,87–5,91 т/га.

Внесенные удобрения повысили урожай клубней, в зависимости способа применения регулятора роста Силк от 10,81 т/га при некорневом внесении препарата до 12,82 т/га при комплексном использовании. При использовании препарата Альбит эти показатели составили от 10,63 до 11,05 т/га.

Накопление крахмала под действием регуляторов роста, применяемых на клубнях и по растениям, более интенсивно идет при замачивании, по сравнению с вариантом некорневого внесения в пределах одного варианта фона основного внесения удобрений.

Обратная закономерность наблюдалась по витамину С на обоих фонах питания. Максимальное накопление витамина С на фоне без применения удобрений отмечено при некорневом опрыскивании регуляторами роста (19,2–19,6 мг%) против 18,5% на контроле) и при комплексном применении (20,3–21,2 мг% соответственно).

Регуляторы роста снижали количество нитратов в клубнях, что объясняется развитием корневой системы под действием регуляторов роста, более легким усвоением питательных веществ.

Биологическая эффективность препарата была выше при комбинированной обработке (семенных клубней и растений), при применении регулятора роста Силк она составила 14,7 и 19,0%, Альбитом — 14,3 и 14,6%.



Комплексное применение регуляторов роста увеличило урожайность на 4,87–7,75 т/га. Внесенные удобрения в расчете на урожай 30 т/а клубней в зависимости от варианта применения регуляторов роста обеспечили прирост урожая на 10,63–12,82 т/га.

**Summary.** The influence of methods of application of growth regulators and Silk album on yield and quality of early-maturing varieties of potato tubers Red Scarlett has been studied. It is found that the yield of potatoes in variants with growth regulator Silk depending on the background increased 12,8–35,7%, drug album on 9,2–31,3%. Adding fertilizer doses calculated on the yield of 30 t / ha increased the yield of the application of plant growth regulator on the Silk 57,2–63,4% album on 54,0–61,4%.

## **Культивирование клеток и тканей растений как продуцентов БАВ**

**Овсянникова А. М., Остополец Е. О., Калюжная О. С.,  
Стрилец О. П., Стрельников Л. С.**

*Національний фармацевтичний університет  
вул. Пушкінська, 5, г. Харків, 61002, Україна  
e-mail: biotech\_ukrfa@mail.ru*

Культуры растительных клеток могут синтезировать самые разнообразные по химической природе вещества. Среди них эфирные масла, фенольные соединения, алкалоиды, стероиды, терпеноиды и др. Но, несмотря на то, что биомасса культивируемых клеток с начала 80-х годов используется в качестве источника экономически важных продуктов, ряд трудностей и нерешенных вопросов сдерживает широкомасштабное применение культивируемых клеток, обуславливает нерентабельность биотехнологических производств многих ценных видов растений. Содержание практически важных вторичных метаболитов в высших растениях определяется активностью их синтеза, эффективностью транспорта и депонирования в органах запаса растения. Все эти признаки определяются генетически, находятся под контролем развития организма и максимально реализуются в оптимальных внешних условиях.

По сравнению с использованием обычных растений, применение технологий растительных клеток имеет ряд преимуществ, в частности, возможность получения необходимых количеств качественного продукта с воспроизводимыми характеристиками в стерильных контролируемых условиях, независимость от климатических факторов, возможность внесения изменений в структуру и биохимию тканей

растений для получения новых веществ, не свойственных дикому растению, удобство производства и очистки продукта.

Подбор физических и химических условий культивирования является наиболее простым и часто применяемым подходом для повышения продуктивности. В основе физиологического регулирования процессов вторичного синтеза лежит изучение влияния факторов культивирования на рост и метаболизм клеток. Большое внимание уделяется таким факторам культивирования, как регуляторы роста, минеральные вещества, витамины, сахара, свет, аэрация, температура, а также иммобилизация клеток и обработка элиситорами. Во многих случаях эти работы привели к успеху, однако они выполняются эмпирически и поэтому длительны и трудоемки.

**Summary.** This work shows prospects of using of cells and tissues of plants as potential producers of biologically active substances. Due to the ability of isolated from plant tissues and cells to species-specific synthesis of secondary metabolites, research in this area is becoming increasingly important. Thus, every year number of crops for which confirmed and justified the development of cultivation methods with the aim of implementing them in industrial production are increasing.

## **Вплив регуляторів росту на продуктивність озимої пшениці в залежності від строків посіву**

**Присяжнюк М. П.**

*Подільський державний аграрно-технічний університет  
32316, м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13  
e-mail: vermos2011@ukr.net*

Для підвищення врожайності пшениці озимої з одночасним зниженням рівня техногенного та антропогенного навантаження на довкілля, а також підвищення ефективності виробництва зерна в умовах зміни клімату і заощадження енергоресурсів, необхідний пошук шляхів удосконалення сортової, зокрема наукового обґрунтування строків сівби із застосуванням регуляторів росту.

Як показують багаточисельні дослідження, проведені на Україні і за рубежом, тільки за оптимальних строків сівби, рослини озимої пшениці можуть повністю використовувати всі необхідні чинники для свого росту і розвитку та забезпечити найвищий урожай озимої пшениці. Як за ранніх так і за пізніх строків сівби продуктивність рослин знижується.

Одним із резервів збільшення виробництва зерна є застосування в технологіях регуляторів росту для вирощування пшениці.

Останнім часом для підвищення продуктивності польових культур і зокрема пшениці озимої, використовують регулятори росту рослин одержані на основі гумінових речовин, в тому числі і регулятори росту рослин виробництва ПП «Біоконверсія» — «Вермибіомаг», «Вермийодіс».

Проте ефективність їх щодо впливу на продуктивність пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу при різних строках сівби достатньо ще не вивчено.

Метою наших досліджень було визначення особливостей формування врожайності зерна пшениці озимої в умовах Лісостепу Західного України залежно від строків сівби із застосуванням регуляторів росту рослин нового покоління.

Дослідження проводили протягом 2011–2013 рр. в ПФ «Богдан і К» Снятинського району Івано-Франківської області, яке знаходиться в західній частині Лісостепу Західного.

