

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І БІОХІМІЇ РОСЛИН ТА
МІКРООРГАНІЗМІВ
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН
ВСЕУКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ БІОЛОГІВ РОСЛИН

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

СУЧАСНА БІОЛОГІЯ РОСЛИН: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ

09–10 жовтня, 2018 р., м. Харків (Україна)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Харків — 2018

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

С 32

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради біологічного факультету
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(Протокол № 9 від 20 вересня 2018 року)*

*Зареєстровано у державній науковій установі «Український інститут
науково-технічної експертизи та інформації»
(Довідка № 758 від 20 грудня 2017 року)*

Науковий комітет:

*Блюм Я. Б. Акад. НАНУ — Київ
Моргун В. В. Акад. НАНУ — Київ
Коць С. Я. Член-кор. НАНУ — Київ
Стасик О. О. Член-кор. НАНУ — Київ
Іутинська Г. О. Член-кор. НАНУ — Київ
Файт В. І. Член-кор. НААНУ — Одеса
Жмурко В. В. Д.б.н. проф. — Харків
Гедерст Уевіни Д.б.н. проф. — Рига (Латвія)
Колупаєв Ю. Є. Д.б.н. проф. — Харків
Косаківська І. В. Д.б.н. проф. — Київ
Божков А. І. Д.б.н. проф. — Харків*

Організаційний комітет:

Голова, проф. В. В. Жмурко, д.б.н., декан біологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, заст. голови доц. Тимошенко В. Ф., доц. Авксентьева О. О., доц. Віннікова О. І., ст. викладач Щоголев А. С.

Секретаріат Оргкомітету:

*ст. викладач Чумакова В. В., ст. викладач. Юхно Ю. Ю.,
викл. Раєвська І. М.*

Відповідальний секретар: ст. викладач Чумакова В. В.

*Майдан Свободи, 4, Харків, Україна, 61022,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
E-mail: zhmurko@karazin.ua*

С 32 Сучасна біологія рослин: теоретичні та прикладні аспекти. — Тези доповідей IV Міжнародної наукової конференції (09–10 жовтня, 2018 р., м. Харків, Україна). — X. : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2018. — 100 с. — укр., рос., англ.

ISBN

Збірник містить матеріали пленарних, секційних і стендових доповідей, представлених на IV Міжнародній науковій конференції «Сучасна біологія рослин: теоретичні та прикладні аспекти».

Для науковців з різних галузей біології рослин, аспірантів та студентів

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

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

ISBN

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2018
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2018

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY
SCHOOL OF BIOLOGY
DEPARTMENT OF PLANT AND MICROORGANISMS'
PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY
UKRAINIAN SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGISTS
ALL-UKRAINIAN ASSOCIATION OF PLANT BIOLOGISTS

4th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

**MODERN PLANT BIOLOGY:
THEORETICAL AND APPLIED
ASPECTS**

Kharkiv (Ukraine), October, 09–10, 2018

ABSTRACT BOOK

Kharkiv — 2018

UCC 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

M32

*Printed by order of the Scientific Council of the School of Biology
of V. N. Karazin Kharkiv National University
(Protocol № 9 of 20.09.2018)*

*The Conference is registered at the Ukrainian Institute of Scientific and Technical
Expertise and Information
(Certificate № 758 of 20.12.2017)*

Scientific committee:

Blume Y. B. Academician of NASU — Kyiv
Morgun V. V. Academician of NASU — Kyiv
Kots S. Ya. Corresp. Member of NASU — Kyiv
Stasik O. O. Corresp. Member of NASU — Kyiv
Iutynska G. A. Corresp. Member of NASU — Kyiv
Fayt V. I. Corresp. Member of NAASU — Odesa
Zhmurko V. V. Dr. Prof. — Kharkiv
Hederst Uyevinsh Dr. Prof. — Riga (Latvia)
Kolupaev Yu. E. Dr. Prof. — Kharkiv
Kosakivska I. V. Dr. Prof. — Kyiv
Bozhkov A. I. Dr. Prof. — Kharkiv

Organizing Committee:

Chief—Dr. Prof. *Zhmurko V. V.*, Head of School of Biology of V. N. Karazin Kharkiv National University, co-chief PhD, docent *Timoshenko V. F.*, docent *Avksentyeva O. O.*, docent *Vinnikova O. I.*, senior lecturer *Schogolev A. S.*

Secretariat of Organizing Committee:

senior lecturer *Chumakova V. V.*, senior lecturer *Yukhno Yu. Yu.*, lecturer *Raevskaya I. M.*

Executive secretary — senior lecturer *Chumakova V. V.*

Maidan Svobodi, 4, Kharkiv, Ukraine, 61022,
V. N. Karazin Kharkov National University
E-mail: zhmurko@karazin.ua

M 32 **Modern Plant Biology: Theoretical and Applied Aspects.** — Abstract Book of IV International Scientific Conference (Kharkiv, Ukraine, October, 09–10, 2018). — Kharkiv, 2018. — 100 p. — ukr., rus., eng.

ISBN

Abstract Book of thesis presented at the 4th International Scientific Conference «Modern Plant Biology: Theoretical and Applied Aspects».

For students, postgraduates and researchers in the different fields of plant biology.

UCC 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

© V. N. Karazin Kharkiv National University,
2018

© Donchyk I. M. cover model, 2018

ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Біологія рослин є і ще нескінченно довго буде центральною галуззю біологічної науки загалом. Цьому є ряд причин. Рослина – унікальний організм, особливий прояв живого на планеті. Саме це визначає її роль як джерела речовини та енергії для існування біосфери. Вона, без перебільшення, запорука добробуту людини. Дослідження функціонування рослинного організму, як особливого прояву живого, відбувається на всіх рівнях його організації – від молекулярного до організмового. Нині біологія рослин залучає до свого дослідницького арсеналу надсучасні методи. Вже секвеновані геноми ряду культурних рослин, що є основою для поглиблення знань про закономірності функціонування генетичного апарату, створення нових сортів шляхом трансгенезу з властивостями, які дозволяють одержувати високі врожаї за вельми мінливих умов довкілля. Особливо актуальними є такі дослідження нині, коли відбуваються істотні зміни клімату на планеті

Пізнання закономірностей функціонування рослинного організму має не тільки вагоме прикладне значення. Воно вкрай важливе у науковому відношенні, бо розширює і поглиблює існуючі уявлення про біологічну сутність унікальних властивостей рослини.

Широко досліджується нині і роль рослинного організму як найбільш вагової складової формування і функціонування біогеоценозу, відбувається поглиблене пізнання цієї саморегульованої системи у взаємодії всіх її складових та факторів довкілля.

Надзвичайно широкий спектр вагомих проблем у біології рослин може бути вирішений у взаємодії дослідників – представників різних її напрямів досліджень – генетиків, фітофізіологів, молекулярних біологів, що спонукало нас провести цю конференцію. Сподіваємося, що доповіді, дискусії, спілкування у ході конференції сприятимуть подальшому розвитку досліджень у галузі біології рослин.

У збірці представлені тези доповідей, які охоплюють актуальні питання, що вирішуються дослідниками різних напрямів біології рослин як в Україні, так і за її межами.

Науковий комітет конференції

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1.

ОНТОГЕНЕЗ, РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН – МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ

АНАТОМІЧНА БУДОВА КОРЕНЯ ПЕРСТАЧУ ГУСЯЧОГО <i>Амброзюк О. Б., Мацюк О. Б.</i>	16
ПОЛІМОРФІЗМ ЗА ГЕНАМИ ФОТОПЕРІОДИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ У СОРТІВ ПШЕНИЦІ ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Бакума А. О., Чеботар Г. О., Лавриненко Ю. О., Чеботар С. В.</i>	17
НОВІ ТИПИ САМОНЕСУМІСНОСТІ У ДИКИХ ГЕТЕРОСТИЛЬНИХ ВИДІВ ЛЬОНУ СЕКЦІЇ <i>DASYLINUM</i> <i>Донченко І. А., Левчук Г. М.</i>	18
ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ У ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ (<i>TRITICUM AESTIVUM L.</i>) <i>Жмурко В. В.</i>	19
СПЕКТР ТИПІВ САМОНЕСУМІСНОСТІ У ДИКИХ ГЕТЕРОСТИЛЬНИХ ВИДІВ РОДУ <i>LINUM L.</i> <i>Левчук А. Н., Кириченко Е. В.</i>	20
РЕПРОДУКТИВНИЙ ПРОЦЕС У ПОПУЛЯЦІЇ <i>ULMUS CAMPESTRIS VAR. SUBEROSA</i> WANL. В ПРИРОДНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ <i>Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Алексеева А. А., Дідур О. О., Лихолат Т. Ю.</i>	22
ПРОЯВ РЕАКЦІЙ АПОПТОЗУ В ПРОРОСТКАХ СОРТІВ <i>TRITICUM AESTIVUM L.</i> З РІЗНИМ ТИПОМ РОЗВИТКУ <i>Петлюк В. В.</i>	23
СИСТЕМЫ ЗАДЕРЖКИ НАЧАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПШЕНИЦ НЕ ПРЕПЯТСТВУЮТ ВЫСОКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ПРОДУКТИВНОСТИ <i>Стельмах А. Ф., Файт В. И.</i>	24
СОВРЕМЕННЫЕ СОРТА ДВУРУЧКИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ: ТИП РАЗВИТИЯ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ <i>Файт В. И., Губич Е. Ю., Балашова И. А.</i>	25
ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ І УЛЬТРАСТРУКТУРА ХЛОРОПЛАСТІВ ВАЙ ПАПОРОТІ <i>DRYOPTERIS FILIX-MAS</i> У РІЗНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ <i>Щербатюк М. М., Бабенко Л. М., Косаківська І. В.</i>	26
РОЛЬ СИСТЕМИ ГЕНІВ <i>VRN</i> , ФІТОГОРМОНАЛЬНОЇ ТА ТРОФІЧНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ПРОЦЕСУ ЯРОВІЗАЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ <i>IN VIVO</i> ТА <i>IN VITRO</i> <i>Чумакова В. В.</i>	28

СЕКЦІЯ 2.

МОЛЕКУЛЯРНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД БІЛКА ТА АКТИВНІСТЬ ІНГІБІТОРІВ ТРИПСИНУ У ЗЕРНІ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ НА ДВОЗЕРНЯНКИ <i>Борисова О. В., Ружицька О. М.</i>	29
ФІТОГОРМОНИ У РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ І РОЗВИТКУ ЛЕПТОСПОРАНГІАТНОЇ ПАПОРОТІ ФЛОРИ УКРАЇНИ <i>DRYOPTERIS FILIX-MAS (L.) SCHOTT</i> <i>Войтенко Л. В., Васюк В. А., Косаківська І. В.</i>	30
ОБМЕН УГЛЕВОДОВ КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ ТЕМПОВ РАЗВИТИЯ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗНОМ ФОТОПЕРИОДЕ <i>Жмурко В. В.</i>	31

СПІВВІДНОШЕННЯ АКТИВНОСТІ ОКСИДОРЕДУКТАЗ ЯК ПОКАЗНИК НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ АДАПТАЦІЇ ДЕРЕВНИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ	
<i>Зайцева І. О.</i>	32
ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДА НА ВУГЛЕВОДНИЙ ОБМІН В ЛИСТКАХ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ RPD ЛІНІЙ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ (<i>TRITICUM AESTIVUM L.</i>)	
<i>Зубрич О. І.</i>	33
ВМІСТ КУПРУМУ В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА УМОВ РОСТУ НА РІЗНИХ ТИПАХ ҐРУНТІВ	
<i>Макар О., Кавулич Я., Батрашкіна Т., Пацула О., Буньо Л., Терек О., Романюк Н., Козловський В.</i>	35
КОРОТКОСТРОКОВА ДІЯ ЧЕРВОНОГО СВІТЛА НА АКТИВНІСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ В ЛИСТАХ ТОМАТУ	
<i>Могилевцева А. В., Щоголев А. С.</i>	36
ІЗОЕНЗИМИ ПЕРОКСИДАЗИ У РІЗНИХ ФОРМ ПШЕНИЦІ	
<i>Сірант Л. В., Маменко Т. П.</i>	37
ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОДНЕВНОЙ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНОЙ СОИ ОТ СРОКА ОБЛУЧЕНИЯ КРАСНЫМ СВЕТОМ	
<i>Тимошенко В. Ф.</i>	38
ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ФОТОПЕРИОДА И КРАСНОГО СВЕТА НА НИТРАТНЫЙ ОБМЕН КОРОТКОДНЕВНОЙ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ СОИ	
<i>Тимошенко В. Ф., Резуненко А. А.</i>	39
ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ ТА ГЕНІВ <i>E</i> НА НАКОПИЧЕННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК В ЛИСТКАХ ТА НАСІННІ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ СОЇ	
<i>Юхно Ю. Ю., Лозинська К. О.</i>	40
НАКОПЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ И МАСЛА В СЕМЕНАХ СОИ (<i>GLYCINE MAX (L.) MERR.</i>) В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ	
<i>Хайдер Набил Хусейн Аль-Хамадени, Жмурко В. В.</i>	42

СЕКЦІЯ 3.

МЕХАНІЗМИ АДАПТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РОСЛИН

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОПРОДУКТАМИ НА ФІТОТОКСИЧНИЙ ЕФЕКТ В УМОВАХ УЖГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТТЯ	
<i>Боднарюк Р. М., Вакерич М. М., Ніколайчук В. І., Гедзур Т. І., Белчгазі В. Й., Вайда П. В.</i>	43
ВЛИЯНИЕ ДОНОРА СЕРОВОДОРОДА И ХОЛОДОВОГО ЗАКАЛИВАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕНИЛАЛАНИАММОНИЙЛИАЗЫ И СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ПРОРОСТКАХ ОЗИМЫХ РЖИ И ПШЕНИЦЫ	
<i>Горелова Е. И., Колупаев Ю. Е., Ястреб Т. О., Рябчун Н. И.</i>	44
ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ – СВИНЦЮ ТА КАДМІЮ НА МІКРОТРУБОЧКИ КЛІТИН ГОЛОВНИХ КОРЕНІВ <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i>	
<i>Горюнова І. І., Ємець А. І., Блюм Я. Б.</i>	45
ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В РІЗНИХ УМОВАХ М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО	
<i>Григорчук І. Д.</i>	46
АНТАГОНИЗМ L-АРГИНИН- И НИТРАТ-ЗАВИСИМОГО ПУТЕЙ СИНТЕЗА NO ПРИ ИНДУЦИРОВАНИИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ И ИХ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ	
<i>Карпец Ю. В., Колупаев Ю. Е., Швиденко Н. В., Луговая А. А.</i>	47
ДИНАМІКА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ <i>ACER L.</i> В УМОВАХ УРБОЦЕНОЗУ	
<i>Легостаєва Т. В.</i>	48

АКТИВНІСТЬ PR-БІЛКІВ ПШЕНИЦІ ЗА ІНФІКУВАННЯ <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> ТА ВПЛИВУ СИГНАЛЬНИХ МОЛЕКУЛ <i>Молодченко О. О., Рицакова О. В.</i>	49
ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТОМАТУ (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i>) ЗА ДІЇ А-ТОКОФЕРОЛУ В УМОВАХ ЗАСОЛЕННЯ <i>Пащенко Ю. П., Колесніков М. О.</i>	50
ВЛИЯНИЕ ЗАКАЛИВАНИЯ ПРИ РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДНЯ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ДВУРУЧЕК ПШЕНИЦЫ <i>Файт В. И., Губич Е. Ю., Федорова А. Р., Нагуляк О. И.</i>	51
СТІЙКІСТЬ АНАТОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕБЛА <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> ДО ВПЛИВУ ІНГРЕДІЄНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ SO ₂ ТА NO ₂ <i>Юсупіва Т. І.</i>	52
РЕАКЦИЯ МУТАНТОВ АРАБИДОПСИСА <i>COI1</i> И <i>JIN1</i> НА ДЕЙСТВИЕ МЕТИЛЖАСМОНАТА И СОЛЕВОГО СТРЕССА <i>Ястреб Т. О., Колупаев Ю. Е., Швиденко Н. В., Дмитриев А. П.</i>	53
PECULIARITIES OF LEAF CELL ULTRASTRUCTURAL ORGANISATION OF <i>TRITICUM SPELTA</i> L. AFFECTED BY EXTREME TEMPERATURES <i>Babenko L. M., Babenko A. V., Kosakivska I. V.</i>	54
EFFECT OF MODERATE SOIL DROUGHT ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF <i>TRITICUM AESTIVUM</i> AND <i>TRITICUM SPELTA</i> <i>Vasyuk V. A., Voytenko L. V., Kosakivska I. V.</i>	55

СЕКЦІЯ 4.

БІОТЕХНОЛОГІЯ, БІОІНЖЕНЕРІЯ ТА ТРАНСГЕНОЗ РОСЛИН

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ <i>IN VIVO</i> ТА <i>IN VITRO</i> <i>Авксентьєва О. О.</i>	57
ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ ЯК КОМПОНЕНТУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВНІ ЕТАПИ КУЛЬТИВУВАННЯ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ КУЛЬТУРИ <i>IN VITRO</i> <i>Авксентьєва О. О., Білинська О. В.</i>	58
ВПЛИВ СПОСОБУ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ КОЛОССЯ В УМОВАХ НИЗЬКОЇ ПЛЮСОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АНДРОГЕНЕЗУ <i>IN VITRO</i> У ЯРОГО ЯЧМЕНЮ <i>Білинська О. В.</i>	59
ВПЛИВ ОПРОМІНЕННЯ ЧЕРВОНИМ СВІТЛОМ НА ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У СОРТІВ СОЇ КОНТРАСТНИХ ЗА ФОТОПЕРІОДИЧНОЮ РЕАКЦІЄЮ В УМОВАХ <i>IN VITRO</i> ТА <i>IN VIVO</i> <i>Борозна О. С., Тимошенко В. Ф.</i>	60
МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В КАЛУСНІЙ КУЛЬТУРІ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ СОЇ (<i>GL YCINE MAX</i> (L.) MERR.) З РІЗНОЮ ФОТОПЕРІОДИЧНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ <i>Васильченко М. С.</i>	62
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ КЛОНАЛЬНОГО МІКРОРАЗМНОЖЕННЯ <i>CUCUMIS SATIVUS</i> L. <i>Віценя Т. І., Івченко Т. В.</i>	63
ВПЛИВ УМОВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОСМОТИЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК НА ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН <i>IN VITRO GENTIANA LUTEA</i> L. <i>Грицак Л. Р., Грицак В. Ю., Дробик Н. М.</i>	64

ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН <i>CARLINA ONOPORDIFOLIA</i> BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET RAWL. У ПРИРОДІ ТА В УМОВАХ <i>IN VITRO</i>	
<i>Краєць Н. Б., Пантелеймін М. І., Дробик Н. М.</i>	65
РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМА ПО ПЕРЕНОСУ ТАНДЕМНЫХ ПОВТОРОВ ДНК МЕЖДУ ВИДАМИ TRITICEAE	
<i>Крупин П. Ю., Карлов Г. И., Дивашук М. Г.</i>	66
ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПРОЛІНУ В ТРАНСГЕННИХ РОСЛИНАХ КАРТОПЛІ, ЩО МІСТЯТЬ ПОСЛІДОВНІСТЬ ДВОЛАНЦЮГОВОГО РНК-СУПРЕСОРА ПРОЛІНДЕГІДРОГЕНАЗИ	
<i>Листван К. В., Овчаренко О. О., Рудас В. А., Ніфантова С. М., Щербак Н. Л.</i>	68
ВПЛИВ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА РЕПРОДУКТИВНІСТЬ <i>AERVA LANATA</i> В УМОВАХ <i>IN VITRO</i>	
<i>Льошина Л. Г., Булко О. В., Кучук М. В.</i>	69
СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО МАЮТЬ В СВОЄМУ СКЛАДІ ГЕНИ БІОСИНТЕЗУ ТРЕГАЛОЗИ З ДРІЖДЖІВ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> ДЛЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИН	
<i>Нищенко Л., Кваско А., Ісаєнков С., Дмитрук К., Сахно Л., Ємець А.</i>	70
ІНІЦІАЦІЯ КУЛЬТУРИ <i>IN VITRO</i> ТА РОЗРОБКА ПРОТОКОЛІВ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ВИДУ <i>CRAMBE STEVENIANA</i> RUPR.	
<i>Пушкарьова Н. О., Кучук М. В., Ємець А. І.</i>	71
ФАРМАКОЛОГІЧНО ЦІННІ ПОЛІФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ У <i>IN VITRO</i> -РОСЛИНАХ ТА АГАРИЗОВАНОМУ ЖИВИЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	
<i>Ревуцька А. З., Белава В. Н., Таран Н. Ю.</i>	73
ВПЛИВ ЕКЗОГЕННИХ ЦИТОКІНІНІВ НА МОРФОГЕНЕЗ ГАМЕТОФІТУ <i>DRYOPTERIS FILIX-MAS</i> (L.) SCHOTT В КУЛЬТУРІ <i>IN VITRO</i>	
<i>Романенко К. О., Косаківська І. В., Бабенко Л. М., Вашека О. В., Романенко П. О.</i>	73
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ГЕНЕТИЧНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТЕМПІВ РОЗВИТКУ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ МЕХАНІЗМІВ КОМПЛЕКСНОЇ СТІЙКОСТІ <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L. ЗА УМОВ <i>IN VIVO</i> ТА <i>IN VITRO</i>	
<i>Терентьєва Н. В.</i>	74
ПІДХІД МОДЕЛЮВАННЯ ДО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ПОГЛИНАННЯ БІОГЕНІВ В КУЛЬТУРІ <i>DUNALIELLA SALINA</i> TEODOR	
<i>Комариста В. П.</i>	76

СЕКЦІЯ 5.

ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ»

РІСТСТИМУЛЮЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ОКРЕМИХ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЩО СИНТЕЗУЮТЬ ФІТОГОРМОНИ	
<i>Віннікова О. І., Кривошея О. С.</i>	77
ЕФЕКТИ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ <i>HORDEUM VULGARE</i> L. ҐРУНТОВИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ	
<i>Глушач Д. В.</i>	78
ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ДІЇ РІЗНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
<i>Коць С. Я., Маменко Т. П., Пухтасевич П. П., Мокрицький К. О.</i>	79
ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ НА МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ФІТОПАТОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	
<i>Раєвська І. М., Віннікова О. І.</i>	80

ОТРИМАННЯ ЛІНІЙ РОСЛИН ТОМАТУ СТІЙКИХ ДО ПАРАЗИТИЧНОЇ НЕМАТОДИ <i>MELOIDOGYNE INCOGNITA</i> ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕГУЛЯТОРІВ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ <i>IN VITRO</i> <i>Шиша О. М., Циганкова В. А., Корнієнко А. М., Андрусевич Я. В., Білявська Л. О., Іутинська Г. О., Снівак С. І., Ємець А. І., Блюм Я. Б.</i>	81
BIOCHEMICAL AND MOLECULAR-GENETIC IDENTIFICATION OF BACTERIA GENUS <i>LACTOBACILLUS</i> <i>Kalinichenko S. V., Melentyeva K. V., Korotkyh O. O.</i>	82
ЕКСУДАТ НАСІННЯ СОЇ МОДУЛЮЄ ДІЮ ЕКСУДАТУ КОРЕНІВ НА НОДУЛЯЦІЮ І АЗОТФІКАЦІЮ У РОСЛИН СОЇ <i>Мельникова Н.М.</i>	83
CYTOKININS OCCURRENCE IN MYCELIAL BIOMASS OF MEDICINAL MUSHROOMS <i>Vedenicheva N.P., Al-Maali G.A., Bisko N.A., Kosakivska I.V.</i>	84

СЕКЦІЯ 6.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЇ РОСЛИН

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОРОСТКІВ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ЗА ОБРОБКИ АРАХІДОНОВОЮ КИСЛОТОЮ <i>Алескєрова М. Т., Якуба І. П.</i>	85
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН РОДУ <i>ALLIUM</i> ДЛЯ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ <i>Войтович О. М., Чеботар Д. О.</i>	86
СУЧАСНИЙ ДИЗАЙН СОРТІВ ВИНОГРАДУ <i>V. VINIFERA L.</i> ЗА ДОПОМОГОЮ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ <i>Карастан О. М., Мулюкіна Н. А., Папіна О. С.</i>	87
КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОХОРОНИ ЕКОСИСТЕМ <i>Коваленко І. М.</i>	88
АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ З ТРАНСГЕННИХ КОРЕНІВ ПОЛИНУ ЗВИЧАЙНОГО <i>Матвєєва Н. А., Дробот К. О., Бриндза Я.</i>	89
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН <i>Попов В. М., Долгова Т. А.</i>	90
БІОЛОГІЯ РОСЛИН У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ЛІКАРЯ (НА ПРИКЛАДІ МЕДИЧНОЇ БІОЛОГІЇ) <i>Садовниченко Ю. О., Пастухова Н. Л., М'ясоєдов В. В.</i>	91
ВПЛИВ ОБРОБКИ РОСЛИН МІКРОДОБРИВОМ, ХЕЛАТОВАНИМ ЛИМОННОЮ КИСЛОТОЮ, НА АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ПРАПОРЦЕВИХ ЛИСТКІВ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ <i>Ситник С. К., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С., Стасик О. О.</i>	92
АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ РОСЛИН ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МІСЬКИХ ЛАНДШАФТАХ ЗА УМОВ ЗМІН КЛІМАТУ <i>Демченко М., Косик О., Світлова Н., Баданіна В., Таран Н.</i>	95
ВПЛИВ ПРИРОДНИХ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА АДАПТИВНИЙ СТАН, РІСТ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ГОРОХУ В СЕМИАРІДНИХ УМОВАХ <i>Колесніков М. О., Пащенко Ю. П., Колеснікова А. М.</i>	95
ПОКАЗЧИК АВТОРІВ.....	96

CONTENT

SECTION 1.

REGULATORY MECHANISMS OF ONTOGENESIS, GROWTH AND PLANT DEVELOPMENT

ANATOMICAL ANALYSIS OF *POTENTILLA ANSERINA* ROOTS

Ambrozyuk O. B., Matcyk O. B...... 17

POLYMORPHISM OF PHOTOPERIOD SENSITIVITY GENES IN WHEAT VARIETIES OF THE INSTITUTE OF IRRIGATED FARMING

Bakuma A. O., Chebotar G. O., Lavrynenko Yu. O., Chebotar S. V...... 18

THE NEW TYPES OF SELF-INCOMPATIBILITY IN WILD HETEROSTYLOUS LINUM SPECIES OF *DASYLIUM* SECTION

Levchuk H., Donchenko I...... 19

FEATURES OF THE PHOTOPERIODIC REACTION IN WINTER SOFT WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Zhmurko V. V...... 20

THE SPECTRUM OF SELF-INCOMPATIBILITY TYPES IN WILD HETEROSTYLUOS SPECIES OF GENUS *LINUM* L.

Levchuk H., Kyrychenko O...... 21

SUMMURY. REPRODUCTIVE PROCESS IN *ULMUS CAMPESTRIS* VAR. *SUBEROSA* WAHL. POPULATION IN NATURAL PHYTOCENSUSES

Lykholat Yu. V., Khromykh N. O., Alexeyeva A. A., Didur O. O., Lykholat T. Yu...... 22

APOPTOSIS REACTIONS IN SEEDLINGS *TRITICUM AESTIVUM* L. WITH A DIFFERENT TYPE OF DEVELOPMENT

Petlyuk V. V...... 23

SUMMARY. THE SYSTEMS OF INITIAL WHEAT DEVELOPMENT DELAY DON'T PREVENT FROM THE HIGH PRODUCTIVITY POTENTIAL

Stelmakh A. F., Fait V. I...... 24

MODERN ALTERNATIVE VARIETIES OF BREAD WHEAT: TYPE OF DEVELOPMENT AND PHOTOPERIODIC SENSITIVITY

Fait V. I., Hubich O. Yu., Balashova I. A...... 25

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND CHLOROPLASTS ULTRASTRUCTURE OF *DRYOPTERIS FILIX-MAS* FRONDS AT DIFFERENT STAGES

Shcherbatiuk M. M., Babenko L. M., Kosakivska I. V...... 26

THE ROLE OF *VRN* GENES SYSTEM, PHYTOHORMONAL AND TROPHIC REGULATION OF VERNALIZATION PROCESS OF WINTER WHEAT *IN VIVO* AND *IN VITRO*

Chumakova V.V...... 27

SECTION 2.

MOLECULAR AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES

PROTEIN COMPOSITION AND TRYPSIN INHIBITORS ACTIVITY IN EMMER AND DURUM WHEAT GRAIN

Borysova O. V., Ruzhitska O. M...... 30

PHYTOHORMONES IN REGULATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE UKRAINE FLORA LEPTOSPORANGIAL FERN *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT

Voytenko L. V., Vasyuk V. A., Kosakivska I. V...... 31

METABOLISM OF CARBOHYDRATES AS A FACTOR IN THE REGULATION OF RATES OF DEVELOPMENT OF PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL PLANTS UNDER DIFFERENT PHOTOPERIODS	
<i>Zhmurko V. V.</i>	32
CORELATION OXIDATIVE ENZYMATIC ACTIVITY AS TEST-PARAMETER TO COLD ADAPTATION OF ARBOREAL INTRODUCED PLANTS	
<i>Zaitseva I.O.</i>	33
INFLUENCE OF PHOTOPERIOD ON CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE LEAVES OF PLANTS OF ISOGENIC PPD LINES OF WINTER WHEAT (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.)	
<i>Zubrich O.I.</i>	34
COOPER CONCENTRATION IN GRAIN OF SPRING WHEAT GROWN UNDER DIFFERENT SOIL CONDITIONS	
<i>Makar O., Kavylych Ya., Batrashkina T., Patsula O., Bunio L., Terek O., Romanyuk N., Kozlovskyy V.</i>	36
INFLUENCE OF RED LIGHT ON THE OXYDOREDUCTASE ACTIVITY LEVELS IN TOMATOES LEAVES	
<i>Mogilevtseva A. V., Schogolev A. S.</i>	37
IZOENZYMES OF PEROXIDASE IN DIFFERENT FORMS OF WHEAT	
<i>Sirant L. V., Mamenko T. P.</i>	38
PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS OF A SHORT-TWO AND PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL SOYBEAN DEPENDENCE FROM THE RED LIGHT RADIATION	
<i>Timoshenko V. F.</i>	39
INFLUENCE OF PHOTOPERIOD AND RED LIGHT LENGTH ON NITRATE EXCHANGE OF SHORT-TWO AND PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL LINES OF SOYBEAN	
<i>Timoshenko V. F., Rezunenko A. A.</i>	40
PHOTOPERIOD AND <i>E</i> GENES EFFECTS ON THE ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN LEAVES AND SEEDS OF SOYBEAN IZOGENIC LINES	
<i>Yukhno Yu.Yu., Lozynska K.O.</i>	41
ACCUMULATION OF CARBOHYDRATES AND OIL IN SOYBEAN SEEDS (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) IN THE PROCESS OF FORMATION AT PHOTOPERIODIC INDUCTION	
<i>Hayder Nabil Hussain Al-Hamadeni, Zhmurko V. V.</i>	41

SECTION 3.