Вивчали вплив способів та норм застосування регуляторів росту «Вермибіомаг», «Вермийодіс» на продуктивність озимої пшениці при різних строках сівби, попередник озимий ріпак, сорт Золотоколоса.

Строки сівби та регулятори росту в значній мірі впливали на час появи і дружність сходів, подальший ріст і розвиток рослин. Тільки на варіантах за сівби в оптимальні строки (20.09) із застосуванням регуляторів росту рослин повністю використовували всі необхідні фактори для свого функціонування.

Результати досліджень показали, що допосівна обробка насіння пшениці озимої та дворазове обприскування регулятором росту «Вермийодіс» забезпечило найбільший приріст урожайності 1,12–1,22 т/га при оптимальному (другому) строку сівби.

Найвища урожайність пшениці озимої 7,76 т/га була на варіанті, де проводили дворазове обприскування рослин пшениці озимої регулятором росту «Вермибіомаг» в дозі по 7 л/га та 8,17 т/га регулятором росту «Вермийодіс» в дозі по 5 л/га при оптимальному (другому) строку сівби.

**Summary.** Three-year deals with the results of studies on the impact of timing of sowing methods and rules of application of growth regulators “Vermybiomah.” “Vermyyodis” on productivity of winter wheat varieties under steppes Darkie Western. The highest yield was in variants where sowing was performed in optimal time (20.09 in doposivniy seed treatment “Vermybiomah” a dose of 6 l/t and “Vermyyodis” — 4 l/t and at two-time spraying winter wheat plants during vegetation growth regulator “Vermyyodis” in dose of — 5 l / ha.

## **Влияние препаратов Аверком и Аверком-нова на физиолого-биохимические процессы у озимой пшеницы на ранних этапах онтогенеза.**

**Раевская И. Н.<sup>1</sup>, Белявская Л. А.<sup>2</sup>, Жмурко В. В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, кафедра физиологии, биохимии растений и микроорганизмов пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: raevskaya82@gmail.com

<sup>2</sup>Институт микробиологии и вирусологии имени Д.К. Заболотного НАН Украины, отдел общей и почвенной микробиологии ул. Академика Заболотного, 154, г. Киев, 03143, Украина

В последние десятилетия начался поиск подходов, объединяющих интенсивные способы возделывания зерновых культур с приемами, снижающими их опасность для окружающей среды. В этом подходе важно использование экологически чистых биологических препаратов, способствующих повышению устойчивости к неблагоприятным условиям среды и фитопатогенам, повышению урожайности и улучшению качества зерна.

В институте микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного разработаны препараты Аверком и Аверком-нова, которые представляют собой этанольную вытяжку из биомассы *Streptomyces avermitilis*. Она содержит антипаразитарный антибиотик. Эти препараты эффективны против нематоды, однако их влияние на физиолого-биохимические процессы у озимой пшеницы исследованы недостаточно. Поэтому целью наших исследований было изучить влияние препаратов Аверком и Аверком-нова на ростовые процессы, содержание углеводов и хлорофилла у сортов пшеницы озимой Гордовыта и Харус.

Семена до посева замачивали в растворах препаратов в концентрации Аверком (1 мл/т) и Аверком-нова (0,5 мл/т) в течение 12 ч, согласно рекомендациям лаборатории-производителя. Растения выращивали в почвенной культуре в факторостатной камере кафедры физиологии, биохимии растений и микроорганизмов ХНУ имени В.Н. Каразина, в 3-литровых сосудах по 15 растений на сосуд в 4 повторностях по каждому варианту опыта. Интенсивность освещения на уровне верхних листьев растений 18–20 клк, температура 22–25°C/18–20°C (день/ночь).

Результаты показали, что оба препарата оказывали положительные действия на всхожесть семян обоих сортов. Большой эффект проявлял препарат Аверком.

У сорта Гордовыта под действием препарата Аверком увеличивалась сухая масса надземной части проростков, а длина уменьшалась,

по сравнению с контролем. Под влиянием Аверком-нова увеличивалась сырая и сухая масса надземной части и длина проростков.

У сорта Харус под влиянием препарата Аверком повышалась длина проростков и корней, а сухая масса снижалась. Препарат Аверком-нова у этого сорта практически не изменял все морфометрические показатели.

Под влиянием препарата Аверком и Аверком-нова площадь листьев сорта Гордовыта существенно увеличивалась. У сорта Харус этот показатель практически не изменялся при действии препарата Аверком, но возрастал под влиянием Аверком-нова.

Содержание моносахаров в листьях обоих сортов при действии как Аверком так и Аверком-нова было более низким, а олигосахаров более высоким.

Содержание хлорофилла в листьях сорта Гордовыта при действии обоих препаратов снижалось, а в листьях сорта Харус - не изменялось, по сравнению с содержанием в контроле.

Таким образом, исследованные препараты Аверком и Аверком-нова приводят к изменению протекания физиологии-биохимических процессов у озимой пшеницы на ранних этапах онтогенеза. По характеру влияния на эти процессы препараты различаются, их эффекты имеют сортовую специфичность.

**Summary.** Averkom and Averkom-nova cause the changes in the course of physiological and biological processes of the winter wheat on the early stages of ontogenesis. The medicines differ according to the manner of influence on these processes, their effects have varietal specificity.

## Растение с курареподобным действием — Живокость сетчатоплодная: химический состав, прикладное значение

Россихин В. В.<sup>1</sup>, Яковенко М. Г.<sup>2</sup>, Кривицкая И. А.<sup>2</sup>,  
Корниенко Е. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования  
ул. Корчагинцев, 58, г. Харьков, 61176, Украина  
e-mail: rossikhin@rambler.ru

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: m.yakovenko@list.ru

Живокость сетчатоплодная (*Delphinium dictyocarpum* DC., сем. Лютиковые, *Ranunculaceae*) — многолетнее травянистое растение высотой до 100 см со стержневым деревянистым корнем. Стебель прямой, ребристый. Листья очередные, черешковые, в очертании округло-сердцевидные или округло-мочковидные, пальчато-рассеченные на 5–7 сегментов, до 70 см длины и 13 см ширины. Цветки синего цвета, со шпорцем, собраны в густую многоцветковую кисть длиной до 35 см. Плоды многосемянные листовки длиной до 1 см. Семена трехгранные, с узкими пленчатыми крыльями, длиной до 2,5 мм, шириной до 2 мм, коричневого цвета. Цветет в июне — августе, плоды созревают в августе-сентябре.

Распространена в европейской части РФ, на юге Западной Сибири и Восточного Казахстана, в предгорьях Алтая, на Южном Урале. Эндемичное растение. Размножается семенами. Сырьем являются олиственные верхушки побегов с соцветиями. Собирают траву в фазу бутонизации — начала цветения (июнь-июль). Стебли срезают серпами на уровне нижних зеленых листьев. Повторные заготовки возможны лишь через 2 года. Сушат сырье на воздухе, в тени. Можно сушить в огневых сушилках при температуре нагрева поверхности сырья не выше 50°. После сушки сырье измельчают, укладывают в мешки и хранят под навесами в проветриваемых местах.

Используют траву, содержащую дитерпеновые алкалоиды (до 1,23%): дельсемин (метилликаконитин), эльделин, антраноил-ликоктонин, эльделидин, ликоктонин, дельпирин, дикткокарпя, элатин, кондельфин и органические кислоты. В стеблях — алкалоид метилликаконитин (до 0,65%) — максимум в период цветения; в цветках — метилликаконитин (до 0,48%), в плодах его содержание составляет 0,9%.

Установлено, что в наземной части содержатся: зола — 10,69%; макроэлементы (мг/г): К — 32,90, Са — 22,50, Mg — 2,30, Fe — 0,40;



*микроэлементы* (КБН): Mn-0,15, Cu-0,92, Zn — 0,67, Co — 0,90, Mo — 64,00, Cr-0,09, Al-0,22, Ba-0,40, Se — 4,30, Ni — 0,17, Sr-2,53, Pb — 0,09. В — 88,00 мкг/г. Не обнаружены Cd, Li, Au, Ag, V, I, Br. Концентрирует Cu, Co, Mo, Se, Sr, особенно Mo, Sr, Se.

Препарат Мелликтин обладает курареподобным действием, показан к применению при заболевании, сопровождающемся повышением мышечного тонуса при пирамидной недостаточности сосудистого и воспалительного характера, болезни Паркинсона, постэнцефалитическом паркинсонизме, спинальном арахноидите, арахноэнцефалите, болезни Литля.

**Summary.** Presented morphological data described regions habitat for *Delphinium dictyocarpum* DC, chemical composition, and the practical use of plants in pharmacy and medicine.

## Софора японская — химический состав и прикладное значение

Россихин В. В.<sup>1</sup>, Яковенко М. Г.<sup>2</sup>, Кривицкая И. А.<sup>2</sup>,  
Корниенко Е. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования  
ул. Корчагинцев, 58, г. Харьков, 61176, Украина  
e-mail: rossikhin@rambler.ru

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина  
e-mail: m.yakovenko@list.ru

Софора японская (*Sophora japonica* L., Сем. Бобовые *Fabaceae*) встречается под названием японская акация и относится к растениям, влияющим на процессы обмена веществ.

Листопадное дерево высотой до 25 м со стержневой корневой системой и округлой раскидистой кроной. Молодые ветви почти голые, зеленого цвета. Листья не парноперистые, длиной до 25 см; листочки продолговато-яйцевидные, до 50 мм длины и 20 мм ширины, сидят на покрытых волосками коротких черешочках. Цветки мелкие, до 10 мм длины, желтовато-белые. Плоды — бобы до 15 см длины, мясистые, цилиндрические, нераскрывающиеся. Семена черного цвета, от 1 до 6, длиной до 1 см, овальные, сжатые, с почти округлым рубчиком. Цветет в июле-августе, плоды созревают в сентябре-октябре и всю зиму сохраняются на дереве.

Родина — Япония и Южный Китай. Широко используется в садово-парковом строительстве во многих странах, в том числе в СНГ на юге европейской части, в Крыму и на Кавказе, в Средней Азии и Южном

Казахстане. Размножается семенами путем посева на глубину 3–4 см. Саженьцы, выращенные на грядках питомника, высаживают на расстоянии 3–4 м друг от друга. Заготавливают бутоны в июне-июле, когда заканчивается бутонизация и на метелках развиваются крупные бутоны, часть из которых (у основания кисти) начинает распускаться. Плоды собирают в недозрелом состоянии, их длина при этом должна составлять 9–10 см при толщине 10–12 мм. Сушат плоды в сушилках при 25–30° или на воздухе под навесами, а также в хорошо проветриваемом помещении.

Используют бутоны, содержащие флавоноловый гликозид рутин (до 20%), а также плоды. Кроме рутина выделены кемпферол-β-софорозид, генистеин-4-софоробиозид, кверцетин-3-рутинозид.

Установлено, что в плодах содержатся: зола — 4,44%; макроэлементы (мг/г): К — 17,30, Са — 2,20, Mg — 1,20, Fe — 0,05; микроэлементы (мкг/г): Mn — 11,20, Cu — 13,00, Zn — 25,80, Co — 3,84, Mo — 0,72, Cr — 0,40, Al — 15,92, Se — 0,12, Ni — 1,76, Pb — 1,44, B — 9,20, I — 0,15. Не обнаружены Ba, V, Cd, Li, Ag, Au, Sr, Br. В соцветиях содержатся: зола — 5,16%; макроэлементы (мг/г): К — 21,90, Са — 5,50, Mg — 1,80, Fe — 0,10; микроэлементы (мкг/г): Mn — 14,80, Cu — 13,00, Zn — 20,50, Mo — 0,80, Cr — 0,48, Al — 51,14, Se — 0,18, Ni — 3,12, Sr — 3,04, Pb — 0,96, B — 34,40, I — 0,10. Не обнаружены Co, Ba, V, Cd, Li, Au, Ag, Br.