MECHANISMS OF ADAPTABILITY AND RESISTANCE OF PLANTS

INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON SOIL AND PHYTOTOXIC EFFECT IN CONDITIONS OF UZHGOROD DISTRICT OF ZAKARPATTIA	
<i>Bodnariuk R. M., Vakerych M. M., Nikolaichuk V. I., Hedzur T. I., Belchhazy V. J., Vajda P. V.</i>	44
ACTION OF HYDROGEN SULFIDE DONOR AND COLD HARDENING ON ACTIVITY OF PHENYLALANINE AMMONIA-LYASE AND FLAVONOID CONTENT IN SEEDLINGS OF WINTER RYE AND WHEAT	
<i>Horievova E. I., Kolupaev Yu. E., Yastreb T. O., Ryabchun N. I.</i>	45
INFLUENCE OF TOXIC METALS – LEAD AND CADMIUM ON MICROTUBULES ARABIDOPSIS THALIANA MAIN ROOT CELLS	
<i>Horiunova I. I., Yemets A. I., Blume Y. B.</i>	46
FEATURES OF THE WATER REGIME OF TREE PLANTS IN DIFFERENT CONDITIONS OF KAMYANETS-PODILSKY	
<i>Hryhorchuk I.D.</i>	47

ANTAGONISM OF L-ARGININ- AND NITRATE-DEPENDENT PATHWAYS OF NO SYNTHESIS AT INDUCTION OF ANTIOXIDATIVE SYSTEM OF WHEAT PLANTLETS AND THEIR HEAT RESISTANCE <i>Karpets Yu. V., Kolupaev Yu. E., Shvidenko N. V., Lugovaya A. A.</i>	48
THE DYNAMICS OF CONTENT OF CHLOROPHYLLS IN LEAVES OF REPRESENTATIVES OF SORT OF ACER L. IN THE CONDITIONS OF URBOCENOSE <i>Legostaeva T.V.</i>	49
WHEAT PR-PROTEINS ACTIVITY AT THE INFECTION OF <i>FUSARIUM GRAMINEARUM</i> AND ACTION OF SIGNAL MOLECULS <i>Molodchenkova O. O., Rushchakova O. V.</i>	50
GERMINATION OF TOMATO SEEDS (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i>) UNDER THE A-TOCOPHEROL EFFECT AND SALINITY CONDITION <i>Paschenko U., Kolesnikov M.</i>	51
EFFECT OF HARDENING AT A DIFFERENT LENGTH OF THE DAY ON FROST RESISTANCE OF MODERN VARIETIES OF ALTERNATE WHEAT <i>Fait V. I., Hubich O. Yu., Fedorova V. R., Naguliak O. I.</i>	52
RESISTANCE OF ANATOMIC CHARACTERISTICS OF <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> STEM TO THE INFLUENCE OF SO ₂ AND NO ₂ POLLUTION <i>Yusypiva T.</i>	53
REACTION OF ARABIDOPSIS <i>CO11</i> AND <i>JIN1</i> MUTANTS ON ACTION OF METHYL JASMONATE AND SALT STRESS <i>Yastreb T. O., Kolupaev Yu. E., Shvidenko N. V., Dmitriev A. P.</i>	54
PECULIARITIES OF LEAF CELL ULTRASTRUCTURAL ORGANISATION OF <i>TRITICUM SPELTA</i> L. AFFECTED BY EXTREME TEMPERATURES <i>Babenko L.M., Babenko A.V., Kosakivska I.V.</i>	54
EFFECT OF MODERATE SOIL DROUGHT ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF <i>TRITICUM AESTIVUM</i> AND <i>TRITICUM SPELTA</i> <i>Vasyuk V.A., Voytenko L.V., Kosakivska I.V.</i>	55

SECTION 4.

BIOTECHNOLOGY, BIOENGINEERING AND PLANT TRANSGENESIS

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE REGULATION OF MORPHOGENESIS OF PLANTS WHITE WHEAT IN VIVO AND IN VITRO <i>Avksentieva O. O.</i>	58
INFLUENCE OF MODIFIED STARCH AS A LIVING ENVIRONMENT COMPONENT ON THE MAIN STAGES OF IN VITRO CULTIVATION OF IZOGENIC LINES OF WHEAT <i>Avksentieva O. O., Bilinskaya O. V.</i>	59
EFFECT OF COLD PRETREATMENT AT A LOW POSITIVE TEMPERATURE ON THE EFFICIENCY OF ANDROGENESIS <i>IN VITRO</i> IN SPRING BARLEY <i>Bilynska O. V.</i>	60
INFLUENCE OF IRRADIATION BY RED LIGHT ON CARBOHYDRATE CONTENT IN SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC RESPONSE UNDER IN VITRO AND IN VIVO CONDITIONS <i>Borozna O. S., Timoshenko V. F.</i>	61
MORPHOPHYSIOLOGICAL PROCESSES IN CALLUS CULTURE OF ISOGENIC LINES OF SOYBEAN (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC SENSITIVITY <i>Vasilchenko M. S.</i>	63
EFFECTIVENESS OF LED LIGHT IN MICROPROPAGATION OF <i>CUCUMIS SATIVUS</i> L <i>Vitsenya T. I., Ivchenko T. I.</i>	64

INFLUENCE OF LIGHTING CONDITIONS AND OSMOTICALLY ACTIVE COMPOUNDS ON WATER REGIME FOR <i>GENTIANA LUTEA</i> L. PLANTS <i>IN VITRO</i>	
<i>Hrytsak L. R., Hrytsak V. Yu., Drobyk N. M.</i>	65
WATER REGIME FOR PLANTS OF <i>CARLINA ONOPORDIFOLIA</i> BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET PAWL. IN NATURE AND <i>IN VITRO</i> CONDITIONS	
<i>Kravets N. B., Panteleymin M. I., Drobyk N. M.</i>	66
THE DEVELOPMENT AND APPROBATION OF THE ALGORITHM OF TRANSFER OF DNA TANDEM REPEATS BETWEEN TRITICEAE SPECIES	
<i>Kroupin P. Yu., Karlov G. I., Divashuk M. G.</i>	67
INVESTIGATIONS OF PROLINE CONTENT IN TRANSGENIC POTATO PLANTS THAT CONTAIN THE SEQUENCE OF PROLINE DEHYDROGENASE DSRNK-SUPPRESSOR	
<i>Lystvan K. V., Ovcharenko O. O., Rudas V. A., Nifantova S. M., Shcherbak N. L.</i>	68
LED LIGHTING INFLUENCE THE REPRODUCTION OF <i>AERVA LANATA</i> <i>IN VITRO</i>	
<i>Liozhyna L. G., Bulko O. V., Kuchuk N. V.</i>	69
CREATION OF GENETIC CONSTRUCTS BEARING THE GENES FOR TREHALOSE BIOSYNTHESIS FROM YEAST <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> FOR PLANT TRANSFORMATION	
<i>Nyschenko L., Kvasko A., Isayenkov S., Dmytruk K., Sakhno L., Yemets A.</i>	70
<i>CRAMBE STEVENIANA</i> PLANTS <i>IN VITRO</i> CULTURE ESTABLISHMENT WITH PROPAGATION AND ADAPTATION PROTOCOLS	
<i>Pushkarova N. O., Kuchuk M. V., Yemets A. I.</i>	71
PHARMACOLOGICALLY VALUABLE POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN <i>IN VITRO</i>-PLANTS AND THE AGARIZED NUTRIENT MEDIUM	
<i>Revutska A. Z., Belava V. N., Taran N. Yu.</i>	73
EXOGENOUS CYTOKININS EFFECTS ON <i>DRYOPTERIS FILIX-MAS</i> (L.) SCHOTT GAMETOPHYTE MORPHOGENESIS <i>IN VITRO</i> CULTURE	
<i>Romanenko K. O., Kosakivska I. V., Babenko L. M., Vasheka O. V., Romanenko P. O.</i>	73
THE STUDY OF THE ROLE OF GENETIC SYSTEMS FOR CONTROLLING THE RATE OF DEVELOPMENT OF PLANTS IN THE FORMATION OF MECHANISMS OF INTEGRATED STABILITY <i>TRITICUM AESTIVUM</i> L. IN VIVO AND <i>IN VITRO</i> CONDITIONS	
<i>Terentieva N. V.</i>	74
MODELING APPROACH TO NUTRIENT UPTAKE DYNAMICS ANALYSIS IN <i>DUNALIELLA SALINA</i> TEODOR. CULTURE	
<i>Komaristaya V. P.</i>	75

SECTION 5.

INTERACTIONS IN THE SYSTEM «PLANT-MICROORGANISM»

GROWTH STIMULATING PROPERTIES OF SOME SOIL MICROORGANISMS CONTAINING PHYTOGORMONES	
<i>Vinnikova O. I., Krivoshey O. S.</i>	78
EFFECTS OF INOCULATION OF <i>HORDEUM VULGARE</i> L. SEED SOILS IN FIELD RESEARCH	
<i>Glushach D. V.</i>	79
FORMATION AND FUNCTIONING OF RHIZOBIUM-LEGUME SYMBIOSIS FOR DIFFERENT WATER SUPPLY.	80
<i>Kots S. Ya., Mamenko T. P., Pukhtaevitch P. P., Mokritsky K. A.</i>	80
INFLUENCE OF BACTERIZATION OF SEEDS ON MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT PLANTS UNDER PHYTOPATHOGENIC LOAD	
<i>Rayevska I. M., Vinnikova O. I.</i>	81

USING OF THE BIOSTIMULANTS OF MICROBIOLOGICAL ORIGIN FOR OBTAINING <i>IN VITRO</i> PLANTS OF TOMATO (<i>LYCOPERSICON ESCULENTUM</i> MILL.) RESISTANT TO NEMATODE <i>MELOIDOGYNE INCOGNITA</i>	
<i>Shysha E. N., Tsygankova V. A., Kornienko A. N., Andrusevich Ya. V., Biliavska L. O., Iutynska G. A., Spivak S. I., Yemets A.I., Blume Ya. B.</i>	82
BIOCHEMICAL AND MOLECULAR-GENETIC IDENTIFICATION OF BACTERIA GENUS <i>LACTOBACILLUS</i>	
<i>Kalinichenko S. V., Melentyeva K. V., Korotkyh O. O.</i>	82
SOYBEAN SEED EXUDATE MODULATES THE EFFECT OF ROOT EXUDATE ON NODULATION AND NITROGEN FIXATION OF SOYBEAN	
<i>Melnykova N. M.</i>	83
CYTOKININS OCCURRENCE IN MYCELIAL BIOMASS OF MEDICINAL MUSHROOMS	
<i>Vedenicheva N. P., Al-Maali G. A., Bisko N. A., Kosakivska I. V.</i>	84

SECTION 6.

APPLIED ASPECTS OF PLANT BIOLOGY

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES OF THE SEEDLINGS OF SOME VEGETABLE CROPS TREATED BY ARACHIDONIC ACID	
<i>Alieskerova M. T., Yakuba I. P.</i>	86
POSSIBILITIES OF USE OF <i>ALLIUM</i> GENUS PLANTS USAGE FOR CYTOGENETIC STUDIES	
<i>Voitovych O. M., Chebotar D. O.</i>	87
MODERN DESIGN GRAPE VARIETIES USING MOLECULAR MARKERS	
<i>Karastan O., Mulyukina N., Papina O.</i>	88
INTEGRATED APPROACH TO THE ECOSYSTEM PROTECTION	
<i>Kovalenko I. N.</i>	89
ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS FROM COMMON WORMWOOD TRANSGENIC ROOTS	
<i>Matvieieva N., Drobot K., Bindza J.</i>	90
MODERN METHODS OF CROPS RESEARCH	
<i>Popov V. M., Dolhova T. A.</i>	91
PLANT BIOLOGY IN PREPARING OF FUTURE DOCTOR (THROUGH THE EXAMPLE OF MEDICAL BIOLOGY)	
<i>Sadovnychenko Yu.O., Pastukhova N.L., Myasoyedov V.V.</i>	92
INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF A COMPLEX OF MICROELEMENTS HELATED BY CITRIC ACID ON THE ACTIVITY OF WINTER WHEAT FLAG LEAF PHOTOSYNTHETIC APPARATE UNDER DIFFERENT WATER REGIMES	
<i>Stasik O. O., Sitnik S. K., Priyadkina G. O., Kapitanska O.S.</i>	93
ADAPTIVE STRATEGIES OF PLANT RESOURCES FOR THEIR USING IN URBAN LANDSCAPING IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS	
<i>Demchenko M., Kosyk O., Svetlova N., Badanina V., Taran N.</i>	95
THE INFLUENCE OF NATURAL BIOSTIMULANTS ON ADAPTIVE STATE, GROWTH AND YIELD OF PEA PLANTS UNDER SEMIARID CONDITION	
<i>Kolesnikov M., Paschenko U., Kolesnikova A.</i>	94
INDEX OF AUTHORS.....	97

Секція 1.

ОНТОГЕНЕЗ, РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН – МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ

Section 1.

REGULATORY MECHANISMS OF ONTOGENESIS, GROWTH AND PLANT DEVELOPMENT

АНАТОМІЧНА БУДОВА КОРЕНЯ ПЕРСТАЧУ ГУСЯЧОГО

Амброзюк О. Б.¹, Мацюк О. Б.²

¹ ПВНЗ «Медичний коледж», м. Тернопіль, вул. Текстильна, 8а,, 46010, Україна

² Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027, Україна
e-mail: ksjynja_13@ukr.net

Перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.) – багаторічна трав'яниста рослина родини Розові (*Posaceae*). У доступних нам джерелах літератури інформації про наукове дослідження перстачу гусячого недостатньо. Метою даної роботи було проаналізувати підземні органи досліджуваної рослини з метою виділення їх основних діагностичних анатомічних ознак для ідентифікації нової лікарської рослинної сировини.

Досліджували корені перстачу гусячого, зібрані на території Бережанського району Тернопільської області. Для анатомічних досліджень використовували фіксовану у суміші гліцерин-спирт-вода (1:1:1) рослинну сировину. Внутрішню будову підземних органів перстачу гусячого вивчали на поперечних зрізах під мікроскопом МС 10. Мікрофотозйомки виконували фотокамерою Samsung PL50, окуляр Х 10, об'єктиви –Х10, Х 40, Х 100.

Анатомічна будова додаткових коренів змінюється у залежності від віку, ступеня вторинного потовщення та зони, з якої зроблені зрізи. Встановлено, що структура цьогорічних, малопотовщених коренів, відрізняється від структури кореневих бульб та багаторічних коренів.

У однорічних коренів на зрізах, зроблених на різному рівні спостерігається формування вторинної безпучкової будови. У нижній, більш молодій частині, первинна кора зберігає багат шарову екзодерму, вкрита вузьким шаром субепідермального корка та має на межі з мезодермою шари вихідного субекзодермального корка. Гістологічний склад екзодерми мінливий: вона більш чи менш рівномірно пухка або з великими повітроносними порожнинами; може бути однорідною або містити склереїди у вигляді потовщених кілець, які розташовані малочисельними групами або поодинокі. У мезодермі багат шарові кільця запасаючої паренхіми чергуються з вузькими кільцями крупніших порожнистих клітин без крохмальних зерен або з невеликою їх кількістю. Крохмальні зерна овальної форми, містять прості концентричні та складні з двома центрами утвори. Багат шаровий камбій має вигляд 4-5 дуг звивистого або рівномірного кільця (Марчишин С.М., Амброзюк О.Б., 2010). Флоема майже недиференційована. Ксилема без виразних паренхімних променів, складається, головним чином, із спіральних, пористих судин та крохмаленосної паренхіми, яка займає також і центральну частину кореня, утворюючи псевдосерцевину.

У середній зоні коренів і дещо ближче до кореневища, екзодерма деформується, злущується, і тоді корені вкриває багат шарова субекзодермальна перидерма. Мезодерма неоднорідна. У ній шаруваті кільця (їх 3-7) запасуючої паренхіми чергуються з шарами клітин ендодермального типу без крохмальних зерен, з тонкими, окорковілими оболонками. На периферії коренів частина цих клітин поступово руйнується, відмирає, внаслідок чого утворюються великі порожнини. Клітини решти шарів паренхіми залишаються живими, у тому числі й ті, які мають частково окорковілі оболонки.

SUMMARY. ANATOMICAL ANALYSIS OF *POTENTILLA ANSERINA* ROOTS

Ambrozyuk O. B., Matcyk O. B.

Anatomical structure of leaves underground organs (roots) *Potentilla anserine* was investigated. The main anatomical features of roots were established to identify the medicinal plant material.

ПОЛІМОРФІЗМ ЗА ГЕНАМИ ФОТОПЕРІОДИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ У СОРТІВ ПШЕНИЦІ ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Бакума А. О.¹, Чеботар Г. О.¹, Лавриненко Ю. О.², Чеботар С. В.^{1,3}

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна;
e-mail: s.v.chebotar@onu.edu.ua

² Інститут зрошуваного землеробства НААН України,
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483

³Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення
НААН України, вул. Овідіопольська дорога, 3, Одеса, 65036, Україна

Гени системи *Ppd-1* (*Ppd-A1*, *Ppd-B1*, *Ppd-D1*), які локалізовані у коротких плечах хромосом другої гомеологічної групи 2A, 2B і 2D, детермінують чутливість сортів м'якої пшениці до фотоперіоду, а саме впливають на темпи розвитку, урожайність та задіяні в адаптації пшениці до різних агрокліматичних умов. Рецесивні алелі *b* генів *Ppd* ідентифікуються у чутливих до довжини дня сортів, а домінуючі алелі характеризуються мутаціями в промоторній області генів (*Ppd-D1a* та *Ppd-A1a* містять делеції 2089 і 1085 п.н., відповідно; *Ppd-B1a* – інсерцію 308 п.н.) та обумовлюють нечутливість до фотоперіоду (Beales et al., 2007; Nishida et al., 2013; Seki et al., 2011). Крім того, знайдено вісім гаплотипів, сформованих різними комбінаціями мутацій гена *Ppd-D1*, а саме: двома поліморфними сайтами в області промотора, одним в I інtronі і двома в кодуєчій послідовності VII та VIII екзонів (Beales et al., 2007; Guo et al., 2010; Chen et al., 2013). Ступінь чутливості до фотоперіоду м'якої пшениці також пов'язують з наявністю в геномі декількох функціональних копій гена *Ppd-B1* та їх ступенем метилування (Diaz et al., 2012).

Метою роботи було визначити *Ppd-1* генотипи, гаплотипний склад за геном *Ppd-D1* та наявність варіабельності за числом копій гена *Ppd-B1* у сортів м'якої пшениці селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН України (ІЗР; м. Херсон). Досліджували сорти: Анатолія (2015), Благо (2011), Бургунка (2015), Конка (2014), Кохана (2009), Кошова (у сортовипробуванні), Леда (2016), Марія (2013), Овідій (2009), Росинка (2007), Соборна (у сортовипробуванні), Херсонська безоста (2002), Херсонська 99 (2005).

ДНК виділяли за стандартним методом зі СТАВ. ПЛР виконували як рекомендовано (Beales et al., 2007; Nishida et al., 2013; Seki et al., 2011; Guo et al., 2010; Chen et al., 2013). Продукти ампліфікації фракціонували в 1% агарозному гелі та в 7% поліакриламідному гелі, візуалізували продукти ПЛР в ПААГ із застосуванням AgNO₃.

За локусами *Ppd-B1* та *Ppd-A1* виявлено фрагменти ампліфікації, розміром 1292 п.н. та 299 п.н., відповідно. Отже, всі сорти несуть рецесивні алелі *Ppd-B1b* і *Ppd-A1b*. У всіх сортів виявлено фрагмент ампліфікації розміром 288 п. н., який відповідає алелю *Ppd-D1a*. За наявністю певних комбінацій мутацій в структурі гена *Ppd-D1* сорти ІЗР віднесли до VII

гаплотипу, який характеризується наявністю делеції 2089 п.н. перед кодуєчим регіоном гену в комбінації з інсерціями TE в I інтроні і 5 п.н. в VII екзоні. Також, не детектовано сортів носіїв трьох або чотирьох копій гена *Ppd-B1*.

У 2018 році дослідженні сорти виколошувалися з 6 по 12 травня на зрошені та з 7 по 14 травня на богарі.

Отримані данні добре узгоджуються з результатами досліджень інших озимих сортів пшениці української селекції. За даними літератури (Бакума та ін., 2016; Чеботар та ін., 2017; Vakuma et al., 2017) більшість сучасних українських сортів є носіями *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b* і *Ppd-D1a* алелів. Така комбінація алелів тестована у 13 сортів озимої пшениці селекції Полтавської державної аграрної академії (Чеботар та ін., 2017), у 15 з 16 сортів Білоцерківської дослідно-селекційної станції (Філімонов та ін., 2018), 10 з 14 сортів Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (Бакума та ін., 2016). Також, переважна більшість сортів озимої пшениці відноситься до VII гаплотипу. Дещо більш поліморфними за гаплотипами *Ppd-D1* гену виявляються ярі сорти української селекції (Vakuma et al., 2017). За даними Балашової і Файта (2015), поліморфізм за кількістю функціональних копій *Ppd-B1* гену детектується досить рідко у сортів озимої м'якої пшениці вітчизняної селекції.

SUMMARY. POLYMORPHISM OF PHOTOPERIOD SENSITIVITY GENES IN WHEAT VARIETIES OF THE INSTITUTE OF IRRIGATED FARMING

Bakuma A. O., Chebotar G. O., Lavrynenko Yu. O., Chebotar S. V.

The *Ppd-1* genotypes, the haplotypes of *Ppd-D1* gene and copy number variations of the *Ppd-B1* gene were analyzed in 13 bread wheat varieties from the Institute of Irrigated Farming NAAS of Ukraine (IIF). All investigated varieties were characterized by *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b* and *Ppd-D1a* alleles. All IIF varieties were assigned to the VII haplotype (absence of 2089 bp upstream the coding region, TE in intron I and 5 bp in exon VII) by *Ppd-D1* gene. Among tested varieties, the carriers of three or four copies of the *Ppd-B1* gene were not detected.

НОВІ ТИПИ САМОНЕСУМІСНОСТІ У ДИКИХ ГЕТЕРОСТИЛЬНИХ ВИДІВ ЛЬОНУ СЕКЦІЇ *DASYLINUM*

Донченко І. А.¹, Левчук Г. М.²

¹Запорізький національний університет, каф. садово-паркового господарства та генетики, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя – 69600, Україна.
e-mail: nevskaya_1995@ukr.net

²Інститут олійних культур НААН України, вул. Інститутська, 1, Запорізька область, Запорізький район, с. Сонячне – 70417, Україна

Все більшого значення в генетичних та селекційних дослідженнях набуває пошук донорів нових генів. Доволі перспективними у цьому плані є дикі види, які є еволюційно близькими до культурних рослин. Однак на шляху їх введення у селекційну роботу стають бар'єри несумісності і тому найчастіше отримати життєздатне насіння від схрещувань між культурними рослинами та дикими видами не вдається.

Льон культурний (*Linum usitatissimum*) відносять до роду *Linum*, який включає у себе більше 200 видів, однак культивується тільки цей вид. Причина цього полягає у генетичній різномірності (каріотипі) різних диких видів а також різних складних механізмах опилення та запліднення. В першу чергу це наявність різних типів гетеростилії та пов'язаних з цим різних типів самонесумісності.

У зв'язку з цим різні гетеростильні види цього роду є вдалими модельними об'єктами для вивчення механізмів несумісності. Особливої уваги заслуговують види секції *Dasylinum*, які на відміну від інших гетеростильних видів льону мають не 2 типи квітів у популяції одного виду, а три, що може бути пов'язано на нашу думку з різними типами несумісності.

Тому метою нашого дослідження було встановити тип (або типи?) самонесумісності у

представників 2 видів секції *Dasylinum* роду *Linum*.

Об'єктами дослідження були обрані рослини різних квіткових морф диких гетеростильних видів льону, що належать до секції *Dasylinum*: *Linum hirsutum* L. та *Linum pubescens* Banks.

Були проведені окремо для довго- та короткостовпчикових квіткових морф обох видів льону схрещування 3 типів:

1) міжморфні перехресні запилення – жіноча та чоловіча частина бралася з різних квіткових морф;

2) внутрішньоморфні перехресні запилення – жіноча та чоловіча частина бралася з одних квіткових морф, але різних рослин;

3) самозапилення – наносився пилок на маточку тієї самої рослини.

В результаті роботи було встановлено, що у обох видів, які були досліджені, коробочки з насінням були утворені тільки від міжморфного перехресного запилення та внутрішньоморфного перехресного запилення, де у якості батьківського компонента був використаний пилок з тичинок середньої довжини. Виявлено, що найбільша насіннева продуктивність спостерігається в результаті міжморфних схрещувань з використанням довгих та коротких частин квітки. Було встановлено, що у *L. hirsutum* схожими є тільки насіння отримане в результаті міжморфних схрещувань з використанням довгих та коротких частин квітки, а у *L. pubescens* Banks сходять усе насіння, що було отримане від міжморфних схрещувань, однак до пізніх етапів онтогенезу доживають рослини, які були отримані від міжморфних схрещувань з використанням довгих та коротких частин квітки. Доведено, що у видів секції *Dasylinum* присутні два типи несумісності – презиготична для довгих та коротких частин квітки та постзиготична для середніх частин квітки.

В результаті проведених досліджень було доведено, що досліджені види є триморфними дистильними видами, однак володіють одночасно двома типами несумісності.

SUMMARY. THE NEW TYPES OF SELF-INCOMPATIBILITY IN WILD HETEROSTYLOUS LINUM SPECIES OF *DASYLIUM* SECTION

Levchuk H., Donchenko I.

The objects of the study were various flower morphs of wild heterostylous *Linum* species of the *Dasylinum* section. Visible: *Linum hirsutum* L. and *Linum pubescens* Banks – to study the overcoming of self-incompatibility. Relevance of work: wild species have the potential for sustainability and it is therefore important to introduce these species into breeding activities. As a result of the research, it was found that the highest seed yield is observed as a result of intermorph crossings using long and short parts of the flower. From the given data, it follows that in the species of the section *Dasylinum* there are two types of incompatibility - prezygotic incompatibility for long and short parts of the flowers and postzygotic incompatibility for the middle parts of the flower. It is established that these species are trimorphic distilled species, but they have two types of incompatibility at the same time.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ У ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений и микроорганизмов
майдан Свободы 4, м. Харьков, 61022, Украина,
e-mail: zhmurko@karazin.ua

Основными информационными сигналами среды в регуляции темпов развития растений являются температура и продолжительность фотопериода. В процессе эволюции у пшеницы озимой в ответ на их воздействие сформировались две генетические системы

контроля темпов розвитку – *VRN* и *PPD*. Эффекты первой проявляются в результате действия на растения пониженной температуры (яровизации), которая определяет способность озимых сортов пшеницы переходить к колошению. Эффекты системы генов *PPD* проявляются после завершения яровизации и определяют сроки перехода сортов пшеницы озимой к колошению при изменении фотопериода. Нами исследовано проявление эффектов этих генов при взаимодействии, а также при раздельном действии на растения температурного и фотопериодического сигналов. Опыты проведены по схеме: 1) – растения выращены при 7-9 °С (яровизация протекает) в условиях 24-, 16- и 8-часового фотопериода и 2) – растения выращены при 20-22 °С (яровизация невозможна) при 24-, 16- и 8-часовом фотопериоде. Было исследовано более 100 сортов пшеницы озимой.

Показано, что при 7-9 °С в условиях разной продолжительности фотопериода все сорта переходили к колошению практически в одни те же сроки. При 20-22 °С в условиях разного фотопериода в модельной популяции сортов проявлялись длиннодневные сорта (раньше колосились на 24- и 16-часовом фотопериоде, чем на 8-часовом), короткодневные (раньше колосились на 8-часовом фотопериоде, чем на 24- и 16-часовом) и фотопериодически нейтральные сорта (колосились практически одновременно при всех фотопериодах). Следовательно, генетические системы *VRN* и *PPD* взаимодействуют в регуляции темпов развития пшеницы озимой – при пониженной температуре переход к колошению определяют гены *VRN*, а при повышенной (в отсутствие яровизации) – гены *PPD*. Факт дифференциации сортов на длиннодневные, короткодневные и фотопериодически нейтральные свидетельствует о том, что для пшеницы озимой и, вероятно, для других озимых злаков характерны те же фотопериодические группы, что и для растений ярового типа развития. Это положение подтверждается также в опытах по исследованию фитохромных эффектов на развитие сортов пшеницы озимой. При активации системы фитохромов путем прерывания продолжительного темного периода в короткодневном фотопериодическом цикле длиннодневные сорта существенно ускоряли переход к колошению, короткодневные, наоборот, замедляли его или даже не колосились, а фотопериодически нейтральные колосились одновременно как при прерывании темного периода, так и в его отсутствие. Установлено, что у короткодневных сортов в течение периода зимовки фотопериодическая реакция изменяется на длиннодневную. Нами показано также, что все короткодневные сорта являются более зимостойкими, чем длиннодневные и фотопериодически нейтральные.

SUMMARY. FEATURES OF THE PHOTOPERIODIC REACTION IN WINTER SOFT WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Zhmurko V. V.

Varieties of winter wheat under the low temperature influence (vernalization) do not show differences in the photoperiodic reaction. At the same time, under increased temperature (the absence of vernalization) and different photoperiod conditions, different types of photoperiodic reaction are manifested in the investigated wheat varieties.

СПЕКТР ТИПІВ САМОНЕСУМІСНОСТІ У ДИКИХ ГЕТЕРОСТИЛЬНИХ ВИДІВ РОДУ *LINUM* L.

Левчук А. Н.¹, Кириченко Е. В.²

¹ Інститут олійних культур НААН України, вул. Інститутська, 1, Запорізька область, Запорізький район, с. Сонячне – 70417, Україна
e-mail: anna207bio@mail.com

² Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська 31/17, м. Київ – 03022, Україна

Серед нині існуючих рослин близько половини є самозапильними. Інша половина рослин належить до групи перехреснозапильних. Для більшості рослин другої групи

характерне явище самонесумісності – фізіологічного механізму перешкоджання самозапиленню. У окремих самонесумісних видів є також морфологічний маркер генів самонесумісності – вони мають різну будову генеративних частин квітки. Такі види називають гетеростильними, а види, що не мають відмінностей – гомостильними, які зазвичай є самозапилюваними (Тахтаджян, 1981).

У процесі еволюційного розвитку самонесумісність змінює самосумісність тобто гетеростильні види переходять в гомостильні і навпаки для перешкоджання інбредної депресії, тому дуже цікавим є вивчення типів самонесумісності на прикладі одного таксону. Ці типи розділяють на дві великі групи – презиготична та постзиготична самонесумісність.

Доволі зручним об'єктом для вивчення несумісності є рід *Linum*, до складу якого входить більше 200 видів. Цей таксон має досить складні еволюційне походження в основі якого лежить багаторазова поліплоїдія та перехід від гетеростилії до гомостилії (Оптасюк, 2011).

У зв'язку з цим нами було зроблене припущення, що представники різних секцій виду *Linum* можуть мати різні типи самонесумісності. Для підтвердження цієї гіпотези нами були обрані 5 гетеростильних видів з різних секцій роду *Linum*: *L. perenne* (секція *Adenolinum*), *L. grandiflorum* (секція *Linum*), *L. hirsutum* (секція *Dasylinum*), *L. thracicum* (секція *Syllinum*) та *L. tenue* (секція *Linopsis*) та проведені усі можливі варіанти схрещувань у межах кожного з видів (самозапилення, міжморфне перехресне запилення та внутрішньоморфне перехресне запилення) з наступним аналізом життєздатності отриманого насіння.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що більшість видів має презиготичний тип самонесумісності (*L. perenne*, *L. tenue* та *L. thracicum*) – при несумісному запиленні блокується ріст пилкової трубки до запліднення. Однак жорсткий бар'єр несумісності одночасно у обох типів квіткових морф спостерігався тільки у *L. perenne* – коробочки та насіння у обох типів квіткових морф утворювалися тільки у результаті міжморфного перехресного запилення. У інших двох видів (*L. tenue* та *L. thracicum*) подібна закономірність спостерігалася тільки при використанні у якості материнського організму довгостовпчикової рослини. При використанні короткостовпчикової рослини як материнського компоненту коробочки та насіння утворювалися при обох варіантах перехресного запилення, однак сходило тільки насіння, утворене від міжморфних схрещувань.

Виявлено, що один з досліджених видів (*L. grandiflorum*) має постзиготичний тип самонесумісності – насіння утворюється у всіх варіантах схрещувань, однак життєздатним є тільки насіння отримане від міжморфних схрещувань.

Найцікавіший тип самонесумісності, на нашу думку, має представник секції *Dasylinum* – *L. hirsutum*, у якого було виявлено наявність одночасно двох типів самонесумісності: презиготичної та постзиготичної.

Отже, серед представників різних секцій роду *Linum* були виявлені різні типи самонесумісності: виявлені як представники з жорсткою презиготичною несумісністю (*L. perenne*), так і напівгомостильні види (*L. thracicum* та *L. tenue*) – види, у яких жорстка самонесумісність спостерігається тільки у довгостовпчикових квіткових морф. Крім того, був виявлений гетеростильний вид з постзиготичним типом самонесумісності (*L. grandiflorum*), а також вид (*L. hirsutum*), у якого наявні одразу обидва типи самонесумісності – презиготична та постзиготична.

SUMMARY. THE SPECTRUM OF SELF-INCOMPATIBILITY TYPES IN WILD HETEROSTYLUOS SPECIES OF GENUS *LINUM* L.

Levchuk H., Kyrychenko O.

Among the representatives in different sections of the genus *Linum*, the several types of self-compatibility were found: a rigid prezygotic self-incompatibility (*L. perenne*), and semi homostyled species (*L. thracicum* and *L. tenue*). In addition, the species with a postizygotic self-incompatibility type (*L. grandiflorum*) was found, as well as a species (*L. hirsutum*), which has both (prezygotic and postzygotic) self-compatibility types is present.

РЕПРОДУКТИВНИЙ ПРОЦЕС У ПОПУЛЯЦІЇ *ULMUS CAMPESTRIS* VAR. *SUBEROSA* WAHL. В ПРИРОДНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ

Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Алексєєва А. А., Дідур О. О., Лихолат Т. Ю.

Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара, кафедра фізіології та інтродукції рослин, пр. Гагіна, 72, м. Дніпро, 49010
e-mail: lykholat2006@ukr.net

Сучасна урбанізація і промисловий розвиток створюють передумови для деградації природної флори й активного поширення чужорідних видів. Посилення антропогенного впливу на природні фітоценози призводить, з одного боку, до збіднення видового складу регіональних флор, з іншого – до експансії та натуралізації неаборигенних (адвентивних) видів. Проникнення адвентивних видів у природні угруповання призводить до втрати регіональної специфіки флори та уніфікації рослинних угруповань на великих територіях. Цей процес в Україні супроводжується зростанням інвазійності адвентивних видів, що створює додаткову загрозу для місцевої флори, а саме: зростає ризик зникнення видів, зниження їх щільності; істотні зміни генетичної структури популяцій нативних видів, філогенетичного і таксономічного різноманіття, продуктивності екосистем (Lykholat et al., 2016).

Успіх інвазійного виду значною мірою обумовлений сприятливістю умов регіону вторинного ареалу, що виникають в результаті складних взаємодій між природними та антропогенними чинниками. Аналіз адвентивного елемента є обов'язковою складовою дослідження як природних, так і трансформованих флор (Лисогор, 2016). Особливої уваги потребують адвентивні деревні та чагарникові рослини, які змінюють структуру природних екосистем, порушують ценотичні зв'язки, створюючи сприятливе середовище для проникнення інших адвентивних видів.

Репродуктивний тиск популяції на рослинне угруповання оцінюють за кількістю утвореного насіння на одиницю площі. Важливим показником ефективності процесу репродукції є також репродуктивне зусилля, яке показує можливості рослинного організму за конкретних умов здійснювати алокацію речовин і енергії в органи розмноження. Насіннева продуктивність є чутливим та інформативним показником, що дозволяє оцінити генеративний потенціал як певних особин рослин, так і рослинних популяцій. Отже, показник чисельності утвореного насіння належить до найвагоміших характеристик, які здатні ілюструвати роль генеративного розмноження у забезпеченні життєздатності рослинних популяцій адвентивних інвазійних видів за мінливих кліматичних умов.

Дослідження насінневої продуктивності, яке проведено у локальній популяції *U. suberosa* показала, що частка генеративних особин у досліджуваній популяції становила 44,6%. У ході статистичного оцінювання запропонованої математичної моделі у популяції з'ясовано, що вона має високу працездатність, про що свідчить високий коефіцієнт детермінації у рівнянні регресії, адекватна, оскільки має високий рівень значущості P-Value та відображає стійкий тренд зміни чисельності утвореного насіння залежно від внеску в репродуктивний процес параметрів віку та висоти дерев інвазійного виду *U. suberosa* у локальної популяції насінневого походження на екотонній ділянці.

SUMMARY. REPRODUCTIVE PROCESS IN *ULMUS CAMPESTRIS* VAR. *SUBEROSA* WAHL. POPULATION IN NATURAL PHYTOCENSUSES

Lykholat Yu. V., Khromykh N. O., Alexeyeva A. A., Didur O. O., Lykholat T. Yu.

The ability of the *Ulmus campestris* var. *suberosa* wahl to variation of productivity and quality of the seeds, which provides certain advantages for the expansion of its boundaries was established. The results of the conducted population surveys convincingly confirm the hypothesis about the expansion of the *U. suberosa* invasive species in the man-made, ruderal and natural ecotopes in the steppe Dnieper region. The general laws and specific features of generative development, which allow to predict the probability of seed reproduction of adventitious species populations in the region of research are revealed.

ПРОЯВ РЕАКЦІЙ АПОПТОЗУ В ПРОРОСТКАХ СОРТІВ *TRITICUM AESTIVUM* L. З РІЗНИМ ТИПОМ РОЗВИТКУ

Петлюк В. В.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

Процес життєдіяльності рослинного організму супроводжується постійною загибеллю клітин, що є обов'язковим етапом в регуляції росту і розвитку. Загибель клітин, яка безпосередньо закладена в онтогенезі рослин і контрольована генетично, носить назву запрограмованої загибелі клітин (ЗЗК) або апоптоз (Ванюшин, 2001). Більшість робіт з вивчення ЗЗК (апоптозу) у рослин спрямована на дослідження даного процесу за впливу різних стресових факторів біотичної і абіотичної природи (Любушкина та ін., 2010). У той же час, недостатньо уваги приділяється вивченню ЗЗК в процесі нормального онтогенезу рослини. Одним з поширених модельних об'єктів для дослідження реакцій апоптозу є проростки пшениці. Існує величезна різноманітність сортів пшениці, які можна розподілити в залежності від типу розвитку на групи: ярі, озимі і дворучки (Ригин, 2012).

Метою даної роботи було вивчення прояву реакцій ЗЗК в органах проростків *Triticum aestivum* L. різних екологічних груп розвитку на ранніх етапах онтогенезу. Об'єктом дослідження служили проростки п'яти сортів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимі - Статна і Альянс; ярі - Харківська 30 і Героїня, та дворучка - сорт Хуторянка. Визначали життєздатність тканин різних органів проростків пшениці - колеоптилів, коренів і листків, попередньо відокремлюючи від них меристематичні зони, за допомогою тетразолієвого методу та вміст легкорозчинного білку за методом Лоурі. Результати дослідження розвитку реакцій ЗЗК в органах проростків пшениці м'якої з різним типом розвитку показали, що динаміка життєздатності тканин колеоптилів має загальні закономірності прояву у сортів пшениці різних типів розвитку. Найменший рівень життєздатності спостерігається на більш пізніх етапах розвитку проростків на 9-ту добу культивування, що, швидше за все, пов'язано з запуском процесів ЗЗК і органоптозом даного органу. Необхідно відзначити, що у озимих сортів Статна і Альянс спостерігається поступове зниження життєздатності тканин протягом експерименту, а у ярих Харківська 30 і Героїня - різке зростання на 5-ту добу і інтенсивне падіння до закінчення досліду на 9-ту добу. Динаміка зміни ступеня життєздатності тканин первинних корінців змінюється мінімально в порівнянні з іншими органами проростків. В цілому, показники відносної життєздатності тканин листків в 2-3 рази перевищують показники у інших органах - колеоптилях і коренях, що свідчить про активний розвиток саме головного фотосинтезуючого органу рослинного організму - листка навіть на ранніх етапах онтогенезу рослини. Результати вивчення вмісту легкорозчинного білка в органах проростків пшениці м'якої різних типів розвитку показали, що максимальними показниками характеризуються листки, а колеоптелі і корінці містять білка в 2-3 рази менше у всіх досліджуваних сортів. У ярих сортів білка в колеоптилях незначно більше, ніж в коренях, а у озимих - навпаки, що можливо пов'язано з різною швидкістю розвитку і частковою втратою метаболітів (неповної реутилізацію білкових речовин) у ярих сортів за рахунок більш інтенсивного розвитку. Проростки сорту Хуторянка за показниками синтетичної активності подібні до ярих сортів.

SUMMARY. APOPTOSIS REACTIONS IN SEEDLINGS *TRITICUM AESTIVUM* L. WITH A DIFFERENT TYPE OF DEVELOPMENT

Petlyuk V. V.

The paper presents the results of the study of the development of apoptosis reactions on the indicators of viability and synthetic activity in different organs of wheat seedlings, differing in type of development. In the course of the conducted studies it was shown that the manifestation of apoptosis reactions depends on the organ and type of development of soft wheat plants. Winter types of apoptosis reactions are implemented due to gradual changes in the level of vitality and synthetic activity of tissues of all organs of the of seedlings - coleoptile, root and

leaf, and the spring varieties are characterized by rhythmic changes in the studied parameters. The Khutoryanka variety with a dual type of development manifests reactions of apoptosis, both as winter, and as spring varieties.

СИСТЕМЫ ЗАДЕРЖКИ НАЧАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПШЕНИЦ НЕ ПРЕПЯТСТВУЮТ ВЫСОКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ПРОДУКТИВНОСТИ

Стельмах А. Ф., Файт В. И.

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения, отдел общей и молекулярной генетики
Овидиопольская дорога 3, г. Одесса, 65036, Украина
e-mail: stegen@ukr.net, тел: (048) 7895-539

Системы яровизационной потребности и фоточувствительности регулируют темпы начального развития озимых пшениц и оказывают существенное влияние на их адаптацию к условиям перезимовки. В истории селекции длительный период озимые сорта пшеницы мягкой характеризовались продолжительной потребностью в яровизации и сильной фоточувствительностью. В генофоне большинства североамериканских и австралийских сортов присутствовали эти свойства от украинских 'Крымок' (= 'Turkey'), в Украине известны такие шедевры селекции, как 'Одеська 16' и 'Мыронивська 808'. Для нормального развития им требовалась предварительная яровизация не менее 60 суток, а сокращенный в течение 6 недель до 10 часов фотопериод задерживал колошение на 25-30 суток по сравнению с естественным в нашем регионе фотопериодом в мае-июне.

После создания 'Безостой 1' и особенно с последующим привлечением в селекционные программы мексиканских полукарликовых пшениц (относящихся к «фотонейтральным») абсолютное большинство сортов существенно ослабило фоточувствительность и сократило потребность в яровизации до 40-45 суток. У большинства селекционеров сложилось мнение, что сильные реакции задержки начального развития негативно влияют на потенциал продуктивности. Современные сорта в основном приобретают свойства более слабых реакций.

Тем не менее, даже несмотря на редкое привлечение в селекционные программы исходного материала с сильными реакциями, в последние годы ведущие селекционеры в конкурсном сортоиспытании выделяют по продуктивности образцы с такими реакциями. Помимо оценки селекционного материала, академик Литвиненко Н.А. любезно предоставил нам для анализа в этом сезоне 10 образцов из коллекции последних высокопродуктивных Западной Европы, которые интенсивно рекламируются производителями семян для посевов в Украине.

Большинство селекционных образцов характеризовалось потребностью в яровизации на протяжении 40-45 суток и на укороченном фотопериоде (после 50-суточной яровизации) задерживало колошение на 4-9 суток. Среди 10 коллекционных сортов лишь один образец выявил подобные реакции. Остальные 9 образцов требовали не менее 50 (до 60) суток яровизации и задержка их колошения на укороченном периоде составляла от 15 до 30 суток, что уже сопоставимо с подобными сильными реакциями прежних сортов. Если принять во внимание их рекламируемую высокую продуктивность, то вполне обоснованно можно заключить, что физиологические системы сильной задержки начального развития у озимой пшеницы мягкой не связаны тесно со снижением потенциала урожая, а и безусловно могут положительно влиять на адаптивность к условиям перезимовки.

SUMMARY. THE SYSTEMS OF INITIAL WHEAT DEVELOPMENT DELAY DON'T PREVENT FROM THE HIGH PRODUCTIVITY POTENTIAL

Stelmakh A. F., Fait V. I.

Last decades the majority of winter bread wheat cultivars ascertained shortened vernalization requirement and weak photosensitivity due to breeders opinion that these reactions correlate

negatively to the yield potential. However, the newest advertising West-European cultivars are highly productive with these stronger physiological properties.

СОВРЕМЕННЫЕ СОРТА ДВУРУЧКИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ: ТИП РАЗВИТИЯ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Файт В. И.¹, Губич Е. Ю.², Балашова И. А.¹

¹Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения, отдел общей и молекулярной генетики
Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина,
e-mail: faygen@ukr.net

²Одесский национальный аграрный университет,
ул. Пантелеймоновская, 13, г. Одесса, 65012, Украина

В последние годы в связи с изменениями климата ставится вопрос селекции сортов двуручек мягкой пшеницы. Тип развития сортов двуручек обусловлен взаимодействием генов двух систем *Vrn-1* и *Ppd-1*, а конкретно доминантного гена *Vrn-B1a* с рецессивными аллелями *Ppd-A1b*, *Ppd-B1b* и *Ppd-D1b* (Стельмах, 1986).

Цель данной работы состояла в оценке реакции на яровизацию и фотопериод и идентификации *Vrn-1* и *Ppd-1* генотипов современных сортов, охарактеризованных авторами их создания как двуручки.

Сорта двуручки существенно различаются по продолжительности периода до колошения в полевых условиях, при выращивании растений после яровизации 10-40 суток и без таковой на вегетационной площадке при естественном дне и после 40-суточной яровизации в условиях 16 и 12 часового дня оранжерей фитотрона.

Сорта Шестопаловка и Demir 2000 являются озимыми и носителями только рецессивных аллелей *Vrn-A1b Vrn-B1b Vrn-D1b*. Для перехода к генеративному развитию (колошению) указанным двум генотипам необходима 30 и 40 суточная яровизация зеленых проростков при +2°C, соответственно. Яровой тип развития сортов Зимоярка и Хуторянка обусловлен двумя генами *Vrn-A1a Vrn-B1a*, сортов Афина, Ласточка и линии L897Я23 – геном *Vrn-D1a*, сорта Соломия – геном *Vrn-A1a*. Лишь сорта 'Паллада' и 'Яра' являются носителями только гена *Vrn-B1a*

Сорта Demir 2000, Соломия, Паллада в слабой, а Афина, Шестопаловка, Яра, L897Я23 в средней степени реагируют на сокращение продолжительности дня. Слабая или средняя чувствительность к фотопериоду указанных генотипов обусловлена доминантным аллелем *Ppd-D1a*. Сорта Ласточка, Хуторянка, Зимоярка сильно чувствительные к фотопериоду генотипы и являются носителями только рецессивных аллелей всех трех генов ортологической серии *Ppd-1*.

Подводя итоги идентификации *Vrn-1* и *Ppd-1* генотипов сортов, охарактеризованных авторами их создания как двуручки, можно констатировать, что ни один из них не соответствует критериям «типичных» двуручек одновременно по генетическому контролю реакции на яровизацию и чувствительности к фотопериоду. Изученные сорта являются или озимыми со слабой (Demir 2000) и средней (Шестопаловка) чувствительностью к фотопериоду или типично яровыми со слабой (Соломия, Паллада), средней (Афина, Яра, L897Я23) и сильной (Ласточка, Хуторянка, Зимоярка) чувствительностью к фотопериоду.

SUMMARY. MODERN ALTERNATIVE VARIETIES OF BREAD WHEAT: TYPE OF DEVELOPMENT AND PHOTOPERIODIC SENSITIVITY

Fait V. I., Hubich O. Yu., Balashova I. A.

Modern alternative varieties does not meet the criteria of "typical" alternative. The studied varieties are either winter with low and medium photoperiodic sensitivity or typically spring with low, medium and high photoperiodic sensitivity.

ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ І УЛЬТРАСТРУКТУРА ХЛОРОПЛАСТІВ ВАЙ ПАПОРОТІ *DRYOPTERIS FILIX-MAS* У РІЗНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ

Щербатюк М. М., Бабенко Л. М., Косаківська І. В.

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ – 01030, Україна
e-mail: chrom.botany@ukr.net

Щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.) – багаторічна рослина з літньо-зеленим феноритмотипом, яка росте у затінених місцях багатьох регіонів Палеарктики, що визначає специфічну організацію фотосинтетичного апарату цієї папороті. Зважаючи на це, метою було проаналізувати вміст пігментів і дослідити ультраструктуру хлоропластів клітин мезофілу вай *D. filix-mas* на фенологічних фазах розвитку за різних температур і режиму освітлення, обумовлених динамікою сезонних змін і розвитком крон рослин верхнього ярусу.

Матеріал було взято з ділянки спорових рослин Ботанічного саду ім. О. В. Фоміна впродовж 2016-2017 рр. Зразки для аналізу пігментів відбирали на наступних фенологічних фазах (Вашека, 2004): інтенсивного росту (30.04); дозрівання сорусів (29.05); висівання спор (17.06); літньої вегетації (10.07); завершення вегетації і відмирання надземної частини (21.10). Для аналізу ультраструктури зразки відбирали у середині травня і у жовтні. Підготовку тканин для електронно-мікроскопічного дослідження здійснювали за методом (Щербатюк та ін., 2015).

Було встановлено, що вміст пігментів у ваях *D. filix-mas* зростає впродовж перших трьох досліджуваних фаз. У червні, на початку фази висівання спор, що співпадала з активним ростом крон дерев верхнього ярусу, суттєво зменшувалась інтенсивність освітлення. Сума хлорофілів *a* і *b* при цьому зростала майже в три рази у порівнянні із фазою інтенсивного росту, коли рівень освітлення вай був вищим. Відомо, що зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* при зниженні освітлення розглядається як адаптивна реакція, результатом чого є розширення світлозбиральних пігмент-білкових комплексів (Bailey et al., 2004). На завершенні фази інтенсивного росту і початку фази дозрівання сорусів в середині травня хлоропласти клітин паренхіми вай мали лінзовидну форму і розташовувалися біля плазмалем. Хлоропласти майже повністю заповнені мембранними компонентами з щільною упаковкою та містили крупні крохмальні зерна. Строма відрізнялася високою щільністю, і її об'єм відносно невеликий. У фазу завершення вегетації для клітин паренхіми сегментів вай *D. filix-mas* було характерне скупчення мітохондрій й інших органел ближче ядра. Змінювалася форма хлоропластів, вони часто мали вирости. Зафіксована часткова деформація ламел строми. Крохмальні зерна у більшості фотосинтетичних органел зникали зовсім. В цей період, частка строми в загальному об'ємі хлоропластів помітно збільшувалася.

Таким чином, дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів у ваях *D. filix-mas* на різних фенологічних фазах показало, що максимальна кількість пігментів в тканинах вай співпадає з фазою висівання спор і зумовлюється затіненням кронами рослин вищих ярусів. На будову хлоропластів мезофілу вай *D. filix-mas* впливають сезонні зміни зовнішніх умов. Будова хлоропластів в осінній період вегетації свідчить про структурні обмеження фотосинтетичного процесу, зокрема відбувалася деформація ламел строми. Перебудови у хлоропластах загалом збігалися з природним процесом відмирання надземної частини. Відсутність крохмальних зерен у стромі фотосинтетичних органел восени свідчить про реутилізацію і транспортування цукрів до кореневища для успішної перезимівлі.

SUMMARY. PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND CHLOROPLASTS ULTRASTRUCTURE OF *DRYOPTERIS FILIX-MAS* FRONDS AT DIFFERENT STAGES

Shcherbatiuk M. M., Babenko L. M., Kosakivska I. V.

The content of pigments in fronds at different stages was determined. The maximum was registered at the stage of spores fructification and it was caused by shadowing of trees. At the end of stage of sori formation (May), cells of *D. filix-mas* fronds contained elongated chloroplasts with dense stroma and grana fill their volume. Chloroplasts contain large starch

grains. Ultrastructure of the inner membranes of parenchymal chloroplasts of *D. filix-mas* fronds was affected by seasonal variations of temperature and light condition. At the stage of vegetation ending (October) in the chloroplasts we observed destruction of their internal membrane system and emergence of numerous plastoglobules. The starch grains number in the plastids significantly reduced.

THE ROLE OF VRN GENES SYSTEM, PHYTOHORMONAL AND TROPHIC REGULATION OF VERNALIZATION PROCESS OF WINTER WHEAT *IN VIVO* AND *IN VITRO*

Chumakova V. V.

V.N. Karazin Kharkiv National University, Department of Plant and Microorganisms' Physiology and Biochemistry, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
e-mail: viktorija.shulik@karazin.ua

Wheat is one of the most common crops in the world. The type of development and duration of the growing season of soft wheat *Triticum aestivum* L. are mainly determined by the allelic state of genes regulating need of vernalization (*VRN* genes) and sensitivity to photoperiod (*PPD* genes) (Stelmakh, 1998). The genetic control of vernalization in soft wheat plants is carried out by the system of *VRN* genes: 3-5 genes, among which the main ones are *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1*. The presence of multiple alleles of *VRN* genes affects the difference in the flowering time (Dubcovsky, 2009). Vernalization has a metabolic nature, which is associated with physiological and biochemical processes. The successful passing of vernalization is likely mediated by the trophic and phytohormonal regulation, which can determine the genetic and epigenetic control of gene expression of vernalization. To study functioning of the *VRN* genes system and the phytohormonal and low-temperature effects on the regulation processes of soft wheat morphogenesis can be studied using culture *in vitro*. The aim was to study the role of *VRN* genes system and aspects of phytohormonal and trophic regulation of vernalization process of winter wheat *in vivo* and *in vitro*.

The varieties of winter soft wheat Statna, Doridna, Alians, Astet, Myronivska 808 and Olvia, and six *VRN* near isogenic lines (NILs) were used. Molecular-biological, biotechnological, physiological, biochemical, cytogenetic and statistical methods were used and vegetative experiments were carried out at the Department of Plant and Microorganisms' Physiology and Biochemistry. The results of molecular genetic analysis showed that the allelic state of the *VRN* genes loci determines the rate of development of wheat isogenic lines. The dominant allelic variant of *Vrn-B1* determines the slow rate of development of two wheat varieties. Molecular genetic study of *VRN* genes was carried out under different trophic conditions of vernalization. The changes of allelic variants of *Vrn-B1* gene were identified in the variant isolated buds adding water (lack of trophic factors) at the end of low temperature. According to the experiments *in vitro*, the allelic state of the *VRN* genes loci did not change. However, the somaclonal variation was identified in the callus of isogenic line *Vrn-D1*, characterized by the fast rate of development. Effect of contrast trophic conditions of vernalization on the growth and development of four wheat varieties was studied. It was found that trophic factors, in particular sucrose, promote proliferative activity of meristems, growth reaction of seedlings and speed of transition to flowering. The growth parameters, biomass and mitotic indexes (MI) of root meristems of the variant isolated buds adding sucrose solution, were more than MI of the variant isolated buds adding water. Moreover, wheat plants vernalized under levels of sufficient and excess of trophic support have the short growing season than plants grown under deficit and lack. According to the results of study of phytohormonal regulation of vernalization, it was found that priming of gibberellins (GCs) stimulated the growth processes (linear growth and biomass accumulation) and increased the content of soluble sugars of seedlings. The intensity of such stimulation depended on the level of trophic support. We can assume the direct influence of GCs and sucrose on the growth reaction,

accumulation and distribution of soluble sugars in seedlings and speed of transition to flowering. The effect of the duration of vernalization on the morphogenetic reactions of wheat callus culture was studied. The low-temperature exposure stimulated morphogenetic reactions of calli. Callus culture was characterized by the formation of meristematic zones and intensive rhizogenesis. In spite of temperature conditions, in all varieties of winter wheat the formation of roots was more intense than formation of shoots. The results obtained show the unidirectional functioning of the *VRN* genes system *in vivo* and *in vitro* and important role of phytohormonal and trophic factors under vernalization process.

АНОТАЦІЯ. РОЛЬ СИСТЕМИ ГЕНІВ *VRN*, ФІТОГОРМОНАЛЬНОЇ ТА ТРОФІЧНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ПРОЦЕСУ ЯРОВИЗАЦІЇ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ *IN VIVO* ТА *IN VITRO*

Чумакова В. В.

В роботі представлені результати дослідження генетичної, трофічної та фітогормональної регуляції яровизаційного процесу у 6 сортів озимої пшениці м'якої за умов *in vivo* та *in vitro*. За результатами дослідів показано, що алельний стан генів *VRN* впливає на темпи розвитку рослин пшениці, різний рівень трофічного забезпечення за яровизації зумовлює зміну алельного стану гена *Vrn-B1* і визначає швидкість проходження фенологічних фаз та перехід до генеративного розвитку озимої пшениці. Встановлено, що за впливу гіберелінів і сахарози відбувається інтенсифікація меристематичної активності, ростової реакції та активується синтез розчинних цукрів в проростках озимої пшениці. Тривала дія низької температури, незалежно від терміну дії, впливає на морфогенетичний потенціал калусної культури озимої пшениці. Проведені дослідження вказують на односпрямоване функціонування системи генів *VRN* в умовах *in vivo* та *in vitro*.

Секція 2.

МОЛЕКУЛЯРНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Section 2.

MOLECULAR AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES

ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД БІЛКА ТА АКТИВНІСТЬ ІНГІБІТОРІВ ТРИПСИНУ У ЗЕРНІ ТВЕРДОЇ ПШЕНИЦІ НА ДВОЗЕРНЯНКИ

Борисова О. В., Ружицька О. М.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кафедра ботаніки
Шампанський провулок, 2, м. Одеса 65058, Україна
e-mail: oljachum@gmail.com, flores@ukr.net

Вміст білка та його фракційний склад є важливими характеристиками, що визначають технологічну та харчову якість зерна, а також впливають на його фізіологічні параметри. До складу водно-сольової фракції білка входять, здебільшого, фізіологічно-активні білки (ензими), у тому числі інгібітори протеолітичних ферментів. Інгібітори протеаз приймають участь у неспецифічній відповіді рослин на умови оточуючого середовища та дозволяють підтримувати життєздатність рослинного організму за умов дії патогенних мікроорганізмів та комах-шкідників (Молодченкова О.О., 2015). Водночас, було виявлено їх зв'язок із імунологічно-опосередкованими захворюваннями шлунково-кишкового тракту людини. Є дані (Zevallos V., 2016), що вміст інгібіторів трипсину в зерні двозернянки та однозернянки нижчий, ніж у сучасних сортів пшениць

Метою нашої роботи було визначення та порівняння вмісту білка та його окремих фракцій, а також питомої активності інгібіторів трипсину у зерні озимої пшениці двозернянки (*T. dicoccum* (Schrank) Schuebl.) та твердої пшениці (*T. durum* Desf.) сорту Лагуна. Культурна двозернянка була представлена двома зразками UA 0300087 var. *rufum* та UA 0300150 var. *triccoccum* Національного генбанку рослин України. Рослини вирощували на дослідних ділянках в умовах степової зони України на півдні Одеської області у 2014 і 2015 роках. Вміст білка та його окремих фракцій, а також питомої активності інгібіторів трипсину визначали у суцільнозмеленому зерні.

Згідно отриманих даних, зерно двозернянки характеризувалось вищим вмістом білка (на 5-23 %) та іншим його фракційним складом у порівнянні із сортом Лагуна твердої пшениці. Зерно двозернянки характеризувалося також вищим відносним вмістом (на 23 – 36 % в залежності від зразку та року врожаю) спирторозчинної фракції та нижчим відносним вмістом водно-сольової фракції (на 18-21 % в залежності від зразку на року врожаю). Питома активність інгібіторів трипсину, що відносяться до водно-сольової фракції, була нижчою у зерні двозернянки на 15-65 % у порівнянні із зерном твердої пшениці сорту Лагуна. Це може пояснюватись тим, що у плівчастих пшениць зернівки щільно вкриті лусками, які містять різноманітні інгібітори росту та речовини, що чинять захисну дію від патогенів. Дослідні

зразки двозернянки відрізнялись між собою за рівнем питомої активності інгібітору трипсину: зразок UA 0300087 *var. rufum* мав нижчу активність інгібіторів трипсину протягом обох років вирощування. Це можна пояснити більшою масою 1000 зерен у цього зразка, адже інгібітори трипсину знаходяться переважно у зародках та алейроновому шарі зернівки. Достовірних відмінностей між двома роками врожаю ані за відносним вмістом фракцій білка, ані за активністю інгібіторів трипсину у дослідних зразках виявлено не було.

SUMMARY. PROTEIN COMPOSITION AND TRYPSIN INHIBITORS ACTIVITY IN EMMER AND DURUM WHEAT GRAIN

Borysova O. V., Ruzhitska O. M.

The protein content and composition in emmer and durum wheat grain were studied and compared. Emmer wheat grain was characterized by higher protein content but lower (23 – 36 %) trypsin inhibitor activity compared to durum wheat. Emmer landrace UA 0300087 *var. rufum* had lower inhibitor activity and higher 1000 grain weight compared to UA 0300150 *var. tricoccum* landrace.

ФІТОГОРМОНИ У РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ І РОЗВИТКУ ЛЕПТОСПОРАНГІАТНОЇ ПАПОРОТІ ФЛОРИ УКРАЇНИ *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT

Войтенко Л. В., Васюк В. А., Косаківська І. В.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного Національної Академії наук України,
вул. Терещенківська, 2, м. Київ - 01601, Україна
e-mail: Lesya_voytenko@ukr.net

До однієї з найбільш ефективних систем міжклітинної регуляції у рослин належить гормональна. Фітогормони задіяні в управлінні фізіологічними та метаболічними процесами, а спрямованість їхньої дії визначається кількісним вмістом, локалізацією в органах та тканинах й характером міжгормональної взаємодії (Косаківська, 2003; Munné-Bosch, Müller, 2013). Ауксини, гібереліни та абсцизова кислота належать до класичних фітогормонів. Ауксини контролюють ембріо-, органо- та морфогенез, апікальне домінування, судинну диференціацію, полярність органів, розвиток кореневої системи, насіння і плодів (Enders, Strader, 2015). Гібереліни, котрі налічують понад 130 форм, задіяні у регуляції процесів проростання насіння, координують поділ клітин і їхній розтяг, детермінують стать, індукують цвітіння квіткових рослин (Gantait et al., 2015). АБК є визнаним гормоном стресу, а стрес-індукована акумуляція АБК розглядається як складова захисного механізму, спрямованого на сповільнення метаболізму й адаптацію до впливу абіотичних і біотичних стресових чинників (Войтенко, Косаківська, 2016).

До надзвичайно цікавої, еволюційно древньої і малодослідженої групи рослин належать папоротеподібні, відомості про гормональну систему котрих обмежені і зосереджені переважно на екзогенній регуляції (Kosakivska et al., 2016). Водночас, вивчення ендогенних фітогормонів папоротей вбачається важливим для розуміння адаптаційних пристосувань, котрі забезпечили існування цих древніх рослин за складних мінливих умов довкілля впродовж тривалого часу. Тому, метою нашої роботи було дослідити в онтогенезі характер акумуляції та локалізації індоли-3-оцтової (ІОК), гіберелової (ГК₃) та абсцизової (АБК) кислот в органах спорофіту лептоспорангіатної папороті флори України *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

Рослини *D. filix-mas* вирощувались на дослідних ділянках Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Фенологічні спостереження за рослинами проводили у фази інтенсивного росту (30.04), формування сорусів (29.05), дозрівання спор (17.06), спороношення (10.07) та завершення вегетації (21.10). Визначення ІОК, ГК₃ та АБК проводили методом вискоєфективної рідинної хроматографії на рідинному хроматографі Agilent 1200 LC з діодно-матричним детектором G

1315 В (США).

У фази активних метаболічних процесів у ваях зафіксовано максимум у вмісті вільної ГК₃, тоді як у фазу осінньої вегетації при переході спорофіту до стану спокою максимальний вміст кон'югованих форм гормону був у кореневищах. Вміст ІОК та АБК у ваях виявився вищим, ніж у кореневищі. У фазу інтенсивного росту відбулася акумуляція кон'югованої ІОК із центром локалізації у кореневищі спорофіту. Натомість у ваях домінувала активна форма АБК. Під час розвитку сорусів, дозрівання спор та їх висипання кількість вільної ІОК та АБК у ваях збільшувалась. У фазу завершення вегетації вміст ІОК та АБК сягав максимуму з переважанням кон'югованої ІОК у ваях та кореневищі, а вільної АБК – у ваях. Отримані результати засвідчили, що у підтримці ауксинового гомеостазу при переході від інтенсивного росту до формування та дозрівання сорусів і у фазу завершення вегетації задіяні механізми кон'югації, а у період масового висипання зрілих спор метаболічні стратегії біосинтезу/катаболізму. Динаміка й локалізація ГК₃ вказує на участь гормону в регуляції процесів розвитку та дозрівання спор. Характер накопичення АБК опосередковано засвідчив причетність гормону до активації захисних адаптаційних процесів в осінній період вегетації.

SUMMARY. PHYTOHORMONES IN REGULATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE UKRAINE FLORA LEPTOSPORANGIAL FERN *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT
Voytenko L. V., Vasyuk V. A., Kosakivska I. V.

HPLC-MS method was for the first time used to comprehensively study the phytohormone system in the Ukraine Flora leptosporangial fern *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Changes observed in the IAA, GA and ABA content corresponded to the physiological state that confirmed the phytohormones involvement in growth-regulating and form-producing processes and adaptation defense responses the way it occurs in higher plants.