Препарат Рутин применяется для профилактики и лечения гиповитаминоза Р, при заболеваниях, сопровождающихся нарушением проницаемости сосудов, геморрагических диатезах, капилляротоксикозах, лучевой болезни, ревматизме, гипертонической болезни, аллергических заболеваниях, кори, скарлатине, сыпном тифе и других болезнях. Плоды являются сырьем для приготовления настойки, обладающей ранозаживляющим действием, она используется для лечения экзем, абсцессов, флегмон, ожогов, трофических язв.

Древесина идет на изготовление паркета, столярных работ. Является хорошим медоносом. Декоративное растение, используется в зеленом строительстве. Особенно красивы формы с пирамидальной плакучей кроной и пурпурной окраской цветов.

**Summary.** Data on morphology, habitat, methods of preparation, chemical composition *Sophora japonica* L., and application in pharmacy, medicine, ornamental farm

## **Використання соломи і рослинних рештків на органічні добрива за допомогою деструктора соломи «Вермистим-Д»**

**Сендецький В. М., Гнидюк В. С.**

*Подільський державний аграрно-технічний університет  
32316, м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13  
e-mail: vermos2011@ukr.net*

Існує декілька технологій щодо використання соломи й інших рослинних рештків на органічні добрива: це — використання їх на підстилку, компостування, заробка в ґрунт з внесенням азотних добрив та інші.

Існуюча традиційна технологія використання соломи та/на добрива шляхом заробки їх в ґрунт має істотні недоліки:

При заробці соломи в ґрунт деструкція її проходить протягом довгого періоду, при цьому проходить споживання вільного азоту мікроорганізмами, в результаті чого знижується родючість ґрунтів.

Недоліком традиційної технології заробки соломи в ґрунт є і те, що необхідно вносити значну кількість азотних добрив, які підвищують родючість ґрунту, але мало впливають на засвоєння поживних речовин, які містяться в соломі, а також в даний час є дорогими.

Враховуючи всі недоліки в існуючих технологіях, а також з метою прискорення деструкції соломи нами на протязі 2012–2014 р. експериментальними та виробничими дослідженнями проведеними в ПФ «Богдан і К» Івано-Франківської області розроблено технологію використання соломи і інших рослинних рештків на органічні добрива, яка вже впроваджується в господарствах різних регіонів України.

Поставлене завдання в цій технології досягається за рахунок обприскування подрібненої соломи і інших рослинних рештків перед заробкою в ґрунт композицією суміші в складі деструктора «Вермистим-Д» (6–10 л/га) та 8–12 кг/га аміачної селітри або карбаміду, або КАСУ, можна замість азотних добрив використовувати рідкі органічні добрива (гноївку), з одночасною заробкою в ґрунт на глибину 8–12 см.

Прискорена деструкція післяжнивних решток забезпечує знищення патогенів, які потрапляють у ґрунт через рослинні рештки. Покращується родючість ґрунтів за рахунок забезпечення ґрунту азотофіксуючою, фосфатмобілізуючою, бактеріоцитною та фунгіцидною мікрофлорою, природними вітамінами, гормонами росту рослин, амінокислотами та мікроелементами. При внесенні «Вермистиму-Д» на рослинні рештки зернових, кукурудзи, соняшнику проходить стимуляція росту і розвитку ґрунтової мікробіоти, целюлозоруйнуючих,

азотофіксуючих, фосфат мобілізуючих та інших мікроорганізмів, які заселившись на рослинних рештках разом з аборигенною мікрофлорою руйнують їх, тобто живляться ними.

В результаті утворюється гумус та розчинні, доступні для рослин форми необхідних рослинам макро- та мікроелементів.

Прискорюється розкладення решток, коефіцієнт розкладання соломки на протязі 3–4 місяці становить 70–90 % (залежно від культури), знищуються патогени, збільшується кількість мікроорганізмів, урожайність збільшується на 25–35 %, при зниженні затрат на придбання міндобрив на 40–50 %.

Одна тонна соломи після деструкції за вмістом органічної речовини, азоту, фосфору і калію рівноцінна 3–5 т гною з вологістю до 75 %.

**Summary.** The paper deals with the results of studies on the degradation of straw and plant remains destructor “Vermystym-D”, found that the degradation of straw provides accelerating decomposition residues, straw decomposition rate at 3–4 months was 70–90 % (depending on culture), destroyed pathogenic increases number of microorganisms, productivity increased by 25–35 %, while reducing costs for the purchase of fertilizer by 40–50 %.

## **Вплив обробки мікроелементним комплексом на вміст хлорофілу, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів та зернову продуктивність озимої пшениці**

**Соколовська-Сергієнко О. Г., Поліщук Г. І.**

*Інститут фізіології рослин та генетики Національної академії наук України*

*вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022*

*e-mail: sokolovskay@rambler.ru*

Важливу роль в життєдіяльності рослинних організмів відіграють мікроелементи (Власюк, 1964; Школьник, 1970). Сучасні технології дають можливість синтезувати мікроелементні добрива, які мають доступну для рослин біологічно активну форму. В Україні за допомогою нанотехнологічних методів був створений мікроелементний комплекс Аватар-1. У зв'язку з цим, метою даної роботи було вивчити вплив позакореневої обробки мікроелементним препаратом Аватар-1 на вміст хлорофілу, активність супероксиддисмутази (СОД) і аскорбатпероксидази (АПО) хлоропластів прапорцевих листків, і продуктивність рослин озимої пшениці.

Рослини озимої пшениці сорту Смуглянка вирощували в умовах дрібноділянкового дослідження на фоні мінерального живлення  $N_{120} P_{110} K_{110}$ .

У фазу виходу в трубку рослини дослідного варіанту обробили розчином Аватар-1 з розрахунку 2 л/га. Контрольні рослини не обробляли. Відбір зразків — прапорцеві листки — здійснювали в фази цвітіння, молочної та молочно-воскової стиглості. Вміст хлорофілів в листках визначали спектрометричним методом. Активність ферментів визначали в суспензії ізольованих хлоропластів. Активність СОД вимірювали при довжині хвилі 560 нм за допомогою нітротетразолієвого синього. Активність АПО вимірювали в ультрафіолетовій області спектра при 290 нм за методом Чена і Осади. Вміст хлорофілу в суспензії хлоропластів визначали за методом Арнона.

Дослідний варіант, оброблений мікроелементним препаратом, характеризувався більш високим вмістом хлорофілів ( $a+b$ ) у прапорцевих листках протягом усього дослідженого періоду. Більш суттєвою різниця між варіантами була на пізніх фазах вегетації. Позакоренева обробка Аватаром-1 суттєво вплинула на збільшення активності антиоксидантних ферментів хлоропластів прапорцевих листків. Підвищення активності антиоксидантних ферментів у рослин, оброблених Аватаром-1, в період наливу зерна, коли знижується інтенсивність фотосинтезу, свідчить про інтенсифікацію захисних реакцій фотосинтетичного апарату на окиснювальний стрес в порівнянні з необробленими. Відзначено також позитивний вплив позакореневого обробки рослин мікроелементним препаратом на врожайність пшениці. Збільшення зернової продуктивності озимої пшениці відбувалося за рахунок збільшення маси зерна в колосі: в необробленому варіанті вона була 1,23 г/пагін, в обробленому Аватаром-1 — 1,4 г/пагін. Прибавка врожаю при обробці хелатованим мікродобривом Аватар-1 склала 22%.

**Summary.** Foliar treatment of plants of winter wheat of Smuhlianka variety with trace element preparation Avatar-1 in phase of stem elongation promoted increase in the concentration of chlorophyll in the flag leaves, activities of chloroplast antioxidant enzymes — superoxide dismutase and ascorbate peroxidase, that contributed to the better protection of photosynthetic apparatus of wheat under oxidative stress during the period of grain filling and increase in the wheat yield.

## **Вплив хітозану та наночастинок заліза на фітотоксичність гербіциду піроксуламу**

**Трач В. В.<sup>1</sup>, Гуральчук Ж. З.<sup>1</sup>, Гринюк С. А.<sup>1</sup>,  
Лопатько К. Г.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України  
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: valentr2000@rambler.ru*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна*

Піроксулам є гербіцидом — інгібітором ацетолактатсинтази (АЛС), який застосовується на пшениці для контролювання злакових і деяких видів дводольних бур'янів. Однак при застосуванні препаратів інгібіторів АЛС можуть виникати проблеми з контролюванням окремих стійких видів бур'янів. У зв'язку з цим, перспективним є пошук засобів підвищення ефективності дії гербіциду піроксуламу за рахунок стимулювання вторинних індукованих реакцій.

В умовах вегетаційного дослідження вивчали можливість модифікації фітотоксичної дії гербіциду інгібітора АЛС піроксуламу за застосування еліситору хітозану та колоїдного розчину заліза. Хітозан є полі(1,4)-2-аміно-2 дезокси-бета-D-глюканом. Це лінійний полісахарид — похідна природного біополімеру хітину, який є другою (після целюлози) за розповсюдженістю у природі органічною речовиною. Дія наночастинок металів, і зокрема заліза, на рослинні об'єкти практично не вивчена й залишається важливою науковою проблемою, яка регламентує широке використання наноматеріалів у біотехнологіях.

Досліди проводили з рослинами гороху, які використовували як модель середньочутливих дводольних бур'янів. Рослини обробляли піроксуламом ( $5 \cdot 10^{-5}$  М), колоїдним розчином заліза (0,1 мг/л) та хітозаном (0,2 %-ний розчин) у фазі третього листка. Протягом дослідження проводили біометричні спостереження, на 21-у добу після обробки визначали масу сирої речовини надземної частини гороху. Було показано, що піроксулам значною мірою (на 43% порівняно з контролем) пригнічував ріст рослин гороху. Обробка рослин хітозаном, а також колоїдним розчином наночастинок заліза, навпаки, стимулювала їх ріст. Сумісне застосування піроксуламу та хітозану посилювало фітотоксичну дію піроксуламу на рослини гороху, що слугували моделлю дводольних бур'янів. Наночастинки заліза за сумісної обробки рослин з піроксуламом також збільшували його негативний вплив на рослини, оскільки спостерігалось інгібування росту рослин порівняно з варіантом, де рослини обприскували одним лише піроксуламом.



Визначення вмісту фотосинтетичних пігментів на 19-у добу після обробки гербіцидом показало, що піроксулам викликав зменшення вмісту хлорофілів *a* та *b* і каротиноїдів, причому це зниження їх вмісту більше проявлялось у першому сформованому листку гороху порівняно з третім. На фоні обприскування рослин гороху піроксуламом обробка рослин як хітозаном, так і колоїдним розчином заліза призвела до ще більшого падіння вмісту хлорофілу *a* і каротиноїдів порівняно з варіантом з одним лише піроксуламом, причому більш чіткою ця різниця була у першому сформованому листку.

Отже, застосування хітозану та колоїдного розчину наночастинок заліза в умовах наших дослідів модифікувало дію піроксуламу на рослини гороху, які використовували як модель середньочутливих до гербіциду дводольних бур'янів. Можна очікувати посилення фітотоксичної дії піроксуламу на дводольні бур'яни за застосування не лише хітозану, але й колоїдного розчину заліза.

**Summary.** The action of chitosan and colloidal solution of iron nanoparticles on the pea plants that are used as a model dicotyledonous weeds, were studied under greenhouse experiment. It has been shown that the use of chitosan and a colloidal solution of iron nanoparticles modified effect of pyroxsulame on pea plants.