**ОБМЕН УГЛЕВОДОВ КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ ТЕМПОВ РАЗВИТИЯ
 ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗНОМ
 ФОТОПЕРИОДЕ**

Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
 кафедра физиологии и биохимии растений и микроорганизмов
 майдан Свободы 4, м. Харьков, 61022, Украина,
 e-mail: zhmurko@karazin.ua

К основным фотопериодическим группам растений относятся длиннодневные (ДДР), короткодневные (КДР) и фотопериодически нейтральные (ФНР). Под влиянием сокращения фотопериода ДДР замедляют, а КДР, наоборот, ускоряют развитие. В отличие от них ФНР развиваются в одинаковом темпе при разной продолжительности фотопериода. Подавляющее большинство исследований биологической природы фотопериодизма растений выполнено на моделях ДДР и КДР (Цыбулько, 1998), в то время как механизмы, определяющие способность ФНР одновременно переходить в генеративное состояние при разной продолжительности фотопериода, практически не исследованы (Жмурко, 2009). Известно, что углеводы не только основной пластический и энергетический материал в растении, но и регуляторы экспрессии/репрессии генов, детерминирующих темпы их развития (Rolland et al., 2002; Smeekens, 2000). Поэтому исследование роли углеводного обмена в регуляции темпов развития ФНР в условиях разной длины дня важно для углубления представлений о биологической природе фотопериодизма.

Нами в опытах использованы почти изогенные по генам *EE* линии сои культурной (*Glycine max* (L) Merr.) сорта Clark – КД линия, генотип *E1E2E3* и ФПН линия, генотип *e1e2e3*. Растения выращивали на полевом участке кафедры физиологии и биохимии растений и микроорганизмов ХНУ им. В.Н. Каразина при естественном длинном дне (16 часов) и

коротком дні (9 годин). В листях ліній досліджували накоплення і відтік водорозчинних вуглеводів і крохмала, амілопектина і амілози, суммарну активність амілаз, сахарозофосфатсинтази (СФС) і інвертази.

Результати показали, що КД лінія раніше зацвітала в умовах короткого дня, ніж в умовах довгого, а ФПН лінія – одночасно при обох фотоперіодах. У обох ліній в умовах короткого дня інтенсивність накоплення і відтоку водорозчинних вуглеводів, крохмала, амілози і амілопектина, а також активність амілаз, СФС і інвертази були суттєво вищими, ніж в умовах довгого дня.

Єдиним об'єктивним критерієм судження про зв'язок того чи іншого фізіолого-біохімічного процесу з темпами розвитку рослин в умовах різної довжини фотоперіода є тривалість періоду переходу рослини від вегетативного до генеративного етапу розвитку, що фенотипічно проявляється в появі генеративних органів. Виходячи з цього, ми вважаємо, що посилення обміну вуглеводів у КД лінії на короткому дні є необхідним і достатнім умовою прискореного розвитку в цих умовах. Оскільки ФПН лінія переходить до цвітіння одночасно як на довгому, так і на короткому дні, то інтенсивність вуглеводного обміну при обох фотоперіодах є фактором, що забезпечує нормальний хід розвитку в цих умовах. Підвищення інтенсивності цього процесу у ФПН лінії під впливом короткого фотоперіода є «компенсаторним» і забезпечує необхідний рівень накоплення і відтоку вуглеводів при скороченні періоду фотосинтезу в цих умовах. В результаті цього у ФПН ліній темпи розвитку на короткому дні такі ж, як і на довгому дні. Отже, ФПН має властивість змінювати інтенсивність вуглеводного обміну адекватно зміні тривалості фотоперіода, що обумовлює однакові темпи їх розвитку в різних фотоперіодичних умовах.

SUMMARY. METABOLISM OF CARBOHYDRATES AS A FACTOR IN THE REGULATION OF RATES OF DEVELOPMENT OF PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL PLANTS UNDER DIFFERENT PHOTOPERIODS

Zhmurko V. V.

The same rates of development of photoperiodically neutral plants in different photoperiodic conditions are determined by their feature to change the accumulation and outflow of carbohydrates to adequately changing the photoperiod duration.

СПІВВІДНОШЕННЯ АКТИВНОСТІ ОКСИДОРЕДУКТАЗ ЯК ПОКАЗНИК НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ АДАПТАЦІЇ ДЕРЕВНИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ

Зайцева І. О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, каф. фізіології та інтродукції рослин, просп. Гагаріна 72, м. Дніпро, 49010, Україна
e-mail: irinza.ldfr@gmail.com

Необхідною умовою надбання рослинами помірних широт властивості морозовитривалості є проходження осіннього загартовування, яке в природних умовах здійснюється при вкороченому фотоперіоді та поступовому зниженні температури. З метою прогнозування зимостійкості рослин-інтродуцентів ще наприкінці вегетації до настання зимового періоду, ми застосували метод описаний В.П.Кучеренко (1998), який заснований на прямій залежності між рівнем зимостійкості і підвищенням активності окислювальних ферментів при охолодженні в лабораторних умовах. На думку автора, зимостійкі рослини мають більш лабільну ферментативну систему, яка здатна швидко перебудовуватися при стресових умовах. Тому для зимостійких рослин виконується співвідношення $A_{хол.}/A_{норм.} > 1$, де A – активність ферменту при охолодженні та в природних умовах. Виходячи з цього, в жовтні проводили визначення активності пероксидази та каталази ($A_{норм.}$) в тканинах листя при температурі, яка складала $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ та при експериментальному охолодженні листя до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

($A_{\text{хол.}}$). Об'єктами досліджень слугували види цінних декоративних екзотів - гарноквітучих кущових рослин колекції ботанічного саду ДНУ: *Swida alba* L., який природно зростає у лісовій зоні Європейської частини, Сибіру та Далекого Сходу і є більш зимостійким, та менш зимостійкі східноазіатські види *Deutzia pulchra* Videl., *Buddleja alternifolia* Maxim., *Hibiscus syriacus* L.

Результати досліджень показали, що найбільш значно підвищується активність каталази після охолодження у будлеї ($A_{\text{хол.}}/A_{\text{норм.}}=1,43$), що є адаптивною реакцією цього теплолюбного виду. У зимостійкого *Swida alba* відношення активності ферменту також вище одиниці (1,17), а у гібіску та дейції – нижче (0,92 та 0,85 відповідно), що говорить про недостатньо лабільну систему ферментативної активності каталази, яка зазнає впливу низьких температур.

Результати зіставлення активності ферментів при різних температурах показали, що найбільш чутливо реагує на охолодження пероксидаза – її активність значно зростає у будлеї і досить помітно у свидини. Отримані дані свідчать про високий потенціал стійкості до низькотемпературного стресу у цих рослин і низьку стійкість у гібіска і дейції. Найбільшою мірою активується пероксидаза під впливом температури 0 °C у будлеї – величина $A_{\text{хол.}}/A_{\text{норм.}}$ складає 44,2, високі значення $A_{\text{хол.}}/A_{\text{норм.}}$ відзначені й у свидини (17,85, 6,05 та 5,81 відповідно).

Таким чином, встановлено достовірні змінення співвідношення $A_{\text{хол.}}/A_{\text{норм.}}$ активності каталази для будлеї і дейції, активності пероксидази – для всіх досліджуваних видів. Величини співвідношення >1 характерні для зимостійких видів та інтродуцентів, в яких у фазі фізіологічного спокою за дії загартовувальних температур активно формуються адаптивні реакції на низькотемпературний стрес, що підтверджується польовими оцінками зимостійкості рослин.

SUMMARY. CORELATION OXIDATIVE ENZYMATIC ACTIVITY AS TEST-PARAMETER TO COLD ADAPTATION OF ARBOREAL INTRODUCED PLANTS

Zaitseva I. O.

The peculiarities of oxidative enzymatic activity on phenophase of physiological rest under conditions of low positive temperature were studied. It has been established, that activity of catalase and peroxidase depend on cold adaptation of arboreal introduced plant, which differ from degree of winter-resistance. On the basis of analysis are considered possibility to use ratio enzymatic activity $A_{\text{cold.}}/A_{\text{norm.}}$ as test-parameter to forecast winter-resistance of plant.

ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДА НА ВУГЛЕВОДНИЙ ОБМІН В ЛИСТКАХ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ PPD ЛІНІЙ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Зубрич О. І.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
майдан Свободи 4, м Харків, 61022, Україна, e-mail:
zubrych.a.i@gmail.com

Пшениця м'яка є однією з найважливіших продовольчих культур у світі, в тому числі і в Україні. Перехід рослин від вегетативного розвитку до генеративного є ключовим етапом онтогенезу, який визначає багато господарсько цінних ознак *Triticum aestivum* L. Швидкість переходу рослин до генеративного розвитку залежить від взаємодії факторів середовища і генетичного контролю – системи контролю темпів розвитку рослин. Ключовими генами в цьому процесі у пшениці м'якої є гени PPD (photoperiod response), що визначають реакцію пшениці на тривалість дня (Стельмах и др., 2000). Вуглеводи відіграють важливу поліфункціональну роль у рослинному організмі протягом всього онтогенезу. Вони є центральними у метаболізмі, задіяні у реакціях-відповідях на ряд стресорів, виступають як

сигнальні молекули, впливають на експресію багатьох генів, регулюють клітинний цикл (Koch, 2004) та ін. Дослідження ролі вуглеводів в регуляції переходу до цвітіння мають досить давню історію, проте точні механізми взаємодії (впливу або взаємовпливу) вуглеводного обміну на темпи розвитку, все ще не з'ясовані (Ianis G. Matsoukas et al., 2012). Значна частина цих досліджень проводиться на резуховидці Таля (*Arabidopsis thaliana* L), водночас, роботи з використанням в якості модельних об'єктів злаків, і м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) зокрема, вкрай нечисленні.

Отже, метою даної роботи було дослідження впливу фотоперіоду на вуглеводний обмін в залежності від різного алельного стану генів *Ppd* рослин пшениці м'якої.

Досліди проводили в польових умовах на експериментальній ділянці кафедри ФБРіМ та вегетаційні в факторостатній камері кафедри протягом 2006-2012 років. Об'єктами дослідження служили ізогенні за генами *Ppd* лінії (NILs) *Triticum aestivum* L., створені в генофонах сортів Миронівська 808 та Мерсія. Визначали вплив скороченого фотоперіоду на вміст, добову динаміку, фракційний склад вуглеводів та активність ферментів у листках NILs протягом дії та післядії короткого фотоперіоду. Вивчення параметрів вуглеводного обміну супроводжувалося одночасним визначенням темпів репродуктивного розвитку (фенотайпінг), вегетативного росту (накопичення біомаси, морфогенетичні процеси), елементів структури врожаю та морозостійкості дослідних рослин. За результатами дослідів було встановлено, що скорочення фотоперіоду істотно впливає на вуглеводний обмін, причому інтенсивність даного впливу залежить від алельного стану генів *Ppd*. Вивчення добової динаміки вмісту різних форм вуглеводів у листках NILs показало, що під впливом короткого дня їх накопичення знижувалося у всіх досліджених ліній. Однак у лінії *PPD-B1a*, яка повільно розвивається у цих умовах, вуглеводів накопичувалося і відтікало менше, ніж у ліній *PPD-D1a* і *PPD-A1a*, які розвиваються прискорено. Активність амілази і інвертази в листі лінії з домінантним локусом *PPD-B1a* на короткому дні була вищою, ніж у ліній з домінантними локусами *PPD-D1a* і *PPD-A1a*. В умовах впливу короткого дня ізогенні лінії пшениці, незалежно від алельного стану окремих їх локусів (домінантний/рецесивний), сповільнювали перехід до колосіння. Однак у цих умовах лінія *PPD-B1a* колосилася на 20-22 дні пізніше, ніж лінії з домінантними локусами *PPD-D1a* і *PPD-A1a*. При цьому у *PPD-B1a* ізолінії вегетативна маса і число пагонів кушіння були істотно більші, але перехід до 3-4 етапів органогенезу наступав на 10-12 днів пізніше, ніж у *PPD-D1a* і *PPD-A1a*. Встановлена зворотна залежність між темпами вегетативного росту і репродуктивного розвитку, що може свідчити про те, що вплив вуглеводного обміну на них, можливо, бути опосередкований перерозподілом потоку асимілятів (зміщенням пріоритетів акцепторів). Формування елементів структури і продуктивності рослин в умовах короткого фотоперіоду гальмується у всіх ліній, але в найбільшій мірі у лінії з домінантним локусом *PPD-B1a*, яка найповільніше розвивалась. Таким чином, регуляція трофічних процесів, а саме вуглеводного обміну в листках ізогенних за генами *PPD* ліній під дією скороченого фотоперіоду обумовлює різну інтенсивність процесів росту, розвитку та продуктивності рослин озимої пшениці.

SUMMARY. INFLUENCE OF PHOTOPERIOD ON CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE LEAVES OF PLANTS OF ISOGENIC *PPD* LINES OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Zubrich O. I.

The paper presents the results of study of the effect of photoperiod on the carbohydrate metabolism in the leaves of near-isogenic (NILs) *PPD* lines of winter wheat varieties Mironivska 808 and Mersia. It is shown that under the effect of short photoperiod the changes of carbohydrates metabolism determine the rates of development, vegetative growth, morphogenetic processes and productivity of winter wheat plants.

ВМІСТ КУПРУМУ В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА УМОВ РОСТУ НА РІЗНИХ ТИПАХ ҐРУНТІВ

Макар О.¹, Кавулич Я.¹, Батрашкіна Т.¹, Пацула О.¹, Буньо Л.¹, Терек О.¹, Романюк Н.¹, Козловський В.²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна

e-mail: orusya3@gmail.com; nataliya.romanyuk@lnu.edu.ua

²Інститут Екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, Львів, 79026, Україна

Си, як невід'ємний мікроелемент є кофактором численних ензимів, особливо велика його роль у процесах дихання, фотосинтезу та у забезпеченні фертильності рослин (Burkhead et al., 2009; Merchant, 2010; Ravet and Pilon, 2013; Yan et al., 2017). Неконтрольовані умови довкілля та глобальні зміни клімату спричинили селекцію пшениці в напрямку підвищення врожайності й одночасного зниження якості зерна (Сакмак, 2010; Stepien, Wojtkowiak, 2016), особливо вмісту мікроелементів, зокрема купруму. Вміст мікроелементів у зерні значною мірою визначається сортовими характеристиками (Warechowska, 2009), проте спостерігається залежність і від цілого ряду інших чинників, зокрема погодних умов (Otteson et al., 2008; Stepien, Wojtkowiak, 2015), типу ґрунту (Gao et al., 2012) та агротехніки (Barunawati et al., 2013). Тому метою роботи було дослідження сортових особливостей формування якісного зерна ярої пшениці з акцентом на вміст Си, за умов вирощування на різних типах ґрунтів.

Дослідження проводили у польових умовах у 2017 році на ґрунтах із різним рН у Радехівському районі біля с. Дмитрів (50°13'26.6"N 24°36'50.5"E) та Дрогобицькому районі біля с. Долішній Лужок (49°27'17.5"N 23°23'02.6"E), Львівська область. Використовували насіння 24 сортів пшениці ярої із Державного реєстру сортів, придатних для вирощування в Україні, серед яких 15 м'яких сортів (*Triticum aestivum* L.): Колективна 3, Миронівський оксамит, Панянка, Струна Миронівська, Світлана, Злата, Етюд, Дубравка, Божена, Елегія Миронівська, Сімкода Миронівська, Героїня, Харківська 30, Улюблена, Провінціалка, 8 твердих (*Triticum durum* Desf.): Жізель, Ізольда, Райдужна, Діана, Спадщина, Чадо, Династія, Тера, та 1 сорт плівчастої пшениці полби (*Triticum dicoccum* (Schuebl.) Schrank) сорту Голиковська. Вміст Си у зерні визначали після озолення у HNO₃ за допомогою мікрохвильової прободіготовки (Multiwave 3000 «Anton Paar») атомно-абсорбційним аналізом.

Дослідні ділянки характеризувалися різною кислотністю ґрунту та різним вмістом органічної речовини. рН ґрунту дослідних ділянок біля с. Долішній Лужок становила 6,7, а біля с. Дмитрів на рівні 7,2. У ґрунтах дослідних ділянок біля с. Дмитрів містилось удвічі більше органічної речовини та удвічі нижчий вміст біодоступного Си (від 0,111 мг/г до 1,178 мг/г) порівняно з ділянками поблизу с. Долішній Лужок (від 0,171 мг/г до 2,6 мг/г).

Вищі концентрації Си в зерні усіх сортів ярої пшениці закономірно виявлено для слабо-кислих ґрунтів біля с. Долішній Лужок. Вміст Си коливався у межах від 2,61 мг/г до 3,964 мг/г, проти 1,89 мг/г-2,67 мг/г на ґрунтах із слабо-лужною реакцією рН біля с. Дмитрів. Високий вміст Си на дослідній ділянці біля с. Дмитрів виявлено у зерні сортів Дубравка, Сімкода Миронівська та Героїня, на ділянці біля с. Долішній Лужок – сортів Династія, Діана, Ізольда. Для кількісної оцінки надходження Си з ґрунту в рослину ми застосували коефіцієнт біологічного накопичення (КБН), який визначається співвідношенням вмісту Си в зерні до його вмісту в ґрунті. Виявлено вищі значення КБН для майже усіх сортів на дослідній ділянці біля с. Дмитрів, окрім с. Злата та Провінціалка, у яких КБН був вищим на слабо-кислим рН. Вищий КБН мають сорти, вирощені на ґрунтах із нижчим вмістом біодоступного Си. Перспективними для подальших досліджень здатності до накопичення Си виявились сорти Дубравка, Провінціалка та Миронівський оксамит.

Робота виконана в рамках проекту CRDF Global OISE 16-62755-0 «Sustainable Approaches to Increase the Yield and Nutritional Value of Wheat». Автори щиро вдячні Миронівському інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН України, Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН та Носівській селекційно-дослідній станції за надане для досліджень сортове насіння пшениці.

SUMMARY. COOPER CONCENTRATION IN GRAIN OF SPRING WHEAT GROWN UNDER DIFFERENT SOIL CONDITIONS

Makar O., Kavylych Ya., Batrashkina T., Patsula O., Bunio L., Terek O., Romanyuk N., Kozlovskyy V.

Cu are required for the normal functioning of all organisms, including plants and humans. The soil samples analysis was carried out for finding correlation between the composition of minerals and their distribution in soils. The higher content of Cu – in range of 2-fold, was obtained in Dolishnij Luzhok. Cu bioaccumulation coefficient in Dolishnij Luzok decreased, in the following order: Provincialka-Zlata-Bozhena, while in Dmytriv location it decreased in the order: Dubravka-Provincialka-Myroniv's'kyi oksamyt.

КОРОТКОСТРОКОВА ДІЯ ЧЕРВОНОГО СВІТЛА НА АКТИВНІСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ В ЛИСТАХ ТОМАТУ

Могилевцева А. В., Щоголев А. С.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків, 61077, Україна
e-mail: a.s.schogolev@karazin.ua

Система фітохромів рослин – головна у рецепції світлового сигналу довкілля та його реалізації у фізіолого-біохімічних і морфогенетичних процесах. Ферменти пероксидаза та поліфенолоксидаза також беруть участь у регуляції метаболізму в ході онтогенезу і мають особливе значення для рослин, сприяючи їх швидкому пристосуванню до мінливих умов зовнішнього середовища. Однак взаємодія фітохромної системи та оксидоредуктаз досліджена недостатньо.

Об'єкти досліджень – томати (*Solanum lycopersicum*) різних строків дозрівання, скоростиглий гібрид томату Полфаст F1 та середньостиглий Чіблі F1. У вегетаційних дослідах рослини вирощували у факторостатній камері кафедри у ґрунтовій культурі у - пластикових касетах об'ємом 100 мл по 1 рослині на отвір, повторність 30-ті разова. Освітлення – люмінесцентні лампи/лампи розжарювання (3:1 за потужністю), інтенсивність 18-20 клк на рівні верхніх листків рослин, температура 22-25/18-20 оС (день/ніч). Рослини опромінювали у фазу 3-4-х справжніх листків на початку темного періоду доби по 15 хв протягом 15 діб. Досліди були проведені в лабораторних умовах у 2018 році. Активність ферментів визначали у свіжих листках, відібраних від 10-15 рослин.

Визначення активності поліфенолоксидаз (Фізіологія та біохімія рослин–малий практикум: навчально-методичний посібник / О.О. Авксентьева, В.В. Жмурко, А.С. Щоголев, Ю.Ю. Юхно - Х.: ХНУ імені ВН Каразіна, 2013) проводили фотоколориметричним методом, у якості субстрату використовували розчин пірокатехіну. Визначення активності пероксидаз (див. там же) проводили фотоколориметричним методом, у якості субстрату використовували розчин гваяколу.

Результати дослідів показали, що під впливом ЧС у скоростиглого гібриду томату Полфаст F1 в 900 активність поліфенолоксидаз зростала в порівнянні з контролем в середньому на 55%. У середньостиглого томату Чіблі F1 під впливом ЧС активність ферменту о 900 збільшилась на 66% порівняно до контролю.

Активність пероксидаз за опромінення ЧС була вищою на 66 % у томату Полфаст F1, та томату Чіблі F1 на 68 %, ніж у контрольному варіанті дослідів. Досліджувані гібриди томатів майже не відрізнялись за активністю поліфенолоксидаз та пероксидаз.

Отримані дані свідчать, що червоне світло, активуючи систему фітохромів впливає на активність оксидоредуктаз. Для виявлення механізмів цієї регуляції необхідні подальші дослідження.

SUMMARY. INFLUENCE OF RED LIGHT ON THE OXYDOREDUCTASE ACTIVITY LEVELS IN TOMATOES LEAVES

Mogilevtseva A. V., Schogolev A. S.

The influence of phytochrome system activation by red light on the oxidoreductase activity levels in tomatoes leaves (*Solanum lycopersicum*) was investigated. The tomatoes hybrids with different maturity period were used: POLFAST F1 (Bejo company, early-maturing) and CHIBLI F1 (Syngenta company, middle-maturing). It was established, that the processing of sprouts by red light (660 nm) results increase of polyphenol oxidase and peroxidase activity in leaves of plants. Received data testify, that red light through the activation of the phytochrome system on the initial stages of development, influence on regulation of activity oxidoreductase..

ІЗОЕНЗИМИ ПЕРОКСИДАЗИ У РІЗНИХ ФОРМ ПШЕНИЦІ

Сірант Л. В., Маменко Т. П.

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

Вивчення генетичних варіацій виду за поліморфними білковими системами є ефективним і перспективним напрямком досліджень. Найбільш високі показники поліморфності і гетерогенності властиві запасним білкам зерна, а також ферментам пероксидазам, естеразам, амілазам тощо. Пероксидаза є поліморфним ферментом, яка характеризується поліфункціональністю і високою гетерогенністю своєї ізоферментної системи. В рослинах пероксидаза виконує регуляторні і захисні функції, може складати основу адаптаційного механізму рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Метою нашої роботи було дослідити електрофоретичні спектри пероксидаз у різних форм пшениць, які відрізняються за генетично-детермінованими ознаками.

Аналіз компонентного складу ферменту проводили за кількістю його ізоформ з пероксидазною активністю та їх відносною електрофоретичною рухливістю. В отриманій зимограмі сортів озимої пшениці Астарта і Малинівка, які різняться за генетичним потенціалом зернової продуктивності, виявлено відповідно 6 і 8 ізоформ пероксидази. У сорту пшениці Астарта не зафіксовано двох ізоформ із середньою електрофоретичною рухливістю, які є у високобілкового сорту Малинівка. Сорти озимої пшениці, які відрізняють за селекційно-генетичними методами стоврення Куяльник (методом аналітичної селекції) і Смуглянка (методом експериментального мутагенезу) мали 8 ізоформ подібних за електрофоретичною рухливістю. У проростках сортів Білява і Чорноброва теж спостерігали 8 ізоформ пероксидази. Сорти озимої спельти Зоря України та Європа різнились за зимограмами: у спельти Зоря України виявили додаткову ізоформу ферменту з високою електрофоретичною рухливістю та була відсутня у сорту Європа та інших сортів. Загалом у сорту озимої спельти Зоря України зафіксовано 9 молекулярних ізоформ пероксидази. У проростках ярого сорту спельти Полби Голіковської виявлено додаткову молекулярну форму пероксидази, яка відрізнялась середньою електрофоретичною рухливістю та була відсутньою, як у обох сортів озимої спельти, так і у більшості досліджуваних нами сортів. Зимограма сорту Полба Голіковська подібна за кількістю ізоформ і їх електрофоретичною рухливістю до пшениці HAW (high amylose wheat) – із високим вмістом амілози. Пшениця ваксі із високим вмістом амілопектину сорту Софійка за набором множинних молекулярних форм пероксидази подібна до сортів Малинівка, Білява, Чорноброва, Смуглянка, Куяльник, Європа. При порівнянні проростків сортів пшениць за отриманими зимограмами виявили по 8-9 ізоформ, які відрізнялись за відносною електрофоретичною рухливістю. Малорухлива ізоформа зафіксована у всіх сортів. Множинні молекулярні форми із середньою електрофоретичною рухливістю були присутні у 90% досліджуваних рослин.

Таким чином, отримано зимограми пероксидази у рослинах пшениці, які суттєво відрізняються за кількістю та рухливістю ізоформ. Спектри зимограм є хорошим тестом для порівняльного аналізу різних форм пшениці та можуть бути використані при дослідженні

генетичних систем, зокрема, пероксидаз для ідентифікації сортів і ліній у злаків.

SUMMARY. ISOENZYMES OF PEROXIDASE IN DIFFERENT FORMS OF WHEAT

Sirant L. V., Mamenko T. P.

Zymograms of peroxidase in seedings of wheat varieties, which differ in genetically determined characteristics was studied. It was shown that the electrophoretic spectra of peroxidase of the investigated varieties of wheat differ significantly in number and mobility of its multiple molecular forms. Spectra of zymograms are good test for comparative analysis of plants in the early phases of ontogenesis and can be used in the study of genetic systems, in particular, peroxidases for the identification of varieties and lines in cereals.

ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОДНЕВНОЙ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНОЙ СОИ ОТ СРОКА ОБЛУЧЕНИЯ КРАСНЫМ СВЕТОМ

Тимошенко В. Ф.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, каф. физиологии и биохимии растений и микроорганизмов пл. Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина e-mail: V. Timoshenko@univer.kharkov.ua

Во время роста и развития растений их фотосинтез меняется под действием внешних факторов, очень важным из которых являются свет. Главным регулятором фотоморфогенеза, который влияет на большинство метаболических процессов, является фитохромная система (Волотовский, 1992). Фитохром активируется красным светом (КС 660 нм). Для изучения роли фитохромной системы в регуляции развития растений, и в их фотопериодической реакции важно определить влияние фитохромов на фотосинтетические характеристики растений.

Объектами исследований были изогенные по генам *E* линии сои (*Glycine max L.(Merr.)*). Линия, которая содержит доминантные гены *E1E2E3* имеет короткодневную реакцию, а линия с рецессивными генами *e1e2e3*, - фотопериодически нейтральная.

Исследования показали, что у короткодневной (КД) линии как при облучении перед началом темного времени суток, так и при прерывании ночи КС происходила задержка перехода к цветению на пять и семь суток соответственно, чего не наблюдалось у фотопериодически нейтральной линии.

Было установлено, что у короткодневной линии сои облучения в начале темного времени суток стимулировало формирование надземной массы, а прерывания ночи красным светом уменьшало этот показатель, тогда как у фотопериодически нейтральной (ФПН) линии красный свет не влиял на величину биомассы.

Активация фитохромов у КД линии в начале темного периода приводила к увеличению площади листьев и содержания в них хлорофилла, а облучение в середине ночи уменьшало площадь фотосинтетической поверхности и общее содержание хлорофилла в листьях.

Вечернее освещение КД растений красным светом увеличивало уровень фотофосфорилирования в расчете на хлорофилл второго листа от верхушки растения, тогда как прерывание ночи красным светом уменьшало фотохимическую активность хлоропластов и фотофосфорилирование в расчете на хлорофилл одного листа. У ФПН линии влияния красного света на такие фотосинтетические показатели, как площадь листьев, суммарное содержание хлорофилла, интенсивность реакции Хилла, скорость сопряженного с синтезом АТФ транспорта электронов и уровень фотофосфорилирования не наблюдалось.

SUMMARY. PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS OF A SHORT-TWO AND PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL SOYBEAN DEPENDENCE FROM THE RED LIGHT RADIATION

Timoshenko V. F.

In the vegetation experiments, the influence of different periods of plant irradiation with red light (RL, 660 nm) on biomass, leaf area, chlorophyll content, Hill reaction level and photophosphorylation in short-day (SD) and photoperiodically neutral (PhN) isogenic soybean lines (*Glycine max* L. (Merr.)). It was found that activation of RL phytochromes before the dark period of the day causes biomass growth, leaf area, chlorophyll content, restoration of potassium ferricyanide and photophosphorylation by isolated chloroplasts per chlorophyll per sheet, and interruption of RL night reduces these indices. Effects of RL on the study of the parameters in the PhN soybean line was not found.

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ФОТОПЕРИОДА И КРАСНОГО СВЕТА НА НИТРАТНЫЙ ОБМЕН КОРОТКОДНЕВНОЙ И ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНОЙ ЛИНИЙ СОИ

Тимошенко В. Ф., Резуненко А. А.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, каф. физиологии и биохимии растений и микроорганизмов пл. Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина e-mail: V. Timoshenko@univer.kharkov.ua

Важнейшим фактором, регулирующим темпы развития растений является длина фотопериода, причем действующей областью спектра в реакции на длину дня является красный свет. Литературные данные о связи между реакцией растений на длину дня и азотным обменом не достаточны и довольно противоречивы (Цыбулько, 1998). Так, результаты о накоплении и оттоке из листьев продуктов синтеза позволяют сделать выводы о количественном обеспечении ростовых процессов питательными веществами. Но в вопросе перехода растений от вегетативного роста к формированию генеративных органов важен и состав питательных веществ, поступающих в точки роста почек. Удобными объектами для исследования фотопериодической реакции растений является изогенные линии по генам обуславливающим определенную фотопериодическую реакцию. В частности, такие линии существуют у сои. Эти линии имея одинаковый генотип различаются по генам *E*, контролирующим реакцию растений на длину фотопериода.

Объектами исследований были изогенные линии сои (*Glycine max* L.(Merr.)). Линия, с доминантными генами *E1E2E3* имеет короткодневную реакцию, а линия с рецессивными генами *e1e2e3* – фотопериодически нейтральная.

Растения выращивали в вегетационной камере, в почвенной культуре. В первой серии опытов половину растений каждой линии выращивали на длинном 16-часовом дне, а вторую половину поместили в камеру с коротким 10-часовым фотопериодом. Во второй серии, где изучали регуляторное воздействие красного света - все растения выращивали на коротком фотопериоде. Опытные растения облучали красным светом (КС, 660 нм) 30 мин. в середине темного периода. Не облученные растения служили контролем. Нитратный азот определяли по Починку-Грису, нитратредуктазную активность – методом Мульдера *in vivo* (Методы..., 1987).

Анализ содержания нитратов показал, что у обеих линий содержание нитратов в листьях было выше на коротком фотопериоде, то есть после долгой ночи. Это можно объяснить тем, что ночью восстановление нитратов было на низком уровне и поэтому происходило их накопление. У фотопериодически нейтральной линии различия в содержании нитратов в листьях в зависимости от фотопериода были менее выражены чем у короткодневной линии.

Нитратредуктазная активность (НРА) в листьях двух изучаемых линий была выше на

длинном дне, что может объясняться тем, что нитратредуктаза – светоактивируемый фермент. Активируется светом и биосинтез НРА. Большая нитратредуктазная активность на длинном дне коррелировала с меньшим содержанием нитратов в листьях обеих линий.

Изучение влияния красного света на нитратный обмен показал, что прерывание ночи облучением растений КС снижало содержание нитратов в листьях обеих линий. Одновременно после облучения КС снижалась и нитратредуктазная активность листьев.

Видимо, в результате нарушения ночного оттока ассимилятов под влиянием КС происходит ухудшение обеспечения корней углеводами и снижение поглощения нитратов. А поскольку НРА индуцируемый субстратом фермент, то снижается и нитратредуктазная активность тканей.

SUMMARY. INFLUENCE OF PHOTOPERIOD AND RED LIGHT LENGTH ON NITRATE EXCHANGE OF SHORT-DAY AND PHOTOPERIODICALLY NEUTRAL LINES OF SOYBEAN Timoshenko V. F., Rezunenko A. A.

It was established that the content of nitrates in the leaves of the short-day and photoperiodically neutral lines was higher on a short photoperiod, and the nitrate reductase activity on the long one. Interrupting the night by irradiating plants with red light reduced the content of nitrates in the leaves of both lines. Simultaneously, after irradiation of plants, nitratereductase activity of the leaves was also decreased.

ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ ТА ГЕНІВ *E* НА НАКОПИЧЕННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПЛУК В ЛИСТКАХ ТА НАСІННІ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ СОЇ

Юхно Ю. Ю., Лозинська К. О.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: yu.yu.yukhno@karazin.ua

Насіння олійних культур, і зокрема сої, багаті речовинами, що характеризуються біологічною активністю, і є потенційним джерелом для їх виробництва (Константинова та ін., 2001). До таких речовин належать поліфеноли, що виконують чисельні важливі функції у рослинному організмі (Войцехівська та ін., 2015). Серед них є група флавоноїдів, які, як було показано, мають багато фармакологічних властивостей, такі як протипухлинна, антигіпоксична дія і позитивний вплив на імунний статус (Pollasrti, Tattini, 2011). Соя - культура короткоденна і теплолюбна, що обмежує ареал її вирощування. Відомо, що фотоперіод впливає на хід багатьох фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі на синтез, розщеплення, перерозподіл фенольних сполук у рослині, визначаючи врожайність і стійкість сортів. (Kim E.H. et al., 2006, Josipovic et al., 2016). Тому і гени дозрівання *E* (*E1-E8*) сої, що задіяні у фотоперіодичній реакції, можуть впливати на накопичення фенольних сполук на різних фазах розвитку сої.

Метою роботи було дослідження загального вмісту поліфенолів та флавоноїдів в листках та насінні ізогенних за генами *E* ліній сої за різних фотоперіодичних умов.

Матеріалом для досліджень були ізогенні за *E* генами лінії сої сорту Clark: короткоденні (КД) лінії з генотипами *E1E2E3*, *E1e2e3* і фотоперіодично нейтральні (ФПН) лінії з генотипами *e1E2e3*, *e1e2E3*, *e1e2e3*. Починаючи з фази третього справжнього листка, рослини вирощували на природному довгому дні (16 годин) і штучному короткому дні (9 годин) впродовж двох тижнів, а потім усі дослідні рослини вирощували на природньому довгому фотоперіоді до повного дозрівання. Визначення загального вмісту поліфенолів та флавоноїдів проводили в сухому рослинному матеріалі (листках та насінні) за стандартними методами: поліфенолів з реактивом Фоліна-Чокальтеу; флавоноїдів з реактивом $AlCl_3$ (Josipovic et al., 2016).

Результати досліджень показали, що загальний вміст поліфенолів і флавоноїдів у листках на природньому 16-годинному фотоперіоді значно вище, ніж на короткому 9-

годинному, особливо у ліній з *E1* та *E3* в генотипі (*E1E2E3*, *E1e2e3*, *e1e2E3*), які затримують цвітіння на довгому дні. Вірогідно, це обумовлене захисною функцією поліфенолів, насамперед, тим, що вони захищають фотосинтетичний апарат від високого рівня сонячної радіації, що необхідно для продовження вегетативної фази (Kim B.E. et al., 2007). Скорочення фотоперіоду не призводить до значного підвищення вмісту поліфенолів та флавоноїдів у листках досліджуваних ліній, окрім лінії *e1e2E3*. Можливо це пов'язане з тим, що за умов короткого дня усі лінії переходять до цвітіння майже у однакові строки, а лінія *e1e2E3* зацвітає пізніше за всіх.

Дослідження загального вмісту поліфенолів та флаваноїдів у насінні ізогенних ліній сої показало, що генотип лінії та фотоперіодичні умови впродовж вегетативної фази суттєво не впливали на ці показники. Однак слід зазначити, що серед усіх генів *E* найбільшому накопиченню поліфенолів та, особливо флавоноїдів, у насінні сої сприяє наявність *e1* та *e2* генів у генотипі ізоліній.

Таким чином, варіювання вмісту поліфенолів в листках ізогенних за генами *E* ліній сої протягом фотоперіодичного впливу вірогідно пов'язане, з одного боку, з захисною функцією цих сполук, а з іншого – з регуляцією процесів цвітіння рослин. А виходячи з того, що інтенсивність накопичення поліфенолів на різних фазах розвитку рослин у різних органах, зокрема у насінні, є генетично детермінованою, то можливо стан окремих генів *E* може впливати на цей процес.

SUMMARY. PHOTOPERIOD AND *E* GENES EFFECTS ON THE ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN LEAVES AND SEEDS OF SOYBEAN ISOGENIC LINES

Yukhno Yu. Yu., Lozynska K. O.

The content of total phenols and flavonoids in leaves and seeds of soybeans isogenic *E*-lines under different photoperiodic conditions were studied. It was found that long-day conditions (16 h) promotes the accumulation of total phenols and flavonoids content in leaves of all isolines, especially in lines with *E1* and *E3* genes. Short-day conditions (9 h) almost did not influence the content of total phenols and flavonoids in leaves of all isolines. It has been shown that the presence of *e1* and *e2* genes in the isolines genotype promotes the highest accumulation of phenols, and especially flavonoids, in the soybean seeds.

ACCUMULATION OF CARBOHYDRATES AND OIL IN SOYBEAN SEEDS (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) IN THE PROCESS OF FORMATION AT PHOTOPERIODIC INDUCTION

Hayder Nabil Hussain Al-Hamadani, Zhmurko V. V.

Kharkiv National V.N. Karazin University
Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms
Maidan Svobodi 4, Kharkov, 61022, Ukraine,
e-mail: zhmurko@karazin.ua

The soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is one of the most valuable oil-bearing, industrial crops and legumes (Vishnyakova, 2017; WAP 09-17, Circular Series.USDA, 2917).

The predominant environmental factors that determine the prevalence of soybeans in the cultivation areas, its adaptability and productivity include the duration of the photoperiod and temperature. Soybean belongs to a short-day thermophilic plant, which significantly slows down their development is photoperiods are longer more than 14 hours. Therefore, many highly productive varieties with high photoperiodic sensitivity ripen late, which results in the reduced yield and quality of the grain (Zhmurko, 2009).

It has been shown that in case of a short photoperiod, the rate of development of different soybean varieties varied, but productivity of all of them reduced vs. the productivity in long-day conditions (Davidenko et al., 2004; Zhmurko, 2009; Haider Nabil Hussain Al-Hamadani, Zhmurko, 2018). The literature data on the effect of photoperiodic induction on the process of accumulation

of reserve nutrients by soybean seeds in the process of their formation is extremely scarce. The study of this issue was the purpose of our research.

Photoperiodically neutral (PhN) grades, such as Yatran, Annushka, Ustia, and the short-day variety Khadzhibey were used in the experiments. They were grown on the experimental field of the Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms of V.N. Karazin Kharkv National University in natural (16 hours) and short (9 hours) days. The short day was used to induce the development of plants, affecting them beginning with the phase 3 of true leaf for 14 days, and afterwards growing continued in the natural day. Control plants were grown in the long day. The collection of seed samples started after induction was completed, when their formation began, and then it was conducted three more times with an interval of 10 days. Seeds were fixed with water vapor at 120°C for 30 minutes, dried, and then the content of carbohydrates and oil in them was determined (Ermakov et al., 1987).

The obtained data showed that as a result of photoperiodic induction, the plants of PhN varieties blossomed at the same time as non-induced plants, and the induced SD plants blossomed much earlier (10-15 days) than not induced ones. Induction accelerated the formation of seeds, which was determined by the accumulation of biomass. Determination of the dynamics of accumulation of carbohydrates and oil in seeds showed that under the influence of photoperiodic induction by a short photoperiod, it began earlier and was much more intensive in all varieties, regardless of their photoperiodic reaction. It is likely to be due to the greater intensity of accumulation of assimilation products in leaves and their more intensive outflow to the emerging seeds under conditions of photoperiodic induction.

**АННОТАЦИЯ. НАКОПЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ И МАСЛА В СЕМЕНАХ СОИ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ
Хайдер Набил Хусейн Аль-Хамадени, Жмурко В. В.**

Фотопериодическая индукция ускоряет накопление углеводов и масла в семенах сортов сои независимо от их реакции на фотопериод.

Секція 3.

МЕХАНІЗМИ АДАПТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РОСЛИН

Section 3.

MECHANISMS OF ADAPTABILITY AND RESISTANCE OF PLANTS

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОПРОДУКТАМИ НА ФІТОТОКСИЧНИЙ ЕФЕКТ В УМОВАХ УЖГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТТЯ

**Боднарюк Р. М., Вакерич М. М., Ніколайчук В. І., Гедзур Т. І., Белчгазі В. Й.,
Вайда П. В.**

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», біологічний факультет,
кафедра генетики, фізіології рослин і мікробіології,
м. Ужгород, 88000 ,вул. волошина, 32, Україна,
e-mail: mykhailo.vakerich@uzhnu.edu.ua

У західному регіоні України, як і в цілому в державі, проблема забруднення верхнього родючого шару ґрунту значно виявляється у районах добування, переробки і транспортування нафти та нафтопродуктів, а також на територіях гірничо-видобувних підприємств, де на поверхні ґрунту акумулюються відходи промисловості: порода, нафта й нафтопродукти. Ці відходи характеризуються несприятливими хімічними та фізичними властивостями, що пригнічують ріст і розвиток рослин (Бабаджанова та ін., 2010, Бешлей та ін., 2014, Клімова, 2006, Терек, 2007, Фесенко та ін., 2001, Banks at all, 2005, Cermak at all, 2010, Cruz at all, 2013).

Одним із провідних біологічних методів оцінки стану довкілля є фіто індикація, в основі якої лежить чутливість рослин до екзогенного хімічного впливу, що виявляється у зміні ростових і морфологічних характеристик.

Через територію Закарпаття проходить трансєвропейський транзитний нафтопровід «Дружба» (довжиною 60 км). Небезпечним для довкілля є можливий розлив нафтопродуктів. В природних умовах вони розкладаються протягом багатьох років, завдаючи значної шкоди довкіллю. Тому метою нашого дослідження було встановлення фітотоксичного ефекту забруднених нафтопродуктами ґрунтів, на прикладі ґрунтів с. Дубрівка Ужгородського району Закарпатської області (Боднарюк та ін., 2017).

Оцінку рівня фітотоксичного впливу ґрунту забрудненого нафтопродуктами проводили за методом Красильникова та Гродзинського. В якості тест-об'єкту використовували редис (*Raphanus sativus L.*). Контролем слугувало насіння пророщене на фільтрувальному папері. В ході визначення фітотоксичного впливу ґрунту забрудненого нафтопродуктами використовували наступні ґрунтові проби: ґрунт незабруднений нафтопродуктами, ґрунт відібраний в епіцентрі забруднення, проба ґрунту на відстані 50 м від забруднення. Визначали такі параметри: схожість насіння, довжина кореня, висота пагона, кількість листків та фітотоксичний ефект (за коренем). Результати фітотоксичного впливу нафтопродуктів за умови забруднення ґрунтів показали, що нафтове забруднення має значний фітотоксичний вплив як на схожість насіння *Raphanus sativus L.*, так і на основні ростові показники досліджуваної тест-культури. Схожість насіння, висіяного в пробі ґрунту з епіцентру

забруднення була нижчою за контрольний показник (фільтрувальний папір) на 36% і становила 40%. Схожість насіння висіяного в пробі ґрунту відібраного на відстані 50 м від епіцентру забруднення була вищою і становила 70%. Показники схожості насіння *Raphanus sativus* L., що пророщувалися на незабрудненому ґрунті та в контрольному досліді не відрізнялися і становили 76%. Аналогічний фітотоксичний вплив спостерігався також і на ростові показники досліджуваної тест-культури (довжина кореня, висота пагона, кількість листків). Позитивний фітотоксичний ефект спостерігався в обох варіантах проб ґрунту відібраних як в епіцентрі забруднення, так і на віддалі 50 м і становив 42,86 і 28,58% відповідно. Результатом пророщування *Raphanus sativus* L. на пробі ґрунту відібраному з незабрудненої території став негативний ФЕ, який становив -8,0%.

Встановлені показники фітотоксичності можуть бути використаними для обґрунтування безпечного рівня вмісту нафтопродуктів у ґрунті, що дасть змогу застосовувати їх для оцінювання рівня забруднення ґрунтів і вибору методів подальшої рекультивациі території.

SUMMARY. INFLUENCE OF OIL POLLUTION ON SOIL AND PHYTOTOXIC EFFECT IN CONDITIONS OF UZHGOROD DISTRICT OF ZAKARPATTIA

Bodnariuk R. M., Vakerych M. M., Nikolaichuk V. I., Hedzur T. I., Belchhazy V. J., Vajda P. V.

The influence of oil pollution on the soil and the phytotoxic effect on the example of test objects *Raphanus sativus* L. and *Linum usitatissimum* L. have been investigated in the laboratory. It has been established that the test cultures being studied can be used to substantiate the safe level of oil content in the soil, which will allow them to be used for assessing the level of soil contamination and the choice of methods for further remediation of the territories.

ВЛИЯНИЕ ДОНОРА СЕРОВОДОРОДА И ХОЛОДОВОГО ЗАКАЛИВАНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕНИЛАЛАНИНАММОНИЙЛИАЗЫ И СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ПРОРОСТКАХ ОЗИМЫХ РЖИ И ПШЕНИЦЫ

Горелова Е. И.¹, Колупаев Ю. Е.^{1,2}, Ястреб Т. О.¹, Рябчун Н. И.³

¹Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева
п/о Докучаевское-2, г. Харьков – 62483, Украина, e-mail: plant_biology@ukr.net;

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
пл. Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина

³Институт растениеводства им. В.Я Юрьева Национальной академии аграрных наук
Украины, Московский проспект, 142, г. Харьков – 61060, Украина

К настоящему времени хорошо изучены функции сероводорода (H₂S) как сигнального посредника в клетках млекопитающих (Gadalla, Snyder, 2010). Роль сероводорода в клетках растений исследована значительно слабее, хотя с недавних пор молекулы H₂S относят к ключевым газотрансмиттерам растительных клеток (Hancock, Whiteman, 2016). Влияние доноров сероводорода на устойчивость растений к некоторым стресс-факторам, в частности к гипотермии, остается малоизученным. Одной из важных причин повреждения растений при низких температурах является вторичный окислительный стресс. В связи с этим активация антиоксидантной системы рассматривается как один из ключевых механизмов адаптации растений к действию холода. К важным низкомолекулярным антиоксидантам относятся флавоноиды. Показано повышение общего содержания флавоноидов (Олениченко и др., 2008) и количества антоцианов (Колупаев и др., 2016) при низкотемпературной адаптации пшеницы. Однако влияние сероводорода на содержание флавоноидных соединений у растений при гипотермии практически не изучено.

Исследовали влияние донора H₂S гидросульфид натрия (NaHS) на активность фенилаланинаммонийлиазы (ФАЛ) и содержание флавоноидов в проростках озимых пшеницы (сорт Досконала) и ржи (сорт Память Худоерко) при обычной температуре (21°C) и в условиях холодного закаливания (7 суток при 3°C). Через 2 суток закаливания

отмечалось транзиторное повышение активности ФАЛ у обоих видов злаков. Также активность фермента увеличивалась под влиянием обработки проростков 0.1 или 0.5 мМ NaHS в обычных температурных условиях и особенно на фоне закаливания. Закаливание и действие донора H₂S вызывали повышение общего содержания флавоноидов и количества антоцианов. Более заметным повышением содержания антоцианов при действии донора H₂S было у проростков пшеницы. При сочетании гипотермии и обработки проростков NaHS этот эффект усиливался. Обработка донором H₂S вызывала уменьшение содержания продуктов пероксидного окисления липидов в проростках обоих злаков после действия закаливающей температуры и особенно после их промораживания при -5°C. Также под влиянием обработки NaHS повышалось выживание закаленных и незакаленных проростков после криостресса. Таким образом, одним из механизмов положительного влияния донора H₂S на устойчивость проростков пшеницы и ржи к гипотермии является зависимое от активности ФАЛ накопление флавоноидных соединений, обладающих высокой антиоксидантной активностью, и уменьшение последствий вторичного окислительного стресса.

SUMMARY. ACTION OF HYDROGEN SULFIDE DONOR AND COLD HARDENING ON ACTIVITY OF PHENYLALANINE AMMONIA-LYASE AND FLAVONOID CONTENT IN SEEDLINGS OF WINTER RYE AND WHEAT

Horievova E. I., Kolupaev Yu. E., Yastreb T. O., Ryabchun N. I.

The influence of H₂S donor sodium hydrosulfide (NaHS) on phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity and content of flavonoids in rye and wheat seedlings at normal temperature (21°C) and under cold hardening conditions (3°C) was studied. It was concluded that one of the mechanisms of the positive influence of the H₂S donor on resistance of cereals seedlings to hypothermia is the PAL-dependent accumulation of flavonoid compounds, which have a high antioxidant activity, and a decrease in effects of secondary oxidative stress.

ВПЛИВ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ – СВИНЦЮ ТА КАДМІЮ НА МІКРОТРУБОЧКИ КЛІТИН ГОЛОВНИХ КОРЕНІВ *ARABIDOPSIS THALIANA*

Горюнова І. І., Ємець А. І., Блюм Я. Б.

Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»
Осиповського 2-А, м.Київ–04123, Україна
e-mail: inna.horiunova.ukr@gmail.com

Клітинні механізми фітотоксичних ефектів металів-полютантів навколишнього середовища (Ni, Cd, Pb, Al, ін.), у тому числі білки-мішені та сигнальні каскади, які приймають участь в детоксикаційних процесах рослинних організмів на забруднення навколишнього середовища токсичними металами, потребують детального вивчення. З-поміж відомих мішеней токсичних металів на особливу увагу заслуговує цитоскелет рослинної клітини, а саме мікротрубочки (МТ) та мікрофіламенти рослинних клітин, які є підґрунтям для основних процесів життєдіяльності клітини, зокрема, їх поділу та росту. Кадмій (Cd) та свинець (Pb) є одними з найбільш токсичних водорозчинних полютантів ґрунтів, які потрапляють в навколишнє середовище з промислових відходів та фосфатних добрив, і акумулюються переважно в клітинах зон активного росту коренів, а саме апікальній меристемі та зоні розтягу (Liu et al., 2003/2004). Саме тому, дослідження впливу Cd та Pb на цитоскелет рослинної клітини допоможе більш краще зрозуміти механізми токсичності, вказаних металів. Отже, нами були проведені дослідження по визначенні впливу Cd і Pb на ріст та морфологію та організацію МТ клітин головних коренів *Arabidopsis thaliana* (*gfp-map4*) – модельний об'єкт для прижиттєвої візуалізації МТ рослинних клітин, за допомогою методів світлової та лазерної скануючої мікроскопії. Отже, під впливом Cd (концентрації 1, 5, 10 та 20 мкМ) та Pb (концентрації 500 нМ, 1, 10 та 50 мкМ) відбувається дозозалежне інгібування росту головних коренів *A. thaliana*, а також відмирання клітин зон росту, перехідної зони та розтягу, збільшення довжини та кількості кореневих волосків. Описані зміни росту і морфології

коренів можуть відбуватися також внаслідок порушення організації МТ. Нами було підбрано найменші дієві концентрації токсичних металів, при яких зміни організації МТ в клітинах були не значними, це – 1 мкМ Cd та 500 нМ Pb. Так, вказані концентрації викликали зміни нативної орієнтації МТ в клітинах епідерми зон поділу, перехідної зони, зони розтягу, з висхідної поперечної на частково повздожню та невпорядковану. В той час, як клітини глибинних шарів кореня, а саме клітини апікальної меристеми та клітини кори зберігали типову для цих клітин організацію МТ. В той час, як збільшення концентрацій до 1, 10 та 50 мкМ Pb та до 5, 10, 20 мкМ Cd викликало дуже сильну невпорядкованість МТ та їх часткову або/і повну деполімеризацію. Таким чином, нами вперше встановлено взаємозв'язок між інгібуванням росту головних коренів, змінами морфології коренів *A. thaliana* і реорганізацією МТ у їхніх клітинах.

SUMMARY. INFLUENCE OF TOXIC METALS – LEAD AND CADMIUM ON MICROTUBULES ARABIDOPSIS THALIANA MAIN ROOT CELLS

Horiunova I. I., Yemets A. I., Blume Y. B.

The results of research on the influence of lead and cadmium on microtubules of plant climax are shown in the work. The relationship between root growth inhibitions, changes in the morphology of the roots of *A. thaliana* and the microtubules reorganization in their cells were shown.

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В РІЗНИХ УМОВАХ М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО

Григорчук І. Д.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, каф. біології та методики її викладання, вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський – 32301, Україна
e-mail: physioplants@gmail.com

Урбанізація природного середовища призводить до значного погіршення якості навколишнього середовища, що має негативний вплив на рослинність (Геник, 2013). Важливою ланкою метаболізму рослин є водний обмін, зміни якого викликають зміни багатьох метаболічних процесів в організмі (Гнатишин, 2015). Вивчення головних рис цього процесу дозволяє з'ясувати стан водного балансу рослин, а також ступінь його відповідності умовам навколишнього середовища (Манько, 2016). Унікальними індикаторами екологічних умов і стану забруднення навколишнього середовища в місті є деревні рослини, що відіграють роль універсальних природних фільтрів очищення ґрунту, повітря й води від техногенних забруднень, мають вагоме архітектурне, лікувальне та народногосподарське значення. Тому метою роботи є вивчення особливостей водного режиму деревних рослин в різних умовах м. Кам'янця-Подільського.

Дослідження проводились на підібраних ділянках м. Кам'янця-Подільського: точка 1 – Ботанічний сад (зона умовного контролю) точка 2 – парк «Комсомольський» по вул. Крип'якевича (об'їзна дорога для вантажних автомобілів), точка 3 – перехрестя проспекту Грушевського та вул. Князів Коріатовичів, точка 4 – перехрестя проспекту Грушевського та вул. Пушкінської, точка 5 – проспект Грушевського поблизу ВАТ «Завод дереворізального інструменту «Мотор» ім. Г. І. Петровського» (точки 3, 4, 5 – знаходяться вздовж дороги з інтенсивним рухом автомобілів), точка 6 – перехрестя вулиць Шевченка та Пушкінської (територія з незначним рухом автомобілів). Об'єктами дослідження були *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L. та *Tilia cordata* Mill.

В результаті досліджень з'ясовано, що відносний вміст води у листках досліджуваних видів в різних умовах м. Кам'янця-Подільського змінювався: у *A. hippocastanum* спостерігалось достовірне зниження води у точці 2 та точці 3, тоді як у *T. cordata* спостерігалось збільшення відносного вмісту води, порівняно з контролем. У *A. platanoides* та *B. pendula* достовірних змін відносного вмісту води у листках, порівняно з контролем, не

зафіксовано.

Зміни екологічних умов зростання викликали зменшення коефіцієнту водовідновлення у всіх досліджуваних видів дерев та збільшення коефіцієнту водозатримання у *A. hippocastanum* та *B. pendula*. Відомо, що збільшення коефіцієнту водозатримання в погіршених умовах водопостачання, спостерігається у нестійких до засухи видів рослин, тоді як посухостійкі види повільніше реагують на зміни водного балансу (Нестерова, 2013). Погіршення умов водопостачання призводило до зниження показників коефіцієнту посухостійкості та дефіциту водного насичення листків досліджуваних дерев.

Таким чином, найстійкішими за показниками водного режиму у м. Кам'янці-Подільському є *A. platanoides* та *T. cordata*, які доцільно використовувати в паркових ансамблях та вуличному озелененні.

SUMMARY. FEATURES OF THE WATER REGIME OF TREE PLANTS IN DIFFERENT CONDITIONS OF KAMYANETS-PODILSKY

Hryhorchuk I. D.

The peculiarities of water metabolism of tree plants in various conditions of Kamyanets-Podilsky city are revealed. It was shown that the parameters of the water regime of the trees varied both depending on the conditions of growth and on the species. With the change in the conditions of growth, the indicators of the drought-resistance coefficient decreased, the water deficit increased, the relative water content decreased and the water content decreased. It is concluded that in the conditions of the city of Kamyanets-Podilsky the most stable are *Acer platanoides* and *Tilia cordata*.

АНТАГОНИЗМ L-АРГИНИН- И НИТРАТ-ЗАВИСИМОГО ПУТЕЙ СИНТЕЗА NO ПРИ ИНДУЦИРОВАНИИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ И ИХ ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТИ

Карпец Ю. В.¹, Колупаев Ю. Е.^{1,2}, Швиденко Н. В.¹, Луговая А. А.¹

¹Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева
п/о Докучаевское-2, г. Харьков – 62483, Украина, e-mail: plant_biology@ukr.net;

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
пл. Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина

Оксид азота (NO) как один из сигнальных мессенджеров играет важную роль в адаптации растений к действию стрессоров различной природы (Song et al., 2006). Основными путями синтеза оксида азота считаются нитрат/нитрит- и L-аргинин-зависимый. Первый предполагает восстановление нитрата и нитрита до оксида азота с участием цитозольной нитратредуктазы (Shi et al., 2008). Второй путь предусматривает синтез NO в результате окисления L-аргинина, что идентично основному механизму образования оксида азота в клетках животных (Mur et al., 2013). Однако его наличие у высших растений пока не удается доказать молекулярно-генетическими методами.

При исследовании NO-зависимых физиологических процессов у растений в качестве доноров NO наиболее часто используют нитропруссид натрия, реже S-нитрозоглутатион (GSNO). В то же время слабо изучена возможность индуцирования стресс-протекторных систем растений (в частности, антиоксидантной) экзогенными нитратом и L-аргиномом, которые являются естественными субстратами для ферментативных реакций образования NO. Ранее нами было показано частичное нивелирование обработкой L-аргиномом индуцируемого нитратом увеличения содержания NO в корнях проростков пшеницы (Карпец и др., 2017). Иными словами, наблюдался антагонизм двух потенциальных доноров оксида азота. В связи с этим представляло интерес исследовать раздельное и совместное влияние нитрата и L-аргинина на активность антиоксидантных ферментов в связи с NO-индуцированным формированием теплоустойчивости проростков.

Обработка проростков 20 мМ нитратом натрия и 5 мМ L-аргиномом вызывала

повышение активности супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и гваяколпероксидазы (ГПО) в корнях. В то же время при совместном действии нитрата и L-аргинина увеличение активности каталазы было менее существенным, чем при обработке корней одним L-аргинином. С другой стороны, при совместной обработке корней нитратом и L-аргинином не проявлялось положительное влияние нитрата на активность ГПО. При одновременном действии нитрата и L-аргинина на корни проростков заметного их антагонизма во влиянии на активность СОД не наблюдалось. Под действием обоих доноров NO отмечалось повышение устойчивости проростков к повреждающему нагреву. Однако при одновременной обработке корней нитратом и L-аргинином этот эффект нивелировался. Следует отметить, что другие исследованные аминокислоты (L-валин и L-аспарагин) не влияли на активность антиоксидантных ферментов и теплоустойчивость проростков и на проявление физиологических эффектов нитрата. Сделано заключение о возможном антагонизме нитрат-зависимого и L-аргинин-зависимого путей образования NO в корнях пшеницы.

SUMMARY. ANTAGONISM OF L-ARGININ- AND NITRATE-DEPENDENT PATHWAYS OF NO SYNTHESIS AT INDUCTION OF ANTIOXIDATIVE SYSTEM OF WHEAT PLANTLETS AND THEIR HEAT RESISTANCE

Karpets Yu. V., Kolupaev Yu. .E., Shvidenko N. V., Lugovaya A. A.

The treatment of roots of wheat plantlets with L-arginine and sodium nitrate caused the increase of activity of superoxide dismutase, catalases and guaiacol peroxidases in them and raised their resistance to the damaging heating. At the combined influence of NaNO₃ and L-arginine these effects were partially levelled. The conclusion about the possible antagonism of nitrate-dependent and L-arginine-dependent pathways of NO formation is made.

ДИНАМІКА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ ACER L. В УМОВАХ УРБООЦЕНОЗУ

Легостаєва Т. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, каф. фізіології та інтродукції рослин, проспект Гагаріна, 72, м. Дніпро – 49010, Україна
e-mail: tanyaleg1975@gmail.com

Особливої уваги у вивченні фізіолого-біохімічних основ адаптації рослин до антропогенних впливів потребують деревні рослини, які використовуються як джерело деревини, виконують ґрунтозахисну, гідрологічну, санітарно-гігієнічну та рекреаційну функції. Як біоіндикаційний показник впливу антропогенних стресових факторів на рослини використовують показники зменшення вмісту хлорофілу в асиміляційних органах рослин. При цьому, вплив техногенного забруднення атмосфери викликає не лише зменшення вмісту пігментів в листках, особливо на заключних етапах вегетації (Коршиков, 1995), але й зниження співвідношення хлорофілів *a* і *b* (Бессонова, 1999).

У зв'язку з цим, нами досліджено зміни вмісту хлорофілу у вегетативних органах представників роду *Acer* L. за антропогенних умов існування. Так, у *Acer platanoides* L. впродовж вегетації нами відмічено зниження вмісту хлорофілу *a* на дослідних ділянках до 30 % порівняно із контролем, хлорофілу *b* - до 54 %. У листках *Acer pseudoplatanus* L. з автомагістралей м. Дніпро вміст хлорофілів *a* та *b* впродовж всіх фенофаз також був знижений порівняно с показниками контрольних рослин: у фазу активного росту - на 21-49 %; вторинного росту - на 21-48 %. А у фазу припинення росту відмічено певне зниження процесу накопичення пігменту як в дослідних, так і в контрольних рослинах. Найбільш стійким до хронічного впливу аерополютантів виявився *Acer negundo* L. У листках дослідних рослин з проспектів з меншим антропогенним навантаженням у фазу активного росту вміст хлорофілів знижений на 6-9 % відносно контролю. На ділянках з вищим рівнем забруднення цей показник знижено на 19 % (пр. О. Поля) і 20 % (пр. Б. Хмельницького). Перехід рослин до наступного етапу вегетації характеризувався зростанням рівня вмісту хлорофілів, але

відносно контролю він був знижений на моніторингових точках на 7-24 %. У фазу припинення росту нами виявлена тенденція до певного зниження досліджуваного показника до 23 % на проспектах міста.

Таким чином, визначення дії інгредієнтів викидів автотранспортних засобів на пігментний комплекс кленів показало, що знижений вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми спостерігався впродовж всього вегетаційного періоду, що підтверджує чутливість рослин до умов існування. Це може бути наслідком пригнічення процесу формування хлоропластів та їх функціональної активності. Підвищена кількість хлорофілу *a* вказує на нестійкість хлорофілу *b* в стресових для рослини умовах. Отже, зміни в складі фотосинтетичних пігментів в умовах антропогенного забруднення є адаптацією рослин до умов існування, що доцільно використовувати для характеристики стану довкілля.

SUMMARY. THE DYNAMICS OF CONTENT OF CHLOROPHYLLS IN LEAVES OF REPRESENTATIVES OF SORT OF ACER L. IN THE CONDITIONS OF URBOCENOSE

Legostaeva T. V.

It was found that chronic contamination of environment of air pollutants on basic highways Dnepr leads to the decline of level of chlorophyll in the leaves of *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer negundo* L. during phenophases. Thus, in the conditions of contamination of environment by the ingredients of extrass of motor transport, content of chlorophyll *b* is lower, comparatively with chlorophyll *a*, that characterizes instability to contamination of this form of pigment.

АКТИВНІСТЬ PR-БІЛКІВ ПШЕНИЦІ ЗА ІНФІКУВАННЯ *FUSARIUM GRAMINEARUM* ТА ВПЛИВУ СИГНАЛЬНИХ МОЛЕКУЛ

Молодченкова О. О., Рищаківа О. В.

Селекційно-генетичний інститут-Національний центр насіннізнавства та сортовивчення,
Овідіопольська дорога 3, м. Одеса, 65036, Україна

При взаємодії з фітопатогенами у рослин вмикається комплекс захисних механізмів, до числа яких відноситься синтез PR-білків. Одними із представниками цих білків є хітинази та β -1,3-глюканази, які вважаються маркерами захисного відгуку рослин на дію різних патогенів. Ці ензими здатні руйнувати основні компоненти клітинної стінки грибів, таким чином перешкоджаючи проростанню гіф та розповсюдженню гриба (Hegde, Keshgond, 2013). Їх координоване накопичення в рослинах регулюється сигнальними системами (Шапірова и др., 2013). В якості сигнальних молекул виступають жасмонова (ЖК) та саліцилова (СК) кислоти, які приймають участь в індукції стресових та імунних реакцій рослин (Тарчевский, 2002).

Метою нашої роботи було вивчення зміни активності хітинази, β -1,3-глюканази в проростках пшениці за інфікування збудниками фузаріозу та впливу СК і ЖК в зв'язку зі стійкістю рослин до даного патогену.