## Покажчик авторів

- Абайлдаев А. О. 65  
 Абдуразаков О. 144  
 Абилова Г. А. 96  
 Абрамович Я. В. 120  
 Аветисян Ю. Ф. 49  
 Авксентьева О. А. 20, 41, 51, 59, 144  
 Авксентьева О. О. 46  
 Алиева З. М. 66  
 Аль-Хамадени Хайдер Набил 22  
 Амиркулова А. Ж. 65  
 Антонюк В. П. 124  
 Артюшенко Т. А. 98  
 Ахмадов А. Х. 52  
 Бабаянц О. В. 74  
 Бавол А. В. 56  
 Балашова І. А. 69  
 Батукаев А. А. 52  
 Батукаев М. С. 52  
 Бацманова Л. М. 35  
 Белавя В. Н. 85  
 Белявская Л. А. 146, 171  
 Береговенко С. К. 82  
 Белова Н. Ю. 76  
 Білінська О. В. 54  
 Блюм Я. Б. 128  
 Бобрик Н. Ю. 79  
 Бойко М. И. 77  
 Бойко М. І. 89  
 Бойко С. М. 77  
 Болдизар А. 139  
 Борисова О. В. 100  
 Бородай Є. С. 101  
 Бошкова И. Л. 148  
 Бузашвілі А. Ю. 149  
 Бунчак О. М. 151  
 Буньо Л. В. 103  
 Бурлакова Е. Б. 156  
 Буряк І. Ю. 29  
 Вайнер А. А. 104, 118, 152  
 Вакерич М. М. 106  
 Васильченко М. С. 51  
 Веселовська Л. І. 81  
 Владимиров В. П. 166  
 Владимиров К. В. 166  
 Войтенко Л. В. 23, 154  
 Войцехівська О. В. 107  
 Высеканцев И. П. 115  
 Галиба Г. 139  
 Генерозова И. П. 156  
 Георгієш К. В. 148  
 Гнатюк І. С. 56  
 Гнидюк В. С. 176  
 Голубенко А. В. 56  
 Горбатюк І. Р. 56  
 Горюнова И. И. 109  
 Григориарди А. С. 92  
 Григорчук І. Д. 25  
 Гринюк С. А. 179  
 Гришко В. 139  
 Гришко В. М. 98  
 Гуляш З. 139  
 Гуральчук Ж. З. 179  
 Дерезізова О. Ю. 54  
 Деркач І. В. 110  
 Древаль К. Г. 77  
 Дульнев П. Г. 54  
 Дуніч А. А. 127  
 Євтушенко Т. М. 157  
 Ємець А. І. 149  
 Емец А. И. 109, 128  
 Жигачева И. В. 156  
 Жилицкая Г. А. 152  
 Жмурко В. В. 22, 32, 42, 44, 46, 47, 87, 144, 171  
 Жук В. П. 57  
 Забежда О. Ф. 57  
 Замбріборщ І. С. 71  
 Зубровська О. М. 112  
 Іванюк С. В. 90  
 Ільясова Е. Ю. 92  
 Иутинская Г. А. 146  
 Кавулич Я. З. 113  
 Кадникова Н. Г. 115  
 Каложная О. С. 168  
 Капітанська О. С. 159  
 Капустян А. В. 120  
 Карпец Ю. В. 117  
 Кірізій Д. А. 26, 39  
 Кобилецька М. С. 113  
 Кобулецька М. 141  
 Коваленко Г. В. 115  
 Коваленко И. Ф. 115  
 Козырицкая В. Е. 146  
 Колесніков М. О. 160  
 Коломийчук С. Г. 148  
 Коломийчук Т. В. 148  
 Коломієць Ю. В. 49  
 Колупаєв Ю. Е. 104, 117, 118, 152  
 Корниенко Е. М. 173, 174  
 Косаківська І. В. 90  
 Косик О. І. 131  
 Косогова Т. М. 162  
 Косян А. М. 131  
 Котляр В. П. 120  
 Коць С. Я. 81, 82, 125  
 Коши Г. 139  
 Кравченко И. С. 163  
 Кривицкая И. А. 173, 174  
 Кривцова М. В. 79  
 Кузнецова А. П. 138  
 Ласточкина О. В. 92  
 Левішко А. С. 93  
 Левчук А. Н. 28  
 Лемип В. В. 121  
 Лесько Ю. Ю. 29  
 Линецкая И. В. 44  
 Литвиновская Р. П. 152  
 Лихолат Ю. В. 29, 121  
 Ліхнівський Р. В. 23  
 Ломига Л. Л. 29  
 Лопатько К. Г. 179  
 Луговая А. А. 122  
 Лях В. А. 28, 72  
 Майор П. С. 124  
 Макаренко В. І. 35  
 Маленька У. 141  
 Маменко П. М. 93  
 Масловова О. В. 34  
 Меіхія Чен 46  
 Мельник В. М. 125  
 Микієвич І. М. 103  
 Миролубов О. В. 25  
 Миронова Л. Н. 164  
 Мирось С. Л. 74  
 Михалків Л. М. 82  
 Міщенко Л. Т. 127  
 Мокрицький К. А. 82  
 Моргун В. В. 56, 60, 62  
 Москалев В. Б. 59  
 Мостякова А. А. 166  
 Мусатенко Л. І. 25, 154  
 Науменко В. Д. 57  
 Ніколайчук В. І. 79, 106  
 Обозный А. И. 118  
 Овсянникова А. М. 168  
 Овсянников С. Е. 115  
 Огір А. Д. 125  
 Оканенко О. А. 35  
 Ольхович О. П. 163  
 Остопец Е. О. 168  
 Панюта О. О. 85  
 Паузер О. Б. 136  
 Пикало С. В. 130  
 Письменна Ю. М. 85  
 Плоховская С. Г. 128  
 Погребнюк О. О. 69  
 Поліщук Г. І. 177  
 Полякова Л. В. 84  
 Попова Ю. В. 32  
 Попытченко Л. М. 162  
 Похилько С. Ю. 60  
 Починок В. М. 63  
 Присяжнюк М. П. 169  
 Прядкіна Г. А. 34  
 Прядкіна Г. О. 159

## Index of authors

---

- Раевская И. Н. 171  
Ревнюк И. В. 163  
Реут А. А. 164  
Решетняк Н. В. 162  
Рибалка О. І. 62  
Рижикова П. Л. 26  
Романюк Н. Д. 110  
Россихин В. В. 173, 174  
Ружицька О. М. 100  
Рябчун Н. И. 118  
Самойлов А. М. 87  
Сахно Л. 142  
Сендецький В. М. 176  
Серга О. І. 35  
Сечняк А. Л. 74  
Сіжук А. П. 54  
Сливец М. 142  
Смірнов О. Є. 131  
Соколовська-Сергієнко О. Г. 177  
Стасик О. О. 34, 39, 133  
Стельмах А. Ф. 69  
Степаненко А. І. 60  
Степаненко О. В. 62  
Стойка Р. С. 149  
Стороженко В. О. 35  
Стрельников Л. С. 168  
Стрилець О. П. 168  
Сыщиков Д. В. 135  
Танасієнко І. В. 149  
Таран Н. Ю. 131, 163  
Таран О. П. 127  
Тарасюк О. І. 63  
Терек О. 141  
Тимошенко В. Ф. 37  
Тимчук С. М. 54  
Ткач О. П. 106  
Топал М. М. 71  
Трач В. В. 179  
Турсунова А. К. 65  
Утарбаева А. Ш. 65  
Файт В. І. 69  
Фархутдинов Р. Г. 92  
Фінюк Н. С. 149  
Франтіїчук В. В. 39  
Хабиева Н. А. 66  
Хаблак С. Г. 67  
Хаммад Халифех Альдаль-ин 47  
Хань Бін 46  
Хлієва О. Я. 148  
Храновська М. П. 124  
Хрипач В. А. 104, 152  
Хромых Н. А. 121  
Чарановська Я. В. 107  
Чебоненко О. В. 65  
Чемерис О. В. 77  
Чемерис О. В. 89  
Четверик А. Н. 118  
Шатилова Л. Е. 115  
Швец Г. А. 136  
Швиденко Н. В. 117  
Шестопад О. Л. 71  
Шугаев А. Г. 156  
Шулик В. В. 41  
Щёголев А. С. 42  
Южно Ю. Ю. 44  
Яковенко М. Г. 173, 174  
Якуба І. П. 136  
Якушєнкова Т. П. 138  
Яранцева В. В. 72  
Яроцька К. М. 90  
Ястреб Т. О. 104, 118

## Index of authors

- Abayldaev A. O. 65  
Abdurazakov O. 144  
Abilova G. A. 96  
Abramovich Y. V. 120  
Ahmad A. H. 52  
Aldal'in Hammad Khalifeh Hammad 47  
Al-Hamadani Haider Nabil 22  
Aliyeva Z. M. 66  
Amirkulova A. Z. 65  
Antoniuk V. P. 124  
Artyushenko T. A. 98  
Avetisian Y. F. 49  
Avksentyeva O. A. 20, 41, 46, 51, 59, 144  
Babayants O. V. 74  
Balashova I. A. 69  
Batsmanova L. M. 35  
Batukaev A. A. 52  
Batukaev M. S. 52  
Bavol A. V. 56  
Belava V. N. 85  
Belova N. Y. 76  
Belyavskaya L. A. 146  
Belyavskaya L. A. 171  
Beregovenko S. K. 82  
Bilynska A. B. 54  
Blum Y. B. 128  
Bobyk N. Y. 79  
Boyko M. I. 89  
Boldizsár Á. 139  
Borysova O. V. 100  
Boroday E. S. 101  
Boshkova I. L. 148  
Boyko M. I. 77  
Boyko S. M. 77  
Bunchak A. M. 151  
Bunio L. V. 103  
Burlakova E. B. 156  
Buryak I. Y. 29  
Buziashvili A. Y. 149  
Charanovska Y. V. 107  
Chebonenko O. V. 65  
Chemeris O. V. 77, 89  
Chetverik A. N. 118  
Derebizova O. Y. 54  
Derkach I. V. 110  
Dreval K. G. 77  
Dulnev P. G. 54  
Dunich A. A. 127  
Emets A. I. 109, 128  
Farkhutdinov R. G. 92  
Fayt V. I. 69  
Finyuk N. S. 149  
Frantiychuk V. V. 39  
Galiba G. 139, 140  
Generozova I. P. 156  
Georgiesh K. V. 148  
Zhmurko V. V. 171  
Gnatiuk I. S. 56  
Gnydyuk V. S. 176  
Golubenko A. V. 56  
Gorbatyuk I. R. 56  
Goriunova I. I. 109  
Grygorchuk I. D. 25  
Grigoriadi A. S. 92  
Gryshko V. M. 98  
Grynuk S. A. 179  
Gryshchuk O. O. 94  
Gryshko V. 139  
Gulyás Z 139  
Guralchuk Z. Z. 179  
Hablak S. G. 67  
Han Bing 46  
Hlieva O. Y. 148  
Iliasova E. Yu. 92  
Iutinskaya G. A. 146  
Ivanuk S. V. 90  
Kadnikova N. H. 115  
Kaliuzhnaya O. S. 168  
Kapitanska O. S. 159  
Kapustyan A. V. 120  
Karpets Y. V. 117