Дослідження динаміки зміни активності ензимів при проростанні зерна пшениці на протязі 8-ми діб показало, що максимальний рівень активності хітинази спостерігався на 4-5 добу в проростках стійкого та на 7 добу у сприйнятливого сортів пшениці, а максимальний рівень активності β -1,3-глюканази встановлений на 4-5 добу проростання в надземній частині та коренях проростків стійкого та сприйнятливого сортів. Виявлені особливості зміни активності хітинази та β -1,3-глюканази в проростках за інфікування *Fusarium graminearum* і дії СК та ЖК в залежності від рівня стійкості сортів пшениці до збудників фузаріозу та чинника впливу. Отримані дані щодо зміни активності вивчених ензимів під впливом СК та ЖК вказують на участь цих сполук у регуляції активності хітиназ і β -1,3-глюканаз та ланцюзі сигнальних шляхів, які призводять до експресії захисних генів та індукування захисних білків і формування стійкості рослин пшениці до грибних патогенів, зокрема до збудників фузаріозу.

SUMMARY. WHEAT PR-PROTEINS ACTIVITY AT THE INFECTION OF *FUSARIUM GRAMINEARUM* AND ACTION OF SIGNAL MOLECULS

Molodchenkova O. O., Rushchakova O. V.

The differentiated changes of activity of chitinase and β -1,3-glucanase in the wheat seedlings upon infection of agents of fusariose and influence of salicylic acid and jasmonic acid are established. These changes depend from the level of wheat varieties resistance to *Fusarium graminearum* and influencing factor. Received results about the change of activity of chitinase and β -1,3-glucanase under the action of salicylic and jasmonic acids show the involvement of these compounds in the chain of signaling pathways that lead to the expression of protective genes and the formation of resistance of wheat varieties to *Fusarium graminearum*.

ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТОМАТУ (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) ЗА ДІЇ А-ТОКОФЕРОЛУ В УМОВАХ ЗАСОЛЕННЯ

Пашенко Ю. П., Колесніков М. О.

Таврійський державний агротехнологічний університет
пр. Б.Хмельницького, 18, м. Мелітополь, 72310, Україна
e-mail: yuliia.paschenko@tsatu.edu.ua

Інтенсивні агротехнології закритого ґрунту, поступова деградація ґрунтів, застосування сильномінералізованих вод та аридні кліматичні умови призводять до виникнення стресового сольового навантаження при вирощуванні овочів і як результат до втрат урожаїв та зниження якості продукції. Засолення ґрунтового середовища викликає порушення осмотичного й іонного гомеостазу рослинних клітин, а також нагромадження в них токсичних речовин, що негативно впливає на проростання насіння та морфогенез рослин (Zhu, 2002). Томат (*Solanum lycopersicum*) досить чутлива до сольового середовища овочева культура. Одним із засобів посилення солерезистентності може бути передпосівна обробка стимуляторами росту насіння або рослин, що вегетують. Вітамін Е (α -токоферол) виявляє потужні антиоксидантні властивості завдяки його здатності зв'язувати активні радикали та впливати на активність ферментів. В ряді робіт показана ефективність екзогенного застосування токоферолу при вирощуванні квасолі, льону, пшениці, рису (Mohammed, 2011; Munne-Bosch, 2014). Тому метою роботи було з'ясування особливостей впливу α -токоферолу на біометричні показники проростків томату за умов сольового середовища.

Насіння томатів сорту Санька контрольного варіанту пророщували у водному середовищі в чашках Петрі протягом 10 діб. Сольове середовище створювали шляхом пророщування насіння на 0,1 М розчині NaCl. Насіння дослідних варіантів обробляли солюбілізованим препаратом на основі α -токоферилацетату (α -ТФ) в концентраціях (0,001; 0,01; 0,1; 0,5 г/л).

Пророщування насіння томатів призвело до вірогідного зменшення схожості насіння за рахунок створених умов депресії водного потенціалу та лімітування потоку води як фактору активації проростання. Так, за дії α -ТФ (0,001 та 0,01 г/л) схожість насіння томату зростала на 6,5 та 14,5% відповідно та наближалася до схожості насіння, що пророщувалося на водному середовищі. Разом з тим, більш високі концентрації α -ТФ навпаки інгібували проростання насіння. В ході дослідження встановлено, що α -ТФ (0,001 та 0,01 г/л) збільшував сиру масу коренів та проростків на 15,5 та 27,2% відповідно. Аналогічна ефективність відмічена й при розрахунку сухої маси, яка зростала за дії α -ТФ в проростках на 19,6%, коренях - на 29,0% порівняно з рослинами сольового контролю. Слід відмітити, що більш високі концентрації α -ТФ (0,1 та 0,5 г/л) не стимулювали накопичення сирої та сухої маси проростків і коренів томатів. Однією з причин гальмування росту та затримки розвитку є накопичення йонів Na^+ та Cl^- та їх токсичний вплив на клітини. Сольове навантаження викликало уповільнення фаз розтягування клітин та знизило довжину проростків і коренів. За

умов передпосівної обробки насіння α -ТФ (0,001 та 0,01 г/л) відмічено зростання довжини проростків та коренів 10-денних томатів. α -ТФ у більш високих концентраціях навпаки знижував довжину проростків та коренів томатів.

Препарат на основі α -ТФ сприяв послабленню дії токсичних метаболітів та, як наслідок, опосередковано стимулював ростові процеси. Таким чином, передпосівна обробка насіння томатів препаратом на основі α -ТФ в концентраціях 0,001-0,01 г/л сприяє підвищенню лабораторної схожості, збільшує силу росту томатів на ранньому етапі проростання, що вказує на підвищення їх стійкості до хлоридного засолення.

SUMMARY. GERMINATION OF TOMATO SEEDS (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) UNDER THE α -TOCOPHEROL EFFECT AND SALINITY CONDITION

Paschenko U., Kolesnikov M.

The results of exogenous α -tocopherol influence on germination of *Solanum lycopersicum* at early stage of growth under salt stress were highlighted. It is shown that α -TPh (0.001-0.01 g/L) increased laboratory germination of tomato seeds by 6,5-14,5%. α -TPh increased tomato seedlings and roots raw and dry weight. The length of tomato seedlings and root which incubated on potassium-chloride medium increased under α -TPh influence. The higher doses (0.1-0.5 g/L) of α -TPh inhibited the growth of tomato.

ВЛИЯНИЕ ЗАКАЛИВАНИЯ ПРИ РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДНЯ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ДВУРУЧЕК ПШЕНИЦЫ

Файт В. И.¹, Губич Е. Ю.², Федорова А. Р.¹, Нагуляк О. И.¹

¹ Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения, отдел общей и молекулярной генетики, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина, e-mail: faygen@ukr.net

² Одесский национальный аграрный университет, ул. Пантелеймоновская, 13, г. Одесса, 65012, Украина

В последние годы в связи с изменениями климата поднимается вопрос селекции сортов двуручек пшеницы или их еще называют альтернативными сортами. Хозяйственная ценность двуручек заключается в том, что в случае неблагоприятной осени посев можно перенести на весну, а весной - сеять в изреженных осенних посевах семена того же сорта. Вместе с тем сорта альтернативного типа развития у пшеницы не получили широкого распространения. Одним из лимитирующих факторов внедрения сортов двуручек является меньшая по сравнению с сортами озимого типа развития морозо- и зимостойкость. При этом продолжительность дня при закаливании имеет существенное значение на формирование морозостойкости двуручек.

Цель настоящей работы оценить морозостойкость современных сортов пшеницы, охарактеризованные авторами их создания как двуручки, по морозоустойчивости проростков при закаливании в условиях удлиненного (16 часов) и укороченного (12 часов) дня.

Размах варьирования по морозостойкости при закаливании в условиях удлиненного дня составлял от 0% (Зимоярка, Хуторянка, Соломия) до 65% (Шестопаковка), укороченного – от 0% (Зимоярка, Хуторянка) до 71% (Мироновская 808 *Vrn-B1a*). Оценки морозостойкости сортов двуручек при двух вариантах закаливании в значительной степени совпадают ($r=0,81$). Вместе с тем некоторые сорта (L897 Я23, Афина, Паллада, Шестопаковка) формируют более высокую морозоустойчивость на 3 – 23% при закаливании растений в условиях удлиненного дня. Другая часть сортов (Соломия, Demir 2000, Ласточка, Мироновская 808 *Vrn-B1a*) наоборот проявляла большую на 13–30% устойчивость до отрицательных температур при закаливании в условиях укороченного дня. Подобная закономерность характерна и для контрольного озимого сорта Борвий (превышение 24%). Сорта Зимоярка, Хуторянка, Яра не реагировали на изменения продолжительности дня при

закаливаних рослин. Первые два вымерзли независимо от условий закалывания, а морозоустойчивость сорта Яра в обоих вариантах составляла 33% живых растений. В целом по опыту уровень морозоустойчивости сортов при закаливании в условиях удлиненного дня (33% живых растений), ниже такового сортов при закаливании в условиях укороченного дня (47% живых растений). Морозостойкость двуручек положительно связана с продолжительностью периода до колошения в условиях удлиненного и укороченного дня фитотрона и отрицательно – с таковой при озимом посеве.

SUMMARY. EFFECT OF HARDENING AT A DIFFERENT LENGTH OF THE DAY ON FROST RESISTANCE OF MODERN VARIETIES OF ALTERNATE WHEAT

Fait V. I., Hubich O. Yu., Fedorova V. R., Naguliak O. I.

The essential differences in frost resistance of the alternate wheat varieties during hardening under conditions of a shortened and extended day are shown. Wheat varieties responded individually by increasing/decreasing of frost resistance due to the change of hardening conditions. The conditions of the shortened day, in general, contributed to the increase of the frost resistance of varieties in comparison with the conditions of hardening during the extended day period.

СТІЙКІСТЬ АНАТОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТЕБЛА *PTELEA TRIFOLIATA* ДО ВПЛИВУ ІНГРЕДІЄНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ SO₂ ТА NO₂

Юсипіва Т. І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
кафедра фізіології та інтродукції рослин, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро – 49010, Україна
e-mail: JusypivaTatjana@i.ua

Для оцінювання стану декоративних чагарників за умов техногенезу та стійкості рослин до певних фітотоксикантів застосовують морфометричні, фізіолого-біохімічні, цитогенетичні й анатомічні показники. Останні триваліші щодо отримання інформації, але досить надійні для діагностики здатності рослин виживати в техногенних умовах зростання (Криворучко, Бессонова, 2017). Еколого-анатомічний метод виявляє адаптаційні реакції рослин на рівні клітин, тканин і органів, оскільки процеси їх формування відображають фізіолого-біохімічні механізми росту й розвитку рослин за нормальних і стресових умов середовища (Брайон, Чикаленко, 1992; Albrehtova, 2004).

Об'єкт дослідження – інтродуцент птелея трилиста *Ptelea trifoliata* L. (родина Rutaceae L., рід *Ptelea* L.). Відбір матеріалу проводили у вересні 2011 р. на двох пробних ділянках: у забрудненій зоні, розташованій на відстані 2 км від ЗАТ «Дніпропрес» м. Дніпро (пріоритетні забруднювачі SO₂ та NO₂) та в контрольній зоні – Ботанічному саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, де концентрації токсичних газів не перевищували ГДК. Гістологічний аналіз стебла проводили за Перм'яковим (1988). Експериментальні дані оброблено статистично.

Дослідження показали відносно високу стійкість анатомічних показників стебла однорічного пагона *P. trifoliata* до аерогенного забруднення SO₂ та NO₂, хоча виявилися деякі відмінності між товщиною гістологічних елементів, локалізованих в різних місцях пагона. Так, товщина первинної кори стебла в умовах промислових емісій в основі пагона зростає (за рахунок підвищення ширини корку та коленхіми), а на його верхівці знижується. Зменшення цього параметра відбувається в результаті суттєвого (на 45,1 %) зниження товщини паренхіми первинної кори.

Хронічна дія на рослини SO₂ та NO₂ приводить до зростання товщини м'якого лубу як в основі пагона, так і на його верхівці, а луб'яних волокон – лише в основі пагона. Товщина вторинної кори за рахунок цього збільшується по всій довжині пагона. Ширина деревини в стеблах рослин *P. trifoliata*, що зростають у промисловій зоні, не змінюється порівняно з контролем, а діаметр судин збільшується як в основі, так і на верхівці пагона (може інтенсифікувати водний обмін рослин). Діаметр серцевини у *P. trifoliata* в основі пагона

зростає порівняно з контролем на 22,5 %, а на верхівці пагона не зазнає достовірних змін відносно досліджуваних показників у рослин із умовно чистої зони. Діаметр стебла зростає в основі стебла (і складає 112,8 % від контрольного значення) та не змінюється на його верхівці (різниця між контрольними та дослідними варіантами недостовірна при $p \leq 0,05$).

Збільшення шару захисних тканин первинної кори стебла (фелеми та коленхіми), а також товщини м'якого лубу та вторинної кори в стеблах *P. trifoliata* є проявом адаптивних реакцій рослин на негативну дію промислових викидів на рівні тканин та органів і забезпечує стійкість рослин в умовах антропогенного стресу.

SUMMARY. RESISTANCE OF ANATOMIC CHARACTERISTICS OF *PTELEA TRIFOLIATA* STEM TO THE INFLUENCE OF SO₂ AND NO₂ POLLUTION

Yusypiva T.

The influence of industrial SO₂ and NO₂ pollution on stem anatomic parameters of *P. trifoliata* one-year shrubs in steppe Prydniprovyva conditions was examined. The study proved, that in technogenesis conditions *P. trifoliata* plants have thicker cork, collenchyma, cortex, phloem and soft bast, though such stem parameters (xylem radius) do not differ much from check characteristics.

РЕАКЦИЯ МУТАНТОВ АРАБИДОПСИСА *COI1* И *JIN1* НА ДЕЙСТВИЕ МЕТИЛЖАСМОНАТА И СОЛЕВОГО СТРЕССА

Ястреб Т. О.¹, Колупаев Ю. Е.^{1, 2}, Швиденко Н. В.¹, Дмитриев А. П.³

¹Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева
п/о Докучаевское-2, г. Харьков – 62483, Украина, e-mail: plant_biology@ukr.net;

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
пл. Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина

³Институт клеточной биологии и генетической инженерии Национальной академии наук
Украины, ул. Академика Заболотного, 148, г. Киев – 03143, Украина
e-mail: dmitriev.ap@gmail.com

Рецептором жасмоната, специфично связывающим изолейцинжасмонат, считается белок COI1 (Lackman et al., 2011). Взаимодействие изолейцинжасмоната с COI1 приводит к его активации и взаимодействию с репрессорами ЖАК-сигнала JAZ- (Jasmonate-Zim-Domain) белками, которые направляются в 26S протеасомы для деградации. Таким образом открывается сигнальный путь ЖАК к специфическим транскрипционным факторам семейства MYC. Считается, что JIN1/MYC2 является одним из главных положительных регуляторов жасмонатиндуцибельной экспрессии генов у *Arabidopsis thaliana* (Ismail et al., 2012). Однако транскрипционный фактор JIN1/MYC2 задействован в реализации эффектов не только ЖАК, но и абсцизовой кислоты (Lorenzo et al., 2004) и, вероятно, оксида азота (Palmieri et al., 2008). Поэтому остается неясным, связана ли низкая солеустойчивость мутантов *jin1* именно с нарушением жасмонатного сигналинга, или отличия по солеустойчивости растений дикого типа и мутантов *jin1* обусловлены участием транскрипционного фактора JIN1/MYC2 в других сигнальных путях. В связи с этим для выяснения роли жасмонатного сигналинга в регуляции стресс-протекторных систем арабидопсиса при солевом стрессе целесообразны сравнительные исследования с мутантами по различным его белковым компонентам.

Исследовали влияние метилжасмоната (МЖ, 50 мкМ) и солевого стресса (150 мМ NaCl) на функционирование антиоксидантной и осмопротекторной систем растений арабидопсиса дикого типа (Col-0) и дефектных по жасмонатному сигналингу: *coi1* и *jin1*. Солевой стресс ингибировал рост растений всех трех генотипов. Обработка МЖ перед солевым стрессом положительно влияла только на рост растений дикого типа. Также у растений Col-0, обработанных МЖ, в отличие от мутантов *coi1* и *jin1*, в условиях солевого стресса сохранялись близкие к контролю величины содержания хлорофиллов и повышалось

содержание каротиноидов. Обработка МЖ не влияла на активность антиоксидантных ферментов и содержание пролина у обоих мутантов, дефектных по жасмонатному сигналингу. При солевом стрессе показатели активности супероксиддисмутазы, каталазы и гваяколпероксидазы, а также содержания пролина и антоцианов у растений дикого типа, обработанных МЖ, были заметно выше, чем у контрольных. Полученные результаты свидетельствуют о важной роли жасмонат-зависимых протекторных систем в устойчивости растений арабидопсиса к солевому стрессу.

SUMMARY. REACTION OF ARABIDOPSIS *coi1* AND *jin1* MUTANTS ON ACTION OF METHYL JASMONATE AND SALT STRESS

Yastreba T. O., Kolupaev Yu. E., Shvidenko N. V., Dmitriev A. P.

Effects of methyl jasmonate and salt stress on functioning of antioxidant and osmoprotective systems of wild-type *Arabidopsis* plants (Col-0) and ones defective in jasmonate signaling namely *coi1* and *jin1* were investigated. Treatment with MJ before salt stress positively influenced only the growth of wild-type plants. Under salt stress, the activity of superoxide dismutase, catalase and guaiacol peroxidase, as well as the content of proline and anthocyanins, in wild-type plants treated with MJ, was significantly higher than in control plants.

PECULIARITIES OF LEAF CELL ULTRASTRUCTURAL ORGANISATION OF TRITICUM SPELTA L. AFFECTED BY EXTREME TEMPERATURES

Babenko L. M., Babenko A. V., Kosakivska I. V.

M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2,
Tereshchenkivska st., Kyiv, 01601, Ukraine
e-mail: lilia.babenko@gmail.com

In nature, plant organisms are exposed to adverse environmental factors that significantly limit their life activities. These factors cause changes in the pattern of their physiological processes, activate the systems of adaptation to unfavorable existence conditions (Kosakivska et al., 2015, 2017; Venzik et al., 2012, 2017). Extreme temperatures are one of the most common abiotic stressors, which result to morphological, physiological and molecular changes that affect the growth and productivity of plants (Hurkman, Wood, 2011; Barlow et al., 2015; Hatfield, Prueger, 2015). The photosynthetic apparatus is the most sensitive to the temperature conditions (Kislyuk et al., 2007, 2008; Babenko et al., 2017, 2018). Changes in the mesophyll cell structure were reported to depend on the temperature stress intensity and duration, plant species and its stress resistance. In our work, we analyzed effects of high (40°C, 2 h) and positive low (4°C, 2 h) temperatures on the ultrastructure of leaf mesophyll cells, content of photosynthetic pigments, phenols and flavonoids in two-week-old plants of *Triticum spelta*. It was shown that ultrastructure of leaf mesophyll cells in the control sample was typical: in chloroplasts of a regular lens shape there was clearly observed a well-developed thylakoid system submerged in a fine-grained stroma. A short-term hyperthermia caused a partial destruction of thylakoid membranes. Wave-like packing of gran thylakoids, considerable expansion of luminal gaps, disturbance of structural connections between gran and stroma thylakoids were observed. Under hyperthermia conditions, mitochondria noticeably "swelled up" while crista membranes became more contrast. The number of lipid drops in cell cytoplasm increased. The leaf content of chlorophyll, carotenoids decreased but the total content of phenols and flavonoids increased. A short-term hypothermia resulted in an intensive plastoglobule production, increase in the number and size of starch grains. No thylakoid membrane destruction occurred. Some of mitochondria had a round shape (40%), their size was close to that of controls, 26% of organelles were lens-shaped, 16% – "dumbbell" and 18% – «cup-shaped». Under conditions of hyper- and hypothermia, mesophyll cells of *T. spelta* leaves were characterized by some increase in the degree of chromotine condensation in the nucleus. Under hypothermia, the content and ratio of chlorophylls and carotenoids in leaves did not practically differ from those of controls, no significant quantitative changes in the total phenol and flavonoid

content occurred. Comparison of ultrastructural rearrangements in leaf mesophyll cells of *T. spelta* under a short-term hypo- and hyperthermia allowed us to conclude that depending on the type of temperature effects, various adaptive programs are implemented. Our findings indicate that responses of leaf mesophyll cells of *T. spelta* to extreme temperature effects are expressed in the structural-functional reorganization of the photosynthetic and energy apparatus that starts during the first hours of stress temperature impact on the plant and is thought to be obligatory for the adaptive programs realization. The presence of different adaptive programs may be considered as evidence of the existence of a significant plant adaptive potential formed in the process of evolution and due to which it can tolerate thermal stresses.

EFFECT OF MODERATE SOIL DROUGHT ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *TRITICUM AESTIVUM* AND *TRITICUM SPELTA*

Vasyuk V. A., Voytenko L. V., Kosakivska I. V.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного Національної Академії наук України
вул. Терещенківська, м. Київ , 201601, Україна
e-mail: vasyuk@ukr.net

Soil drought is one of the main factors limiting the productivity of agricultural crops. Insufficient water supply negatively affects physiological and biochemical processes that manifests itself primarily in the inhibition of growth and development (Kudoyarova et. al., 2013; Bengough et al., 2011). It was established that the required level of tissue moisture content is maintained through restrictions in moisture losses during transpiration and due to the ability of plants to actively absorb moisture by the root system (Hsiao, Xu, 2000; Serraj, Sinclair, 2002; Waines, Endaie, 2007). The bare-grained soft wheat *Triticum aestivum* and its relative hulled wheat *Triticum spelta* belong to hexaploid wheats and are characterized by a homological genome composition (Gospodarenko et.al., 2016). The winter wheat Podolyanka belongs to the group of strong, unbearded wheats that are highly productive, frost-, lodging- and drought- resistant, tolerant to powdery mildew, fusariosis, rust causative agents. The winter spelta Frankencorn was produced through a reverse hybridization of older spelta varieties, it is of medium height, lodging- and frost-resistant, eco-plastic. Our work was aimed at a comparative study of effects of soil model moderate drought on growth morphological and biological characteristics in the two relative species of the genus *Triticum* and elucidation of rehabilitation peculiarities following the watering resumption.

Plants were grown under control condition in vessels on river sand substrate. Soil drought was produced through a cessation of 14-day-old plants watering during 4 subsequent days until leaves wilting and two-fold reduction of substrate moisture content. In the phase of the 2nd – 3rd leaves (18th day) watering was resumed, growth occurred under normal conditions until 23rd day (the phase of 2-4th leaves). Adaptation ability of the winter wheat and spelta was determined using the key phenotypic features of metabolic processes – dynamics of growth parameters and biomass accumulation in the vegetative organs and plant roots.

Moderate soil drought was found to negatively effect on the growth and fresh weight accumulation in the aboveground part and roots of both studied species. In the 18-day-old plants of *T. aestivum*, the aboveground part length and mass decreased by 19% and 21%, while that of roots by 11% and by 34%, respectively. Following the watering resumption on the 23rd day, the aboveground part and root length was less than that of controls while the root mass increased almost two times as compared to that of after-stress plants, but it remained by 20% less than in controls. Growth parameters of the aboveground part in *T. spelta* 18-day-old plants after moderate soil drought showed some insignificant changes while the root length and mass decreased by 19% and 48%, respectively. During rehabilitation, the difference between biometric parameters of controls and the experiment was less noticeable, but a full recovery did not occur. Drought resulted

in almost a 1.5-fold increase of dry weight in shoots of *T. aestivum* 18-day-old plants and decrease of *T. spelta* root system dry weight by 66%. Growth parameters changes and the pattern of dry weight accumulation revealed the specificity of responses to a soil moderate drought in the studied species. In *T. spelta*, the aboveground part turned out to be more tolerant while in *T. aestivum*, roots were more tolerant.

SUMMARY. EFFECT OF MODERATE SOIL DROUGHT ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *TRITICUM AESTIVUM* AND *TRITICUM SPELTA*

Vasyuk V. A., Voytenko L. V., Kosakivska I. V.

The effect of soil drought on the growth and morphological characteristics of *Triticum aestivum* L. cv. Podolyanka and *Triticum spelta* L. cv. Frankenkorn was analyzed in laboratory. The changes in growth characteristics and accumulation of dry matter have revealed specificity in response to moderate soil drought in the species under study. The leaves of *T. spelta* were more tolerant to moderate soil drought, whereas in *T. aestivum* there were roots.

Секція 4.

БІОТЕХНОЛОГІЯ, БІОІНЖЕНЕРІЯ ТА ТРАНСГЕНОЗ РОСЛИН

Section 4.

BIOTECHNOLOGY, BIOENGINEERING AND PLANT TRANSGENESIS

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ МОРФОГЕНЕЗУ РОСЛИН М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ *IN VIVO* ТА *IN VITRO*

Авксентьєва О. О.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

Вивчення процесів росту і морфогенезу рослин є одним з найважливіших напрямків сучасної фітофізіології. Відомо, що регуляція морфогенезу (ростові процеси, розвиток) у рослин здійснюється комплементарною системою метаболічних, фітогормональних і генетичних факторів (Лутова, 2010). У *Triticum aestivum* L. пшениці м'якої ідентифіковані гени контролю типу розвитку (VRN ярий/озимий) (Trevaskis, 2017) та фотоперіодичної чутливості (PPD) (Kitagawa et al., 2012), з'ясовані молекулярні механізми їх експресії та фенотипові ефекти на темпи розвитку. У системі регуляції морфогенезу рослин досить глибоко з'ясовані молекулярно-біологічні механізми функціонування генетичних факторів, але їх зв'язок з фізіолого-біохімічними процесами не встановлено. Його з'ясування є актуальним для поглиблення існуючих уявлень про регуляцію морфогенезу рослин як систему метаболічних, фітогормональних та генетичних процесів.

Морфогенетичні реакції в культурі *in vitro* проявляються більшим різноманіттям шляхів розвитку ніж за умов *in vivo* (Журавлєв, Омелько, 2008). Реалізація фенотипових ефектів генів VRN і PPD на морфогенетичні процеси, можливо, може здійснюватися через їх участь у регуляції перебігу метаболічних та фітогормональних процесів однотипово, як у системі цілісного рослинного організму *in vivo*, так на клітинному рівні у культурі *in vitro*.

Метою роботи було дослідити роль генів контролю темпів розвитку м'якої пшениці *Triticum aestivum* L. - системи генів яровизаційного контролю (*Vrn*) та фотоперіодичної чутливості (*Ppd*) в регуляції морфогенетичних процесів на рівні цілісного рослинного організму за умов *in vivo* та популяції окремих клітин за умов *in vitro*. Найбільш коректними моделями з'ясування ефектів генів типу розвитку на фізіолого-біохімічну регуляцію морфогенезу є ізогенні за цими генами лінії (NILs), бо вони відповідають принципу єдиної відмінності. Дослідження проводили за умов вегетаційних, польових дослідів та на моделі культури *in vitro* на базі кафедри фізіології і біохімії рослин Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. За результатами експериментів встановлено, що алельний стан локусів генів VRN визначає темпи розвитку ізоліній. Лінії з доміантними алелями VRN A1a і VRN D1a переходять до колосіння раніше, ніж лінія з доміантним алелем VRN B1a. У культурі *in vitro* алельний стан локусів генів VRN не змінюється. Ростові процеси *in vivo* (накопичення біомаси) у ліній, які розвиваються сповільнено VRN B1a та PPD B1a відбувається інтенсивніше, ніж у ліній з прискореним розвитком - VRN A1a і VRN D1a та PPD D1a та PPDA1a. Калусогенез та ріст пересадкової калусної культури відбуваються

інтенсивніше у ліній з домінантним геном *B1a*, які *in vivo* розвивається повільно, ніж у ліній з домінантними генами *A1a* і *D1a*, які розвиваються *in vivo* прискорено. У ліній, які різняться за станом локусів генів *VRN* і *PPD* (домінантний/рецесивний) різна інтенсивність перебігу обміну вуглеводів та азотовмісних сполук, активність оксидоредуктаз, також вони різняться за фітогормональним балансом. Результати досліджень показали, що комплексна стійкість ізогенних ліній до нестачі вологи, високої температури та дії фітопатогенів залежить від стану локусів *VRN* і *PPD*. Морфогенний потенціал у культурі *in vitro* ліній, що характеризуються прискореними темпами розвитку *in vivo* *VRN A1a*, *VRN D1a*, *PPD D1a* і *PPD A1a* вищий, ніж у ліній зі сповільненими темпами розвитку *VRN B1a* та *PPD B1a*. Більш продуктивними є лінії з прискореними темпами розвитку *VRN D1a* та *PPD A1a* в порівнянні з лініями, що розвиваються сповільнено. За результатами досліджень припускається, що ефекти генів *VRN* і *PPD* на морфогенез рослин пшениці *in vivo* та *in vitro* реалізуються опосередковано, через їх участь у регуляції перебігу метаболічних процесів та фітогормонального балансу.

SUMMARY. PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE REGULATION OF MORPHOGENESIS OF PLANTS WHITE WHEAT *IN VIVO* AND *IN VITRO*

Avksentieva O. O.

The paper presents the results of the study of the physiological and biochemical aspects of the regulation of the morphogenesis of *Triticum aestivum* L. plants *in vivo* and *in vitro* conditions on the isogenic by genes *VRN* and *PPD* lines (NILs). It is shown that the effects of *VRN* and *PPD* genes on wheat plant morphogenesis are realized indirectly, because of their participation in the regulation of growth, metabolic processes and phytohormonal balance. Genes that determine the pace of development of wheat plants *in vivo*, realize their effects also in culture conditions *in vitro*.

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ ЯК КОМПОНЕНТУ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВНІ ЕТАПИ КУЛЬТИВУВАННЯ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ КУЛЬТУРИ *IN VITRO*

Авксентьєва О. О.¹, Білинська О. В.²

¹ Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

² Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва Української академії аграрних наук
пр. Московський 142, м. Харків, 61060, Україна
e-mail: bilinska@ukr.net

За сучасності використання методів культури *in vitro* стає одним з найпоширеніших інструментів досліджень у фізіології рослин. Основою методів культури ізольованих клітин, тканин та органів рослин є унікальна властивість рослинних клітин – тотипотентність. Реалізація в умовах *in vitro* тотипотентності клітин, яка пригнічується в багатоклітинному організмі, дозволяє створювати керовані і регульовані умови, моделювати унікальні шляхи диференціювання та встановлювати деякі загальні, фундаментальні біологічні закономірності (Решетніков та ін., 2014). Дуже широко застосовуються методи культури *in vitro* в дослідженні основної сільськогосподарською культури – пшениці м'якої *Triticum aestivum* L. (Дубровна та ін., 2014). Новітні біотехнологічні розробки у галузі клітинних технологій дозволяють успішно їх використовувати для одержання нових форм рослин пшениці, а також для вдосконалення існуючих сортів (Росєєв, 2016).

У складі живильних середовищ для культури *in vitro* рослинних клітин, тканини та органів, як правило, в якості речовини гелеутворювача найчастіше використовується агар-агар – гетерополісахарид, який отримують в результаті переробки червоних та бурих водоростей. Вважають, що агар-агар є інертною речовиною – не утилізується за

культивування та обумовлює осмотичну стабільність поживного середовища. Однак, виробництво цієї речовини та її очищення для використання у біотехнології рослин є досить високо вартісним. Тому пошук речовин альтернативного походження (Білінська та ін., 2009) більш дешевого виробництва та з можливістю використання як поживної речовини для рослини клітин за умов культури *in vitro* є актуальним.

Метою роботи було проведення дослідження впливу модифікованого крохмалю Д-5а у складі живильного середовища Мурасиге-Скуга (МС) на ефективність основних етапів культивування та реалізації морфогенетичного потенціалу за умов культури *in vitro* пшениці м'якої. Модифікований крохмаль Д-5а був синтезований у науково-інженерному центрі «АСКО» Інституту біоорганічної хімії і нафтохімії НАНУ. Експерименти проводили на базі лабораторії «Морфогенез вищих рослин *in vitro*» кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів ХНУ ім. В.Н. Каразіна. В якості рослинного матеріалу використовували ізогенні за генами PPD лінії пшениці сорту Мерсія. Вводили в культуру *in vitro* за використання в якості експланту зрілі зародки. Аналізували всі основні етапи культивування за умов *in vitro* – ефективність первинного калусогенезу, морфогенетичні реакції – гомогенез та ризогенез, отримання рослин-регенерантів та ефективність етапу *ex vitro*. Результати дослідів показали, що оптимізація складу живильного середовища МС шляхом додавання хімічно модифікованого крохмалю в концентрації 7 мг/л сприяла гальмуванню процесів індукції первинного калусогенезу у всіх досліджуваних ізоляцій. В цілому, первинні калусні тканини пшениці м'якої, незалежно від складу живильного середовища, формували невеликі оводнені, прозорі, білуваті калуси. В подальшому, сформовані калусні тканини пасивували на регенераційні середовища з додаванням фітогормонів 3 мг/л БАП + 0,5 мг/л НУК та культивували за освітлення 2 клк за 16-годинного фотоперіоду. Всі досліджувані генотипи ізоляцій пшениці проявляли морфогенетичні реакції в культурі *in vitro*, але різною мірою та різної спрямованості. Вплив модифікованого крохмалю у складі МС гальмував швидкість формування морфогенних структур, але стимулював новоутворення меристематичних зон і процеси хлорофілогенезу та гомогенезу. Найбільш ефективно стимулюючий вплив культивування на модифікованому живильному середовищі виявився за дослідження етапу *ex vitro* – перенесення рослин-регенерантів у ґрунтову культуру. Вплив генотипу ізоляції на прояв морфогенетичних реакцій в культурі *in vitro* відбувався однотипово як за культивування на контрольному середовищі МС (агар-агар), так і на модифікованому додаванням крохмалю Д-5а. Таким чином, за результатами дослідження показано, що хімічно модифікований крохмаль як компонент живильного середовища, можна рекомендувати для використання у біотехнологіях м'якої пшениці.

SUMMARY. INFLUENCE OF MODIFIED STARCH AS A LIVING ENVIRONMENT COMPONENT ON THE MAIN STAGES OF *IN VITRO* CULTIVATION OF IZOGENIC LINES OF WHEAT

Avksentieva O. O., Bilinskaya O. V.

The results of study of the influence of modified D-5a starch in Murashige and Skoog Medium (MS) on the efficiency of the main stages of *in vitro* cultivation of wheat are presented in the paper. It was shown that optimization of MS medium by adding chemically modified starch at a concentration of 7 mg / l inhibited the processes of callusogenesis, stimulated morphogenesis, formation of regenerative plants and greatly increased the efficiency of *ex vitro* stage.

ВПЛИВ СПОСОБУ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ КОЛОСЯ В УМОВАХ НИЗЬКОЇ ПЛЮСОВОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АНДРОГЕНЕЗУ *IN VITRO* У ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

Білінська О. В.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України,
проспект Московський, 142, м. Харків-61060, Україна,
e-mail: bilynskaov@gmail.com

Попередня обробка рослинного матеріалу є одним з важливих елементів технологій отримання гаплоїдів у культурі пиляків *in vitro*, а її температурний режим, тривалість та спосіб вважаються чинниками, від яких значною мірою залежить частота калюсо-, ембріодогенезу та регенерації рослин. При цьому в умовах низької плюсової температури відбувається не лише затримка гаметогенезу і подовження фази вакуолізованої мікроспори, придатної для індукції андрогенезу *in vitro*, але й складні фізіологічні і генетичні процеси, які сприяють переходу мікроспор з гаметофітного на спорофітний шлях розвитку (Sunderland, 1985, Kasha, Shim, 2001, Maraschin at al., 2005).

Мета досліджень полягала в оцінюванні впливу на ефективність андрогенезу *in vitro* у лінії ярого ячменю ДГ00-126 за зберігання при температурі 4 °С: пагонів у воді впродовж 5–6 діб (контроль), довготривалої (28 діб) обробки ізольованого колосся у чашках Петрі за умов високої відносної вологості, але без прямого контакту з водою (Sunderland, 1982) і розробленого нами способу довготривалої обробки (патент 113261). Також було вивчено ефект поєднання двох методичних прийомів – довготривалої попередньої обробки і культивування пиляків на середовищах, загущених агар-агаром та хімічно модифікованим крохмалем Д5а-М.

Результати експерименту засвідчили, за культивування пиляків, вилучених із колосся, підданого довготривалій обробці (Sunderland, 1982) було отримано вкрай низькі показники гаплопродукції незалежно від типу загусника. Натомість завдяки застосуванню нового способу попередньої обробки частота морфогенних пиляків на агаровому середовищі зростає з 44,9 до 63,7 %, а частота регенерації зелених рослин – з 23,4 % до 49,7 % від загального числа культивованих пиляків. Кращим дослідним варіантом виявилось поєднання запропонованого нами способу попередньої обробки з культивуванням пиляків на середовищі, яке містило препарат Д-5аМ. Зокрема, за практично однакової з контролем частоти морфогенних пиляків було отримано вихід рослин-регенерантів, який перевищив 100 %, що свідчить про утворення великої кількості ембріодів на один пиляк та їх високу регенераційну здатність. Отримані результати свідчать про доцільність поєднання двох методичних підходів з метою збільшення ефективності експериментального андрогенезу *in vitro* у ячменю.

SUMMARY. EFFECT OF COLD PRETREATMENT AT A LOW POSITIVE TEMPERATURE ON THE EFFICIENCY OF ANDROGENESIS *IN VITRO* IN SPRING BARLEY

Bilynska O. V.

Cold pretreatment of plant material is one of the most important elements of technologies for haploid induction in anther culture *in vitro*. Temperature, duration and a mode of pretreatment are considered to be factors which largely determine frequencies of callus and embryoid formation as well as plant regeneration. The investigations were aimed to evaluate the effect of pretreatment at 4 °C of tillers immersed in water (5–6 days), of isolated spikes in Petri dishes at the condition of high humidity but without direct contact with water (28 days) as well as the effect of an improved mode of pretreatment (patent 113261) on the efficiency of spring barley androgenesis *in vitro*. It was shown that the frequency of green plant regeneration in line DH00-126 exceeded 100 % related to the total number of cultivated anthers, when combination of improved cold pretreatment and medium supplemented with chemically modified starch D5a-M was applied.

ВПЛИВ ОПРОМІНЕННЯ ЧЕРВОНИМ СВІТЛОМ НА ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У СОРТІВ СОЇ КОНТРАСТНИХ ЗА ФОТОПЕРІГОДИЧНОЮ РЕАКЦІЄЮ В УМОВАХ *IN VITRO* ТА *IN VIVO*

Борозна О. С., Тимошенко В. Ф.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: V.Timoshenko@univer.kharkov.ua

Фітохроми – рецептори червоного (ЧС; 660 нм) та дальнього червоного світла (ДЧС; 730 нм) відіграють провідну роль у фотоперіодичній реакції рослин. Відомі основні генетичні та сигнальні механізми впливу даних рецепторів на морфогенетичні процеси, проте зв'язок активації фітохромної системи з реальними фізіолого-біохімічними процесами вивчено недостатньо, хоча дані процеси є вагомими у детермінації росту та розвитку рослин.

Відповідно, метою нашої роботи було вивчити вплив опромінення ЧС в середині темного періоду на параметри росту, темпи розвитку та вміст вуглеводів у листках та калусах сої КД сорту Хаджибей та ФПН сорту Ятрань.

У досліджах *in vivo* рослини вирощували в вегетаційній камері в ґрунтовій культурі на 10-годинному фотоперіоді протягом 30 діб. Потім контрольні рослини продовжували вирощувати в цих же умовах, а дослідні опромінювали ЧС (660 нм) в середині темного періоду протягом 15 хв. Проби (другий листок зверху) відбирали вранці (о 8.00) і ввечері (о 18.00). Введення досліджуваних сортів сої в культуру *in vitro* здійснювали через стадію асептичних проростків. Для отримання первинного калусу експланти цих проростків (сім'ядолі та гіпокотилі) переносили на середовище Мурасіге та Скуга (МС)+5 мг/л 2,4-Д. Пересадочну калусну культуру отримували, пасивуючи первинний калус у віці 4 тижнів на тверде поживне середовище МС+2 мг/л 2,4-Д. Через 2 тижні культивування вторинного калусу проводили експеримент з опроміненням за ідентичною до умов *in vivo* схемою. Вміст розчинних вуглеводів визначали методом Швецова і Лук'яненко (1968), вміст крохмалю – по Ястрембовичу і Калинину (1987), площу листової пластинки та приріст площі калусної тканини визначали за допомогою програми PhotoM.

В результаті досліджень було виявлено, що переривання темного періоду ЧС затримувало цвітіння короткоденних рослин на 7 діб, але не впливало на терміни цвітіння фотоперіодично нейтрального сорту. У дослідних рослин КД сорту Хаджибей спостерігалось зменшення їх висоти, кількості листя, площі другого зверху листка та сухої надземної маси у порівнянні з контрольними рослинами (без опромінення). На аналогічні показники ФПН сорту Ятрань опромінення ЧС не вплинуло. У ранкових пробах листя дослідних рослин вміст розчинних вуглеводів та крохмалю був вищим порівняно з контролем, що можливо є наслідком порушення їх гідролізу та відтікання з листя до атрагуючих зон. У вечірніх пробах, навпаки, вміст вуглеводів у листках дослідних рослин був меншим порівняно з контрольними, що, можливо, пов'язано зі зменшенням ефективності фотосинтезу. В умовах *in vitro* опромінення ЧС активувало ріст калусів КД сорту Хаджибей, отриманих з гіпокотилів, що супроводжувалося зменшенням вмісту моносахаридів та суми вуглеводів порівняно з контролем. Вірогідно, дані сполуки активно використовувались на ростові процеси. У калусах, отриманих з сім'ядолей КД сорту Хаджибей, та опромінених ЧС вміст моносахаридів та суми цукрів був більшим порівняно з контролем, що супроводжувалося незначним приростом площі. На калусній культурі ФПН сорту Ятрань статистично значущих відмінностей між контрольними та дослідними варіантами за досліджуваними показниками не виявлено.

Отже, одним із механізмів впливу фітохромної системи на ріст та темпи розвитку рослин в контексті фотоперіодичної реакції можуть бути зміни у процесах синтезу, розподілу та використанні вуглеводів.

SUMMARY. INFLUENCE OF IRRADIATION BY RED LIGHT ON CARBOHYDRATE CONTENT IN SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC RESPONSE UNDER *IN VITRO* AND *IN VIVO* CONDITIONS

Borozna O. S., Timoshenko V. F.

The aim of this study was investigating of changes in growth, rates of development and sugar content in leaves and callus cultures of short day soybean variety Hadzhibeï and neutral variety Yatran as a result of interruption of dark period by red light. The activation of the phytochrome system was accompanied by changes in the content of monosaccharides, soluble carbohydrates and starch, as well as growth parameters of both plants and callus. So one of the mechanisms of phytochrome effects on plants' morphogenesis may be their involvement in the regulation of carbohydrate metabolism.

МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В КАЛУСНІЙ КУЛЬТУРІ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) З РІЗНОЮ ФОТОПЕРІОДИЧНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ

Васильченко М. С.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м Харків, 61022, Україна
e-mail: marryskov@gmail.com

Соя культурна - *Glycine max* (L.) Merr. - одна з найбільш найважливіх, широко поширених в світі і на Україні сільськогосподарських культур - еволюційно є типовою рослиною короткого дня (Xia et al., 2012). Відомо, що фотоперіодична чутливість сої контролюється системою *E*-генів (early maturity), яка детермінує також тривалість вегетації, фітохромну регуляцію розвитку та інші ознаки (Xu et al., 2013). Для вивчення ефектів генів *EE* на різні процеси адекватною і широко використовуюваною моделлю є майже ізогенні за цими генами лінії (NILs - near isogenic lines), створені на основі сортів Clark і Harosoy. На них проведені дослідження ефектів генів дозрівання на різні фізіолого-біохімічні, фенологічні та агрономічні ознаки сої (Жмурко та ін., 2017). На даний час для вивчення фундаментальних проблем біології рослин широко використовуються культури *in vitro* (Решетніков та ін., 2014). Проте в сучасній літературі відсутні відомості про використання калусних культур сої при вивченні генетичної природи фотоперіодичної реакції. Метою даної роботи було проведення аналізу морфо-фізіологічних показників первинних і пересадкових калусних культур восьми ізогенних по генах *EE* ліній сої. Зразки сої вводили в культуру *in vitro* через стадію асептичних проростків, які вирощували на середовищі Шенка-Хільдербранта без стимуляторів росту протягом 10 діб. Для отримання первинного калуса проростки пасивували на середовище Мурасіге і Скуга (МС), що містить 10 мг / л 2,4-D, використовуючи в якості експлантів сегменти сем'ядолей і ділянки гіпокотилів. Пересадочну калусну культуру отримували, пасивуванням первинного калусу у віці 4-5 тижнів на тверде живильне середовище МС, що містило 2 мг / л 2,4-D. Калуси культивували в термостаті при температурі 26 °С. В ході експериментів визначали частоту первинного калусогенезу, ростовий індекс, обводненість, вміст білка, вуглеводів та фітогормональний баланс в калусах, а також морфогенетичні реакції при подальшому їх пасивуванні на регенераційні середовища.

Результати експериментів показали, що всі зразки сої досить легко вводяться в культуру *in vitro*, незалежно від генотипу ізогенної лінії і типу обраного експланту. Відмінності в показниках ефективності первинного калусогенезу спостерігали в перші 3-7 днів формування первинного калусу. Максимальними показниками частоти первинного калусогенезу характеризувалися ізолінія L 80-5879 і сорт Clark, мінімальними - лінії L 65-3366 і L 94-1110. Ростовий індекс був максимальним у калусів ліній L 74-441 і L 94-1110, у яких відзначені найменші показники частоти калусогенезу на початкових етапах формування калусних тканин. Ріст рослинної тканини, в тому числі в культурі *in vitro*, може відбуватися за рахунок поділу клітин і за рахунок їх розтягнення. Можливо, що дані генотипи, у яких превалюють домінуючі локуси генів *EE*, здійснюють нарощування калусів, в основному, за рахунок зростання розтягуванням, тобто інтенсивної вакуолізації калусних клітин. Це припущення підтвердили результати визначення обводненості калусних культур. Показником синтетичної (метаболічної) активності може служити вміст основних метаболітів - легкорозчинного білка і редуруючих цукрів в будь-якій рослинній тканині, в тому числі в калусних. Результати визначення вмісту легкорозчинного білка в пересадкових калусних культурах ізолінії сої показали, що вони різняться між собою за цим показником. Причому, як правило, максимальний вміст білка корелював з максимальним вмістом редууючих цукрів. Найбільшою метаболічною активністю характеризувалися ізолінії L 63-3016 і L 74-441, мінімальною - лінії L 65-3366, L 80-5879 і сорт Clark. Дослідження фітогормонального балансу показало, що вміст та активність ІОК значно перевищує вміст та активність АБК в швидко зростаючих, обводнених, неморфогених калусах всіх досліджуваних ізогенних ліній.

Відношення ІОК/АБК, яке відображає фітогормональний баланс первинних калусних тканин, корелює із частотою калусогенезу і залежить від генотипу та фотоперіодичної реакції ізоляції. NILs з короткоденною фотоперіодичною реакцією характеризуються більш інтенсивним калусогенезом і високим показником ІОК/АБК в порівнянні з фотоперіодично нейтральними ізоляціями. Дослідження особливостей морфогенетичних реакцій в культурі *in vitro* зразків сої культурної, що різняться за фотоперіодичною чутливістю, показало, що усі лінії ефективно вводяться в культуру *in vitro*, здатні до прямого морфогенезу за використання в якості експланту котиледонних вузлів, але різняться за ступенем прояву та спрямованістю морфогенетичних реакцій. Ізоляції з короткоденною фотоперіодичною реакцією (КДР) реалізують морфогенетичні реакції за умов *in vitro* шляхом гомогенезу та ризогенезу, в той час як фотоперіодично нейтральні ізоляції (ФПР) – більшою мірою шляхом калусогенезу. Встановлено, що КДР ізоляції характеризуються максимальними показниками адвентивного пагоноутворення, ризогенезу та формуванням більшої кількості пагонів на експланті на регенераційних середовищах різного складу порівняно до фотоперіодично нейтральних ізоляцій.

Отже, встановлені відмінності між лініями за морфо-фізіологічними процесами в культурі *in vitro* дозволяють припускати їх залежність від стану генів *E*-серії (домінантний і / або рецесивний).

SUMMARY. MORPHOPHYSIOLOGICAL PROCESSES IN CALLUS CULTURE OF ISOGENIC LINES OF SOYBEAN (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC SENSITIVITY

Vasilchenko M. S.

The paper presents the results of the analysis of morphophysiological processes of primary and secondary callus cultures of eight soybean isogenic lines by EE genes. All isogenic lines of soybean were quite easily introduced to *in vitro* culture, regardless of the genotypes and selected explants. The differences between the lines in frequency of callus formation, growth index, hydration and synthetic activity of callus tissue (the content of soluble protein and reducing sugars), and balance of phytohormones and morphogenesis reactions were identified. The relationship between genotype and photoperiodic response of isogenic lines with parameters of callus formation *in vitro* are discussed.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДІВ ДЛЯ КЛОНАЛЬНОГО МІКРОРАЗМНОЖЕННЯ *CUCUMIS SATIVUS* L.

Віцня Т. І., Івченко Т. В.

Інститут овочівництва і баштанництва НААН, лабораторія генетики і генетичних ресурсів і біотехнології,
вул. Інститутська, 1, с. Селекційна, Харківський р-н, 62478, Україна
e-mail: ovoch.iob@gmail.com

Ефективність біотехнологічного етапу розмноження рослин в культурі *in vitro* залежить насамперед від розробки ефективних стандартизованих протоколів розмноження рослин і потребує ґрунтового аналізу економічної ефективності на всіх його етапах. У структурі собівартості розмноження рослин-регенерантів питому вагу становлять витрати на електроенергію, тому актуальною як для науково-дослідних установ, так і для комерційних *in vitro* лабораторій є розробка і впровадження енергозберігаючих технологій. Застосування світлодіодного освітлення дозволяє знизити витрати електроенергії на 75 %. Додатковими перевагами застосування LED систем в біотехнологічних лабораторіях також є їх висока світловіддача та тривалий термін служби. Світлодіодні модулі під час тривалої роботи виділяють менше тепла і створюють рівномірний світлорозподіл над пробірковим матеріалом, завдяки чому знижуються витрати на кондиціонування приміщень у літні місяці. Крім того, не містять шкідливих речовин (таких як ртуть), завдяки чому відсутні проблеми з їх

утилізацією. Тому метою проведених досліджень було визначення ефективності застосування сучасних LED систем для клонального мікророзмноження огірка.

Вихідним матеріалом слугували апікальні меристеми селекційних ліній С.s.29, С.s.27, С.s.29. Культивування експлантатів проводили на безгормональному агаризованому середовищі MS, доповненому 3 % сахарозою і вітамінами. Освітлення пробіркового матеріалу здійснювали із використання двох типів ламп: люмінесцентних (контроль) та світлодіодних ламп червоного і синього кольору, розміщених на світлодіодній стрічці у комбінації 2 x 1. В світловій кімнаті встановлено температуру 22-24 0C і 16 – годинний фотоперіод.

Визначено, що довжина пагонів рослин-регенерантів огірка, високо вимогливої до інтенсивності освітлення культури, під світлодіодними лампами істотно перевищувала показники рослин, які культивували під білим люмінесцентним світлом (61,8±7,2 мм і 47,1±5,4 мм відповідно). Довжина кореня, кількість листків і маса рослин у трьох генотипів після культивування під кольоровими LED світильниками становила відповідно 80,6±8,9 мм, 6,7±0,8 шт., 1,5±0,16 г і знаходились на рівні контролю. Такий показник як довжина міжвузль у рослини-регенерантів огірка, вирощених під червоно-синім світлодіодним освітленням становив 9,3±1,4 мм, і на 24 % перевищував цей показник у порівнянні з рослинами культивованими під білим світлом. Під час культивування рослин-регенерантів огірка збільшення довжини міжвузль, як правило, відбувається за недостатнього освітлення. Тому надалі ми плануємо продовжити роботу по оптимізації режиму освітлення пробіркового матеріалу світлодіодами (його інтенсивність і комбінацію спектрів) відповідно до біологічних особливостей культури і етапу морфогенезу.

SUMMARY. EFFECTIVENESS OF LED LIGHT IN MICROPROPAGATION OF *CUCUMIS SATIVUS* L.

Vitsenya T. I., Ivchenko T. I.

LED lighting effects on *in vitro* growth of cucumber were studied. The apical meristems were cultured on MS medium without growth regulators in culture tubes at 22-24 °C, 16/8h (light/dark) under illuminations with red and blue LEDs (2:1) and white fluorescent lights (control). The expediency of using LED lighting in the development of energy saving technologies for cultivating plants cucumber has been determined.

ВПЛИВ УМОВ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОСМОТИЧНО АКТИВНИХ СПЛУК НА ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН *IN VITRO* *GENTIANA LUTEA* L.

Грицак Л. Р., Грицак В. Ю., Дробик Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса 2, м. Тернопіль, 43027, Україна,
e-mail: hrytsak1972@gmail.com

Вирішення проблеми адаптації культивованих *in vitro* рослин до умов *ex vitro* – важливе завдання сучасної біотехнології рослин. Це пов'язано з тим, що у специфічних умовах культивування *in vitro* змінюється не лише морфологія, анатомічна будова листкових пластинок, інтенсивність протікання фотосинтетичних реакцій, але й водний режим рослин (Кодун-Иванова, 2017). Фактична відсутність градієнту водного потенціалу між рослиною та повітрям в умовах *in vitro* викликає постійно відкритий стан продихів, які за тривалого культивування особин в таких умовах втрачають здатність закриватися (Зеленіна, 2005). Це є однією із причин швидкого зневоднення при перенесенні отриманого біотехнологічними методами посадкового рослинного матеріалу в умови *ex vitro* та високої частки його летальності. Тому дослідження змін структурно-функціонального стану рослин залежно від умов культивування дозволить розробити шляхи оптимізації умов вирощування рослин ще на етапі *in vitro* і цілеспрямовано впливати на їхній адаптаційний потенціал до умов *ex vitro* та *in situ*. Мета роботи полягала у вивченні впливу умов освітлення та вмісту речовин-осмолітів

(сахарози, маніту) у складі живильного середовища МС/2 (середовище МС (Murashige, Skoog, 1962) з половинним вмістом макро- та мікросолей) на показники водного режиму рослин *in vitro* *Gentiana lutea* L., а саме: інтенсивність транспірації (Е), водний дефіцит (WSD), вологоутримуючу здатність (WL) і загальний вміст води (WCF). Рослини *G. lutea* культивували *in vitro* на живильному середовищі МС/2, доповненому сахарозою у концентрації 10 г/л або манітом – 3 г/л, за 2 варіантів світлового режиму: 1 варіант – інтенсивність світлового потоку в області фотосинтетично активної радіації (ФАР) 85 Вт/м², спектральний склад такого співвідношення хвиль синього (Ес) (400-500 нм) до зеленого (Ез) (500-600 нм) та червоного (Еч) (600-700 нм) діапазонів: Ес : Ез : Еч = 33% : 42% : 25%; 2 варіант – інтенсивність 100 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 25% : 27% : 48%.

Нами встановлено, що підвищення інтенсивності світлового потоку та збільшення частки хвиль Еч діапазону активізує роботу продигового апарату листків рослин *in vitro* *G. lutea*, про що свідчать результати як анатомічних досліджень, так й показників водного режиму. Зокрема, у рослин *G. lutea* за світлових умов 2 варіанту знижується інтенсивність Е на 16,6% (на живильних середовищах, доповнених сахарозою) і на 26,7 % (доповнених манітом) у порівнянні з особинами, які вирощували за 1 варіанту світлового режиму. Водночас, збільшуються на 7,5 % (за використання сахарози) та 9,8 % (за використання маніту) показники WL, а також аналогічно й показники WSD і WCF. Доведено ефективність застосування маніту для імітації водного стресу. Інтенсивність Е знизилася у рослин у 1,9 рази (1 варіант) та у 2,2 рази (2 варіант). Це відобразилося, у свою чергу, й на інших показниках водного режиму. Отже, оптимізація світлового режиму культивування *in vitro* дозволяє активізувати роботу продигового апарату рослин *G. lutea* незалежно від типу речовини-осмоліту у складі живильного середовища. Застосування маніту збільшує водний стрес і підвищує адаптаційний потенціал рослин *in vitro* до умов *ex vitro*.

SUMMARY. INFLUENCE OF LIGHTING CONDITIONS AND OSMOTICALLY ACTIVE COMPOUNDS ON WATER REGIME FOR GENTIANA LUTEA L. PLANTS IN VITRO

Hrytsak L. R., Hrytsak V. Yu., Drobyk N. M.

It was established that intensity increase of light flows up to 100 W/m² and increased share of waves of red range to 48 % activate the work of stomatal apparatus of leaves of *Gentiana lutea* L. plants *in vitro* irrespective of the type of substance-osmolite (sucrose, mannite) in the composition of nutrient medium.

ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET PAWL. У ПРИРОДІ ТА В УМОВАХ *IN VITRO*

Кравець Н. Б., Пантелеймін М. І., Дробик Н. М.

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса 2, м. Тернопіль – 43027, Україна
e-mail: kravets1979n@ukr.net

Carlina onopordifolia Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawl. є одним з цінних видів Європейської флори, занесених до Червоного списку МСОП та Додатку I Бернської конвенції (Червона книга України, 2009). Південно-малопольсько-подільський ендемік знаходиться під загрозою зникнення в Польщі та Україні і строго охороняється в ізольованих локалітетах. Одним із ефективних шляхів збереження рідкісних лікарських рослин є введення їх в культуру *in vitro*, що передбачає використання штучного живильного середовища та умов культивування, які за багатьма параметрами відрізняються від природних умов росту рослин. Відмінності стосуються інтенсивності та якості освітлення, газового складу повітря, рівня відносної вологості, особливостей мінерального живлення тощо. Водний обмін, як один із найдинамічніших процесів у життєдіяльності рослин, є основою усього метаболізму організму. В основі водообміну лежать процеси вбирання, пересування та випаровування води рослинами. Співвідношення між надходженням та витратою води складає водний

баланс рослин (Макрушин, 2006). Доцільність проведення дослідів щодо визначення водного режиму рослин *C. onopordifolia* зумовлена відсутністю таких даних у літературі та є дуже важливою для оцінки перспективи використання культивованих *in vitro* рослин для інтродукції.

У ході експерименту визначали вплив світла та умов зростання на інтенсивність транспірації, вологоутримуючу здатність і водний дефіцит листків. Для дослідження використовували свіжозрізані листки *C. onopordifolia* та асептичні рослини цього виду, одержані нами раніше шляхом пророщування *in vitro* насіння, зібраного у с. Гутисько, Бережанського району Тернопільської області, 295 м н.р.м. Культивування рослин *in vitro* проводили за таких світлових умов: 1 варіант – інтенсивність світлового потоку в області фотосинтетично активної радіації (ФАР) 85 Вт/м², спектральний склад такого співвідношення хвиль синього (Ес) (400-500 нм) до зеленого (Ез) (500-600 нм) та червоного (Еч) (600-700 нм) діапазонів: Ес : Ез : Еч = 33% : 42% : 25%; 2 варіант – інтенсивність 100 Вт/м², спектральний склад: Ес : Ез : Еч = 25% : 27% : 48%.

Відомо, що умови вирощування рослин значно впливають на величину транспіраційного коефіцієнта. Так, на ґрунтах, бідних на мінеральні речовини, рослини витрачають воду менш продуктивно (Макрушин, 2006). Інтенсивність процесу випаровування води рослинами *C. onopordifolia* з природних місць зростання складала 2,2 мг_{води}/см² год., у культивованих *in vitro* рослин цей показник був у 7,1–8,5 вищим і складав 18,6 мг_{води}/см² год., 15,7 мг_{води}/см² год. за 1 і 2 варіантів світлового режиму відповідно. Встановлено, що водний дефіцит рослин з природних місць зростання складав 4,6 %, а у рослин *in vitro* цей показник знаходився у межах 5–5,8 %. Проте, вологоутримуюча здатність рослин з природи була в 9,9 – 11 разів вища, порівняно з рослинами *in vitro*, і становила 6,8 % та для рослин *in vitro* – 67,1 % і 75,2 % відповідно. Це дозволяє зробити висновок про залежність інтенсивності водообміну та ступеня адаптації рослин до водного дефіциту від умов навколишнього середовища.

SUMMARY. WATER REGIME FOR PLANTS OF *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET PAWL. IN NATURE AND *IN VITRO* CONDITIONS

Kravets N. B., Panteleymin M. I., Drobyk N. M.

The indices of water regime for plants of *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawl. in nature and under *in vitro* conditions with various lighting were investigated. A considerably bigger (7 – 8.5 times) intensity of water evaporation by *C. onopordifolia* plants *in vitro* was established.

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМА ПО ПЕРЕНОСУ ТАНДЕМНЫХ ПОВТОРОВ ДНК МЕЖДУ ВИДАМИ TRITICEAE

Крупин П. Ю.^{1,2}, Карлов Г. И.², Дивашук М. Г.^{1,2}

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул Тимирязевская, 42, Москва, 127550, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, ул Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Россия
e-mail: pavel-krupin@yandex.ru

Прорыв в полногеномном секвенировании следующего поколения (next generation sequencing, NGS) и биоинформационных технологиях открывает широкие перспективы для изучения филогении видов на основе ДНК. В результате появилась возможность поиска последовательностей с нуля (*de novo*) даже после однократного прочтения генома отдельного вида с последующим их использованием для изучения близкородственных видов (перенос).

Особый интерес среди последовательностей ДНК для изучения геномов растений представляют тандемные повторы. Они составляют 10-20% от генома растений и отвечают

за различия в количестве ДНК на один геном между близкородственными видами. Различия между тандемными повторами отражают изменения, произошедшие в хромосомах в ходе видообразования.

Цель нашей работы состояла в разработке и оптимизации алгоритма по переносу вновь выявленных тандемных повторов между близкородственными геномами Triticeae. В качестве объекта нами был выбран *Aegilops tauschii* (донор субгенома D мягкой пшеницы), чей геном расшифрован с использованием NGS-технологии и размещён в базе NCBI.

В качестве мишени для переноса нами выбрана гексаплоидная тритикале сорта Соловей Харьковский, которая совмещает в своём геноме три субгенома: А и В от твёрдой пшеницы и R от ржи; первая два субгенома более близки к D-геному, чем последний. Таким образом, выбранные объекты позволяют апробировать перенос ДНК тандемных повторов между различными по близости геномами.

На первом этапе нами *de novo* были отобраны более 100 тандемных повторов на основе полногеномного NGS-сиквенса *Ae. tauschii* с использованием программы Tandem Repeat Finder. На втором этапе были разработаны праймеры на выравненных последовательностях мономеров повторов или зонды, если размер мономера слишком мал для праймеров. На третьем этапе проводили амплификацию и электрофорез. В том случае, если электрофореграмма имела вид лесенки или единичного бэнда, с данным повтором работа продолжалась. На четвёртом этапе определяли относительную копийность повторов с помощью полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). На пятом этапе нами осуществлялась флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) на препаратах митотических хромосом гексаплоидной тритикале Соловей Харьковский либо с меченым ПЦР-продуктом, либо с синтезированным меченым зондом. Определялась физическая локализация повторов на хромосомах и интенсивность свечения метки, показывающая уровень копийности. На шестом этапе проводилась несколько последовательных FISH с несколькими метками на одних и тех же препаратах после отмычки для определения колокализации повторов.

Из полученных в результате биоинформационного анализа повторов для тестирования алгоритма нами были отобраны 11 повторов: высококопийные (pAt1, pAt2, pAt3, pAt4), среднекопийные (pAt5, pAt6) и низкокопийные (pAt7, pAt8, pAt9, pAt10, pAt11).

В результате апробации алгоритма были получены следующие результаты. Повторы pAt1, pAt3 и pAt5 были локализованы на геномах А, В и R. Повтор pAt2 был локализован на геномах А и В, на геноме R сигнала не выявлено. Повторы pAt7, pAt8, pAt9, pAt10, pAt11 не были локализованы ни на одном из геномов гексаплоидной тритикале. Повторы pAt4 и pAt6 так же не были локализованы ни одним из геномов А, В или R, однако при постановке FISH на мягкой пшенице (ABD) был выявлен их сигнал на хромосомах D-генома, соответственно они являются специфичными для генома D

Таким образом, разработанный нами алгоритм, совмещающий в себе подходы *in silico*, *in vitro* и *in situ*, позволяет быстро создавать хромосом- и геномспецифичные цитогенетические маркеры на основе полногеномных сиквенсов родственных им геномов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-04-01871а

SUMMARY. THE DEVELOPMENT AND APPROBATION OF THE ALGORITHM OF TRANSFER OF DNA TANDEM REPEATS BETWEEN TRITICEAE SPECIES

Kroupin P. Yu., Karlov G. I., Divashuk M. G.