- Kavulych J. 113  
 Khabieva N. A. 66  
 Khranovska M. P. 124  
 Khripach V. A. 104, 152  
 Khromykh N. A. 121  
 Kiriziy D. A. 26, 39  
 Kobyletska M. 113  
 Kobyletska M. 141  
 Kocsy G. 139  
 Kolesnikov M. O. 160  
 Kolomiets Y. V. 49  
 Kolomiychuk S. G. 148  
 Kolomiychuk T. V. 148  
 Kolupaev Y. E. 104, 117, 118, 152  
 Kornienko E. M. 173, 174  
 Kosakivska I. V. 90  
 Kosogova T. M. 162  
 Kosyan A. M. 131  
 Kosyk O. I. 131  
 Kotlyar V. P. 120  
 Kots S. Y. 81, 82, 125  
 Kovalenko G. V. 115  
 Kovalenko I. F. 115  
 Kozyritskaya V. E. 146  
 Kravchenko I. S. 163  
 Krivitskaya I. A. 173, 174  
 Kryvtsova M. V. 79  
 Kuznetsova A. P. 138  
 Lastochkina O. V. 92  
 Lemish V. V. 121  
 Lesko Y. Y. 29  
 Levchuk A. N. 28  
 Levishko A. S. 93  
 Lihniovsky R. V. 23  
 Linetskaya I. V. 44  
 Litvinovskaya R. P. 152  
 Lomyga L. L. 29  
 Lopatko K. G. 179  
 Lugova G. A. 122  
 Lyakh V. A. 28, 72  
 Lykholat Y. V. 29, 121  
 Mayor P. S. 124  
 Makarenko V. I. 35  
 Malenk U. 141  
 Mamenko P. M. 93  
 Maslyukovskaya O. V. 34  
 Meixia Chen 46  
 Melnykova N. M. 94  
 Melnyk V. M. 125  
 Mikhalkiv L. M. 82  
 Milyaeva E. L. 30  
 Mirolubov O. V. 25  
 Mironova L. N. 164  
 Miros S. L. 74  
 Mishchenko L. T. 127  
 Mokrytsky K. A. 82  
 Morgun V. V. 56, 60, 62  
 Moskaliev V. B. 59  
 Mostyakova A. A. 166  
 Musatenko L. I. 25, 154  
 Mykiyevych I. M. 103  
 Миляева Э. Л. 30  
 Naumenko V. D. 57  
 Nikolaychuk V. I. 106  
 Nikolaychuk V. I. 79  
 Oboznyi A. I. 118  
 Ogir A. D. 125  
 Okanenko O. A. 35  
 Olkhovich O. P. 163  
 Ostopolets E. O. 168  
 Ovsyannikova A. M. 168  
 Ovsyannikov S. E. 115  
 Panyuta O. O. 85  
 Pauzer O. B. 136  
 Plohovskaya S. G. 128  
 Pochynok V. M. 63  
 Pogrebnyuk O. O. 69  
 Pohylko S. Y. 60  
 Polishchuk G. I. 177  
 Polyakova L. V. 84  
 Popova Y. V. 32  
 Popytchenko L. M. 162  
 Pryadkina G. A. 34  
 Pryadkina G. O. 159  
 Prysazhnyuk M. P. 169  
 Pykalo S. V. 130  
 Pysmenna Y. M. 85  
 Raevskaya I. N. 171  
 Reshetnyak N. V. 162  
 Reut A. A. 164  
 Revnyuk I. V. 163  
 Romanjuk N. D. 110  
 Rossikhin V. V. 173, 174  
 Ruzhytska O. M. 100  
 Ryabchoun N. I. 118  
 Rybalka O. I. 62  
 Ryzhykova P. L. 26  
 Sakhno L. 142  
 Samoilo A. M. 87  
 Schegolev A. S. 42  
 Sechnyak A. L. 74  
 Sendetsky V. M. 176  
 Serga O. I. 35  
 Shatilova L. E. 115  
 Shestopal O. L. 71  
 Shugaev A. G. 156  
 Shulik V. V. 41  
 Shvets G. A. 136  
 Shvydenko N. V. 117  
 Sizhuk A. P. 54  
 Slyvets M. 142  
 Smirnov O. E. 131  
 Sokolovska-Sergienko O. G. 177  
 Stasik O. O. 34, 39  
 Stasyk O. O. 133  
 Stelmach A. F. 69  
 Stepanenko A. I. 60  
 Stepanenko O. V. 62  
 Stoyca R. S. 149  
 Storozhenko V. O. 35  
 Strelnikov L. S. 168  
 Strilets O. P. 168  
 Syschikov D. V. 135  
 Tanasienko I. V. 149  
 Taran O. P. 127  
 Taran N. Y. 131, 163  
 Tarasyuk O. I. 63  
 Terek O. 141  
 Timchuk S. M. 54  
 Timoshenko V. F. 37  
 Tkach O. P. 106  
 Topal M. M. 71  
 Trach V. V. 179  
 Tursunova A. K. 65  
 Utarbaeva A. S. 65  
 Vakerych M. M. 106  
 Vasilchenko M. S. 51  
 Vayner A. A. 104  
 Vayner A. O. 118  
 Vayner A. A. 152  
 Veselovska L. I. 81  
 Vladimirov K. V. 166  
 Vladimirov V. P. 166  
 Voytenko L. V. 23, 154  
 Voytsehvskaya O. V. 107  
 Vysekantsev I. P. 115  
 Yakovenko M. G. 173, 174  
 Yakuba I. P. 136  
 Yakushenkova T. P. 138  
 Yarantseva V. V. 72  
 Yarotska K. M. 90  
 Yastreb T. O. 104, 118  
 Yemets A. I. 149  
 Yevtushenko T. M. 157  
 Yuhno Y. Y. 44  
 Zabeyda O. F. 57  
 Zambriborsch I. S. 71  
 Zhigacheva I. V. 156  
 Zhmurko V. V. 22, 32, 42, 44, 46, 47, 87, 144, 171  
 Zhuk V. P. 57  
 Zhilitskaya G. A. 152  
 Zubrovska A. M. 112

*Наукове видання*

**РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН:  
ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ І ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ:**

присвячена 125-річчю кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Тези доповідей III Міжнародної наукової конференції  
(11–12 листопада, 2014 р., м. Харків, Україна)

Відповідальний за випуск *А. М. Самойлов*  
Комп'ютерне макетування *В. Ю. Джамесв*  
Макет обкладинки *І. М. Дончик*

Підписано до друку 03.11.14. Формат 70×100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір офсетний. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 9,92. Обл. друк. арк. 12,39. Наклад 150 прим.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
61022, Харків, пл. Свободи, 4  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №3367 від 13.01.2009 р.

Надруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФО-П Коротчаєва І. О.  
61103, м. Харків, вул. Двадцять третього серпня, 63, кв. 33  
Свідоцтво про реєстрацію АВ №505751 від 09.07.2013