The algorithm of the DNA tandem repeat transfer between genomes was developed and approved using NGS genome sequence of *Aegilops tauschii* (D) as a source and hexaploid triticale cv. Solovey Kharkovskiy (ABR) as a target. As a result, 11 repeats were localized to A, B and/or R genome with different localization pattern.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПРОЛІНУ В ТРАНСГЕННИХ РОСЛИНАХ КАРТОПЛІ, ЩО МІСТЯТЬ ПОСЛІДОВНІСТЬ ДВОЛАНЦЮГОВОГО РНК-СУПРЕСОРА ПРОЛІНДЕГІДРОГЕНАЗИ

Листван К. В., Овчаренко О. О., Рудас В. А., Ніфантова С. М., Щербак Н. Л.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03143, Україна
e-mail: lystvan@icbge.org.ua

В зв'язку з кліматичними змінами толерантність рослин до стресових факторів набуває особливої актуальності. При адаптації рослин до дії водного та сольового стресів важлива роль належить проліну, тому один з підходів отримання рослин з підвищеною стійкістю до дії даних факторів базується на створенні трансгенних рослин з підвищеним вмістом цієї амінокислоти. У ряді досліджень було показано, що підвищення стійкості до низки стресових факторів можливе при вбудовуванні в геном і подальшій експресії гену дволанцюгового РНК-супресору проліндегідрогенази, створеного на основі ділянки відповідного гену *Arabidopsis thaliana* (dsRNA suppressor ProDH1). Згідно з опублікованими даними, вже були отримані рослини арабідопсису, тютюну, соняшнику, пшениці та кукурудзи з цим геном, і у цих рослин спостерігалось підвищення стійкості до заморозків, посухи та загального засолення ґрунту. В нашій роботі запропонований підхід ми використали при створенні трансгенних рослин картоплі (*Solanum tuberosum* L.) районуваних в Україні сортів. Для генетичної трансформації картоплі використовували бінарний вектор pBi2E, з послідовністю інвертованого повтору з двох копій першого екзону гену проліндегідрогенази арабідопсису. Конструкція pBi2E була люб'язно надана к.б.н. А.В. Кочетовим (Інститут цитології та генетики, СВ РАН, Новосибірськ). Трансгенна природа отриманих рослин картоплі була підтверджена за допомогою ПЛР з праймерами специфічними до першого екзону гену проліндегідрогенази та селективного гену *nptII*.

Надалі ми вивчали вміст проліну в листових пластинках контрольної та трансгенних ліній картоплі сорту Слов'янка, що вирощувались в умовах теплиці. Рослинний матеріал розтирали, екстрагували TRIS-буфером (50 мМ, рН – 8.0) та використовували для досліджень. Вміст вільного проліну визначали шляхом вимірювання оптичної густини (при 550 нм) розчину червоного забарвлення, що утворюється при реакції проліну з нінгідриновим реактивом у кислому середовищі при нагріванні.

В результаті проведених досліджень було відібрано лінію трансгенної картоплі сорту Слов'янка, вміст вільного проліну в якій стабільно в 2-3 рази вищий за його вміст в контрольних рослинах. На наш погляд, це свідчить про ефективність пригнічення проліндегідрогенази експресованим дволанцюговим РНК-супресором, що і призвело до підвищення концентрації проліну у відібраній трансгенній лінії картоплі. Надалі ми плануємо дослідження отриманих трансгенних ліній в умовах осмотичного стресу.

SUMMARY. INVESTIGATIONS OF PROLINE CONTENT IN TRANSGENIC POTATO PLANTS THAT CONTAIN THE SEQUENCE OF PROLINE DEHYDROGENASE dsRNK-SUPRESSOR

Lystvan K. V., Ovcharenko O. O., Rudas V. A., Nifantova S. M., Shcherbak N. L.

The creation of transgenic lines with high proline content is one of the approaches to obtaining plants with increased stress resistance. Genetically modified potato plants of different varieties that carried the gene of the dsRNA suppressor of proline dehydrogenase were obtained. The content of proline in the obtained transgenic potato plants was studied. One transgenic line of potato the content of free proline in which was 2-3 times higher than the one in control plants was selected.

ВПЛИВ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА РЕПРОДУКТИВНІСТЬ *AERVA LANATA* В УМОВАХ *IN VITRO*

Льошина Л. Г., Булко О. В., Кучук М. В.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
вул. Акад. Заболотного, 148, м. Київ -03143, Україна
e-mail: llioshina@ukr.net

Ерва шерстиста *Aerva lanata* (L.) Juss.ex Schult. – лікарська рослина сімейства амарантових (*Amaranthaceae*), рід ерва (*Aerva* (L.)). Рослини цього роду поширені в помірних зонах східної півкулі, тропіках та субтропіках. У нашій кліматичній зоні, в дикому вигляді, не зустрічається. Трава ерви шерстистої містить індольні алкалоїди, фенольні кислоти, флавоноїди, тритерпеноїди, макро- і мікроелементи та ряд інших біологічно активних сполук (Priya and Chaturvedi, 2012). Екстракт рослин використовується як сечогінний, бактерицидний, протизапальний, радіопротекторний, протиастматичий, імуномодельючий, протипухлинний засіб (Vetrichelvan et al., 2000, Venkatesh et al., 2009, Muthukumaran et al., 2011).

Для введення в культуру *in vitro* простерилізоване насіння ерви шерстистої було пророщене на середовищі MS і надалі рослини інкубувалися на середовищах з різним вмістом гормонів при люмінесцентному освітленні з такими характеристиками: світловий потік - 1050 lm; колірна температура – 6500K, фотоперіод – 16/8 год. Підбір оптимальної концентрації гормонів в живильному середовищі викликав певні труднощі, тому що рослина швидко переростала, давала насіння, яке дозрівало і пересівалося прямо в інкубаційній ємності. В деяких випадках спостерігалось явище вівіпарії, а саме, насіння проростало на материнській рослині, формуючи новий організм з зародковим коренем, який, потрапляючи на живильне середовище, розвивався в зрілу рослину. Найбільш оптимальним варіантом для росту, розвитку і цвітіння ерви в цих умовах було додавання в середовище 0,3 мг / л TDZ.

Недавні дослідження показали, що у розвитку і цвітінні *A lanata* в умовах *in vitro*, крім регуляторів росту, температури, концентрації вуглеводнів, мінеральних і фенольних сполук, важливу роль відіграє світловий режим (Nandagopal et al., 2015; Shekhawat et al., 2016). Світлодіодне освітлення (СД), крім екологічності, економічності і довговічності, дозволяє регулювати спектральний склад освітлення. Використовуючи цю властивість, нами було досліджено вплив СД освітлення з різною комбінацією червоного і синього спектрів (фотосинтетична активна радіація 320 мкмоль квантів м⁻²с⁻¹) і різним фотоперіодом на ефективність цвітіння ерви в умовах *in vitro*. Встановлено, що збільшення в освітленні частки синього світла (синій: червоний 7: 1) істотно сповільнює перехід вегетативної фази в репродуктивну і зменшує утворення насіння, особливо це стосується освітлення монохромним синім. Вивчення впливу фотоперіоду показало, що при 10-годинному освітленні також призупиняється цвітіння рослин і дозрівання насіння. В результаті нами показано, що зміна спектрального складу освітлення і фотоперіоду може служити важливим інструментом при вивченні переходу рослини з вегетативної до репродуктивної фази.

SUMMARY. LED LIGHTING INFLUENCE THE REPRODUCTION OF *AERVA LANATA* *IN VITRO*

Lioshyna L. G., Bulko O. V., Kuchuk N. V.

The effect of LED lighting with a different combination of red and blue spectra and a different photoperiod on the efficiency of flowering of the erva under *in vitro* conditions was investigated. It is established that an increase in the proportion of blue light in illumination significantly slows down the transition of the vegetative phase to the reproductive phase and reduces the formation of seeds. Monochrome blue lighting has a particularly strong effect. It was shown that flowering and ripening of seeds also slows down under the conditions of a 10-hour light day

СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО МАЮТЬ В СВОЄМУ СКЛАДІ ГЕНИ БІОСИНТЕЗУ ТРЕГАЛОЗИ З ДРІЖДЖІВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ДЛЯ ГЕНЕТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИН

Нищенко Л.¹, Кваско А.¹, Ісаєнков С.¹, Дмитрук К.², Сахно Л.¹, Ємець А.¹

¹ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»,
вул. Осиповського, 2А, Київ - 04123, Україна
e-mail: 10lesya0916@gmail.com

² Інститут біології клітини НАН України,
вул. Драгоманова, 14/16, Львів - 79005, Україна

В Україні значна площа орних земель розташована в зонах недостатнього і нестійкого зволоження, тому посухостійкість часто є критичним фактором у підвищенні врожайності сільськогосподарських рослин. Одним із підходів, що може забезпечити зростання толерантності рослин до посухи, є генетична трансформація.

Трегалоза – невідновлювальний дисахарид глюкози. Через участь у регуляції роботи продохів вона сприяє ефективному використанню вологи рослинами і задіяна у відповідях на засолення і знижену температуру. Синтез трегалози у вищих рослин відбувається в ході двох послідовних реакцій, в яких задіяні трегалозо-6-фосфатсинтаза (*TPS1*) та трегалозо-6-фосфатфосфатаза (*TPS2*). Вміст проміжного продукту синтезу, трегалозо-6-фосфату (Тре6P), позитивно корелює із вмістом сахарози, головного продукту фотосинтезу і головного транспортного цукру в рослинах. Існує точка зору, що дія Тре6P спрямована на підтримання концентрації сахарози на оптимальному рівні.

Метою нашої роботи було створення генетичних конструкцій, що мають в своєму складі гени біосинтезу трегалози з дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, термотолерантних штамів-надпродуцентів трегалози, для генетичної трансформації рослин для отримання рослин з підвищеною толерантністю до посухи. Гени *ScTPS1* та *ScTPS2* було ампліфіковано за допомогою ПЛР. Для клонування цих генів у вектори призначення рGW2 (цільовий ген під контролем 35S промотора) і рBract124 (цільовий ген під контролем Ubi промотора) проводилась реакція LR-рекомбінації зі створеними для них внаслідок BP-рекомбінації Entry-клонами. Отримані генетичні конструкції аналізували за допомогою ПЛР з відповідними праймерами і трансформували методом електропорації у агробактеріальні клітини штамів GV3101 (для роботи з дводольними рослинами) та AGL1 (для роботи з однодольними). Для апробації роботи векторів зі створеними конструкціями проводили генетичну трансформацію модельного об'єкту – тютюну *Nicotiana tabacum* методом листових дисків. Рослини регенерували в селективних умовах (25 мг/л гігроміцина) на агаризованому середовищі Мурасиге-Скуга (Murashige, Skoog, 1962) з додаванням 1мг/л бензиламінопурина та 0,1 мг/л нафтилоцтової кислоти.

Робота виконувалась за фінансової підтримки гранту НАН України №0115U004171.

SUMMARY. CREATION OF GENETIC CONSTRUCTS BEARING THE GENES FOR TREHALOSE BIOSYNTHESIS FROM YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* FOR PLANT TRANSFORMATION

Nyschenko L., Kvasko A., Isayenkov S., Dmytruk K., Sakhno L., Yemets A.

The aim of our work was creation of genetic constructs bearing *ScTPS1* and *ScTPS2* genes from the trehalose-overproducing strain of *Saccharomyces cerevisiae* for plant transformation. We believe the transgenic plants will be more tolerant to water deficit as compared to the initial ones. Both *ScTPS1* and *ScTPS2* genes were cloned from yeast DNA through BP-recombination and Entry clones creation following transfer into the destination vectors рGW2 and рBract124 (target gene under control of 35S or Ubi promoter, respectively) through LR-recombination. Transgenic *Nicotiana tabacum* plants were produced using these genetic constructs.

ІНІЦІАЦІЯ КУЛЬТУРИ *IN VITRO* ТА РОЗРОБКА ПРОТОКОЛІВ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ВИДУ *CRAMBE STEVENIANA* RUPR.

Пушкарьова Н. О.¹, Кучук М. В.², Ємець А. І.¹

¹Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України
вул. Осиповського 2А, м. Київ – 04123, Україна
e-mail: nadu4ka@gmail.com

²Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. Академіка Заболотного 148, м. Київ – 03143, Україна

Рід *Crambe* (родина *Brassicaceae*) вважається потенційною олійною культурою завдяки досить високій урожайності та високому вмісту ерукової кислоти (від 48,5% до 62,5%) у насінні. Представники роду не схрещуються з іншими олійними та харчовими культурами, які нині вирощуються в промислових масштабах. Крім того, існують данні про потенціал рослин роду *Crambe* у фітореMediaції ґрунтів та високу стійкість до абіотичних стресів. Застосування методів культури *in vitro* дає змогу дослідити способи швидкого розмноження рослин та розробити платформу для подальшого підвищення цінності представників роду методами біотехнології. Дослідження умов ініціації асептичної культури та схем регенерації слід проводити індивідуально для кожного виду. Огляд джерел літератури свідчить про відсутність даних по культивуванню чи розмноженню рослин виду *Crambe steveniana* Rupr. *in vitro*.

Метою даної роботи був пошук ефективних методів ініціації культури *in vitro*, швидкого розмноження та подальшої адаптації регенованих рослин до умов теплиці. Для ініціації асептичної культури використовували насіння виду *Crambe steveniana*, яке стерилізували спочатку діюцидом протягом 1-6 хвилин. Асептичні паростки культивували на безгормональному живильному середовищі Мурасіге і Скуга (МС). Черешкові, листові та кореневі експланти культивували на середовищі МС із додаванням 0,5-5 мг/л 6-бензиламінопурина (БАП), кінетину та 0,1-2 мг/л 1-Нафтилоцтової кислоти (НОК) у різних співвідношеннях для дослідження регенерації із різних типів експлантів. Рослини-регенеранти укорінювали на безгормональному живильному середовищі МС/2 із вдвічі зниженим вмістом сахарози, макро- та мікроелементів. Адаптацію рослин із добре розвиненою кореневою системою до умов *in vivo* проводили за використання субстрату, що складався з суміші перліту та торфу (1:2) в умовах теплиці за температури $+23 \pm 2^\circ\text{C}$.

Найбільша кількість асептичних паростків утворювалась після стерилізації діюцидом протягом трьох хвилин. Найвищу регенераційну здатність було відмічено з черешкових експлантів на середовищі з додаванням 2,5 мг/л БАП та 0,1 мг/л НОК. На корневих експлантах найвища частота утворення пагонів (40%) відмічена у відповідь на культивування з 1 мг/л кінетину та 0,1 мг/л НОК, а на листових (частота регенерації 80%) – з 1 мг/л БАП та 0,1 мг/л НОК. Збільшення вмісту НОК у середовищі призводило до зниження частоти регенерації пагонів. Добре укорінені на середовищі МС/2 пагони далі адаптували до умов *in vivo*. Перші листки, здатні до асиміляції, утворювались на 18-21 добу культивування на суміші перліту та торфу, а частота виживання рослин *in vivo* становила 76%.

Отже, нами було досліджено умови швидкого збільшення чисельності рослин виду *C. steveniana* та подальшого покращення цінних характеристик методами біотехнології з рекомендаціями по інтродукції в умови закритого ґрунту.

SUMMARY. *CRAMBE STEVENIANA* PLANTS *IN VITRO* CULTURE ESTABLISHMENT WITH PROPAGATION AND ADAPTATION PROTOCOLS

Pushkarova N. O., Kuchuk M. V., Yemets A. I.

The efficient methods of *in vitro* culture establishment, fast propagation via petiole, root and leaf explants on MS medium with BA, kinetin and NAA content with further adaptation of regenerated plantlets to the greenhouse conditions of *Crambe steveniana* plants were studied. A platform for fast plants multiplying and further biotechnological improvement of threatened potential oilseed *Crambe steveniana* plants with recommendations on its introduction in greenhouse were formed.

ФАРМАКОЛОГІЧНО ЦІННІ ПОЛІФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ У *IN VITRO*-РОСЛИНАХ ТА АГАРИЗОВАНОМУ ЖИВИЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Ревуцька А. З., Белавя В. Н., Таран Н. Ю.

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кафедра біології рослин,
проспект Академіка Глушкова 2, м. Київ – 03022, Україна
e-mail: nastartia@i.ua

В останні роки поліфенольним сполукам, і ксантонам зокрема, приділяється значна увага науковців завдяки їхній біологічній активності: антиканцерогенним, противірусним, антибактеріальним, антиоксидантним та іншим властивостям. Тому вони використовуються для профілактики та лікування раку, хвороби Альцгеймера та Парінсона, порушень серцево-судинної системи тощо (Сгуз, 2017). Масовий збір рослин-джерел ксантонів з родин *Gentianaceae*, *Hypericaceae* та ін. як лікарської сировини, яка є джерелом ксантонів, деструктивно впливає на видовий склад природних фітоценозів (Inoue, 2017). Тому актуальним є пошук альтернативних джерел цих сполук, якими можуть бути, наприклад високопродуктивні культури рослинних тканин *in vitro*. Вважаємо, що додатковим джерелом ксантонів можуть бути також живильні середовища, на яких культивували *in vitro*-рослини, корені яких, як відомо, під час вирощування, виділяють широкий спектр фенольних сполук. Відповідно до цього метою нашого дослідження було підібрати найбільш чутливий та екологічно безпечний метод визначення ксантонів у рослинному матеріалі, а також розробити метод екстракції цих сполук із агаризованого живильного середовища. У якості рослинного матеріалу використовували рослини видів *Phalaenopsis* sp. та *Acorus calamus* L., що вирощували за умов *in vitro* впродовж 3-5 місяців за температури 24 °С, при 16-годинному фотоперіоді на модифікованому агаризованому живильному середовищі Мурасіге-Скуга. Живильне середовище, на якому вирощували досліджувані рослини, також використовували як додаткове джерело цих речовин. Було апробовано відомі методики та розроблено власні модифікації методу якісного та кількісного аналізу вмісту ксантонів в рослинах *in vitro*, а також створено власну методику визначення цих сполук в агаризованому живильному середовищі. Екстрагування ксантонів проводили з використанням 70 % етанолу, їх якісне та кількісне визначення було здійснено хроматографічно та спектрофотометрично. Результати дослідження показали, що вміст ксантонів у *in vitro*-рослинах залишався стабільним або підвищувався, а в живильному середовищі знижувався впродовж культивування. Тому для біосинтезу в *in vitro*-рослинах максимальної кількості ксантонів необхідно регулювати умови їх вирощування, зокрема тривалість культивування. Отже, було підібрано екологічно безпечні та ефективні для малої кількості експериментального матеріалу модифікації методу визначення ксантонів у рослинному матеріалі та розроблено метод їх екстракції із живильного середовища. Вважаємо, що *in vitro*-рослини та живильне середовище можна використовувати як додаткове джерело цих поліфенольних сполук.

SUMMARY. PHARMACOLOGICALLY VALUABLE POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN *IN VITRO*-PLANTS AND THE AGARIZED NUTRIENT MEDIUM

Revutska A. Z., Belava V. N., Taran N. Yu.

In order to find the most sensitive and environmentally safe method of qualitative xanthone determination in *in vitro*-plants and the agarized nutrient medium, we tested well-known methods and developed our own modifications to the determination method of xanthone content in plants *in vitro*. Our own method for determining these compounds in the nutrient medium was developed as well. Extraction of xanthones was carried out using 70% ethanol. Qualitative analysis was carried out using chromatography and spectrophotometrically.

ВПЛИВ ЕКЗОГЕННИХ ЦИТОКІНІНІВ НА МОРФОГЕНЕЗ ГАМЕТОФІТУ *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Романенко К. О.¹, Косаківська І. В.¹, Бабенко Л. М.¹, Вашека О. В.²,
Романенко П. О.²

¹Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна, e-mail: katernaromanenko4@gmail.com

²Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Гаметофіти папоротей належать до модельних об'єктів, ідеально придатних для вивчення впливу екзогенних факторів. Вони вирізняються простотою будови і невибагливістю до умов культивування *in vitro* (Babenko et al., 2018; Menéndez et al., 2011). Ізольовані гаметофіти папоротей успішно використовуються для вивчення генетичних та фізіологічних механізмів регуляції росту й розвитку, що сприяє отриманню нових знань про еволюцію наземних рослин (Banks, 1999). Вивчення впливу екзогенних цитокінінів (ЦТК) дозволяє визначити участь цих гормонів в регуляції росту та розвитку гаметофітів (Greer et al., 2012). Метою нашої роботи стало вивчення впливу ЦТК на морфологію і особливості розвитку гаметофіту папороті флори України *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott в культурі *in vitro*.

Спори папороті за методиками (Арнаутова, 1987, Hua et al., 2009) висівали в чашки Петрі на рідке живильне середовище Кнопа з додаванням кінетину, зеатину, 6-бензиламінопурина, N⁶-2-ізопентеніладеніну (іП) у концентраціях 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷ та 10⁻⁸ М. Контролем слугувало середовище Кнопа без додавання фітогормонів. Спостереження за розвитком гаметофітів проводили під бінокулярним мікроскопом МБС-9.

Нами було встановлено, що всі екзогенні ЦТК в концентрації 10⁻⁵ М та 10⁻⁶ М сповільнювали розвиток протонеми, сприяли утворенню серцеподібних таломів деформованої форми, повністю пригнічували розвиток статевих структур та спорофіту. Низькі концентрації ЦТК (10⁻⁷ М, 10⁻⁸ М) викликали зростання кількості клітин проталія, та в залежності від ізоформи гормону по-різному впливали на деформації серцеподібного талому й статеву диференціацію. Встановлено, що екзогенні ЦТК активують розвиток і ріст ризоїдів, ступінь стимулювання збільшується залежно від концентрації гормонів у живильному середовищі. Виявлено, що ЦТК в цілому пригнічують ріст і розвиток спорофітів, що обумовлено зменшенням кількості утворюваних двостатевих гаметофітів. Серед використаних ЦТК екзогенний іП в усіх концентраціях найінтенсивніше впливав на морфогенез гаметофіту на всіх стадіях розвитку: у найвищій концентрації блокував розвиток протонеми, у найнижчій – розвиток серцеподібного талому. Зеатин у найменших концентраціях стимулював розвиток гаметофітів, мінімізував появу деформацій талому, активував ріст і розвиток багаточисельних ризоїдів, пришвидшував появу статевих структур та перших спорофітів.

SUMMARY. EXOGENOUS CYTOKININS EFFECTS ON *DRYOPTERIS FILIX-MAS* (L.) SCHOTT GAMETOPHYTE MORPHOGENESIS *IN VITRO* CULTURE

Romanenko K. O., Kosakivska I. V., Babenko L. M., Vasheka O. V., Romanenko P. O.

We analyzed the effects of exogenous kinetin, zeatin, 6-benzylaminopurine and N⁶-2-isopentenyladenine on *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott gametophyte morphology and growth *in vitro* culture. It was shown that at the concentration of 10⁻⁵ M all cytokinins significantly inhibited gametophyte growth, caused deformations and changes in the thallus size, suppressed the development of reproductive structures and sporophyte growth. Reduction of the hormone concentration to 10⁻⁸ M stimulated the gametophyte development, induced cell divisions, particularly in the apical zone, due to which some of thalli were deformed, promoted the production of rhizoids, affected the formation of antheridia and archegonia and slowed the sporophyte development.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ГЕНЕТИЧНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТЕМПІВ РОЗВИТКУ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ МЕХАНІЗМІВ КОМПЛЕКСНОЇ СТІЙКОСТІ *TRITICUM AESTIVUM* L. ЗА УМОВ *IN VIVO* ТА *IN VITRO*

Терентьєва Н. В.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
nataliy26terentieva@gmail.com

Пшениця - найважливіша продовольча культура, яка займає провідне місце в зерновому балансі України (Моргун, 2010). Завдяки своїй високій екологічній пластичності вона має широкий ареал розповсюдження і займає домінуючі площі культивування у світі. Її продуктивність залежить від реалізації генетично закладених властивостей, а також впливу умов навколишнього середовища, що діють на кожному етапі онтогенезу рослини (Власенко, 2008). У пшениці м'якої ідентифікована головна генетична система, яка контролює темпи розвитку – система генів *VRN*, що також визначає потребу в яровизації (Trevaskis et al., 2012). Однак в літературі майже відсутні дані опосередкованого впливу даної системи на ступінь стрес-толерантності пшениці.

В зв'язку з цим метою нашої роботи було дослідження ролі даної генетичної системи у формуванні механізмів комплексної стійкості *Triticum aestivum* L. за умов *in vivo* та *in vitro*. В якості рослинного матеріалу в роботі використовували сорти м'якої пшениці з різним типом розвитку: озимі сорти Астет, Альянс та ярі сорти Героїня і Харківська-30, а також майже ізогенні (NILs) за генами *VRN* лінії пшениці, створені в генофонді сорту Миронівська 808. Скринінг посухостійкості за умов *in vivo* проводили, імітуючи штучну посуху, шляхом пророщування насіння дослідних рослин на розчині 20 % сахарози, та в контрольних варіантах – на воді. Визначали енергію проростання, аналізували накопичення біомаси та ростову реакцію. В умовах *in vitro* ступінь посухостійкості досліджували використовуючи пересадкову калусну культуру вказаних сортів та ізоляцій, культивуючи їх на модифікованому живильному середовищі Мурасіге і Скуга (МС) з додаванням 8 % NaCl. Культивували впродовж 4-х тижнів та аналізували за показниками ростового індексу (PI) та морфологічної характеристикою. Скринінг жаростійкості проводили за показниками температурного порогу коагуляції білків (ТПКБ). Дослідження скринінгу фітостійкості проводили на пересадкових калусних культурах ізогенних ліній пшениці, які культивували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (МС) з додаванням культуральних фільтратів мікроміцетів *Fusarium oxysporum* та *Fusarium moniliforme* у співвідношенні 1:20 за об'ємом. Розраховували та аналізували ростові та морфологічні показники. Отримані результати показали, що при культивуванні на живильному середовищі з 8% NaCl відбувається гальмування росту калусних культур, причому озимі сорти проявили менший ступінь посухостійкості в порівнянні з ярими Серед набору *VRN* ізоляцій мінімальною стійкістю до посухи та високої температури характеризувалася ізоляція *VRN B1a*, а максимальними показниками – ізоляція *VRN A1a*. Рівень прояву ступеня посухо- та жаростійкості у досліджуваних сортів та ізоляцій в культурі *in vitro* був аналогічний до результатів, які спостерігалися за умов *in vivo*. Що стосується комплексної адаптивності NILs за генами *VRN*, максимальним рівнем посухо- та жаро- та фітостійкості характеризувалися ізоляції зі швидкими темпами розвитку *Vrn-A1a* та *Vrn-D1a*, як за умов *in vivo*, так і за умов *in vitro*.

Таким чином отримані дані показують, що культура *in vitro* є адекватною тест-системою для дослідження ролі генетичних систем контролю темпів розвитку рослин у формуванні механізмів комплексної стійкості *Triticum aestivum* L.

SUMMARY. THE STUDY OF THE ROLE OF GENETIC SYSTEMS FOR CONTROLLING THE RATE OF DEVELOPMENT OF PLANTS IN THE FORMATION OF MECHANISMS OF INTEGRATED STABILITY *TRITICUM AESTIVUM* L. *IN VIVO* AND *IN VITRO* CONDITIONS
Terentieva N. V.

The paper presents the results of screening studies degree drought and heat resistance and influence of cultural micromycetes of *Fusarium oxysporum* and *Fusarium moniliforme* on growth

of soft wheat in the conditions in vivo and in vitro. The study found that soft spring wheat varieties exhibit a greater degree of drought and heat resistance than winter. The established that exometabolites of phytophagous render opposite effects on cytological parameters (number and length of callus cells), the growth of callus cultures at the isolines differing with development rates in the conditions of in vivo. Culture in vitro is adequate test system for screening stability of wheat varieties.

MODELING APPROACH TO NUTRIENT UPTAKE DYNAMICS ANALYSIS IN *DUNALIELLA SALINA* TEODOR. CULTURE

Komaristaya V. P.

V.N. Karazin Kharkiv National University, Department of Botany and Plant Ecology
Svobody sq, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
e-mail: v.p.komarysta@karazin.ua

Culture growth and β -carotene accumulation in green microalga *Dunaliella salina*, one of the sources of β -carotene in the industrial biotechnology, are controlled by several parameters and their interactions: nitrate and phosphate supply and nutrient reserves in the cells, salinity, and irradiance. It is difficult to infer about the mechanisms of influence of culture parameters on the yield and to control productivity of open pond culture under constantly changing conditions. One of the classic approaches of systems biology to resolve such problems is stating and analyzing hypotheses in the form of dynamic models.

The study was aimed at modeling nitrate and phosphate uptake dynamics by *D. salina* fed-batch laboratory culture under constant salinity (2M by NaCl) and irradiance ($5 \cdot 10^3$ lx).

Our previously published empirical data (Komaristaya et al., *Algologia*, 2010, 20, 1, 42-55) served as the basis for modeling. The model was composed and its parameters were optimized using MS Excel and Solver tool. The dynamics of nitrate and phosphate residual concentrations in the medium under fed-batch resupply to the initial concentrations every 3 days showed high nutrient uptake rates at the establishment of the culture, gradual decrease to the prolonged period of steady absorption followed by the slight increase at the late stages of cultivation. Following the assumption of (Trenkenshu, *Ekologiya Morya*, 2005, 67, 89-97) that linear culture growth phase represents algal culture limitation by a constant rate of CO₂ dissolution from the air into the cultural medium, we supposed that nitrate and phosphate uptake by *D. salina* cells is limited by CO₂ as well. Initial CO₂ concentration in the medium was taken from (Akinfiev, *Diamond, Fluid Phase Equilibria*, 2010, 295, 104-124) and assumed as its solubility in 2M NaCl solution at 25 °C under CO₂ partial pressure in the ambient atmosphere. CO₂ mass transfer rate into the medium was modeled by mass transfer equation $K_L a(C^* - C)$ where $(C^* - C)$ is the gradient between CO₂ concentration and its solubility, parameter a was inferred from the geometry of culture flasks, and mass transfer coefficient K_L was calculated from the proportion between K_L for fresh water (Carvalho, *Malcata, Biotechnol. Prog.*, 2001, 17, 265-272) and CO₂ diffusivities in fresh water and brines (Cadogan et al., *J. Chem. Eng. Data*, 2015, 60, 181-184). Nitrate, phosphate and CO₂ assimilation by the culture were modeled by Michaelis-Menten equations, nitrate and phosphate uptake rate linearly dependent on the CO₂ uptake. After parameters optimization, the model was able to adequately describe the patterns of nutrients uptake by the culture except for the later phase of slight increase after the period of steady uptake. It was supposed that this increase was due to culture respiration that increased with the number of cells in the culture. Culture respiration rate was expressed as the proportion of cell concentration. Introduction of this notion into the model and its re-optimization improved agreement between the empirical and model data.

Thus, the model showed that nutrients uptake dynamics in *D. salina* culture could result from CO₂ limitation, its solubility, mass transfer, and cells respiration. The model will be further developed to include dynamics of culture growth, nutrients uptake, reservation, and carotenoids accumulation under different salinities and irradiances in *D. salina* and freshwater carotenoid accumulating algae.

РЕЗЮМЕ. ПІДХІД МОДЕЛЮВАННЯ ДО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ПОГЛИНАННЯ БІОГЕНІВ В КУЛЬТУРИ *DUNALIELLA SALINA* TEODOR.

Комариста В. П.

Запропановано математичну модель, що описує динаміку поглинання нітрату і фосфату культурою *D. salina*, як таку, що лімітована асиміляцією CO₂.

Секція 5.

ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ»

Section 5.

INTERACTIONS IN THE SYSTEM «PLANT-MICROORGANISM»

РІСТСТИМУЛЮЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ОКРЕМИХ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЩО СИНТЕЗУЮТЬ ФІТОГОРМОНИ

Віннікова О. І., Кривошей О. С.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, кафедра фізіології і біохімії рослин та мікрорганізмів,
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: o.i.vinnikova@karazin.ua

Одним із актуальних напрямків розвитку сільського господарства є створення препаратів біологічного походження, які мають рістстимулюючу дію, здатні підвищувати досяжність для рослин елементів живлення та проявляють фунгіцидну активність (Алещенкова та ін., 2015). Використання таких препаратів дозволяє знизити хімічне навантаження на екосистеми, що має результатом підвищення врожайності та покращення якості екологічно чистої продукції (Котлярів та ін., 2015). Зацікавленість в біологічних препаратах обумовлена їхньою ефективністю, а також тим, що вони створюються на основі мікрорганізмів, які виділені з природних біогеоценозів (Мурдонова, Давранов, 2014). Проте залишається недостатньо дослідженим питання, чи можна використовувати препарати на основі одних і тих самих мікрорганізмів в різних агроценозах, чи будуть вони однаково ефективними. Альтернативною тактикою є постійний пошук дієвих штамів в певних умовах зростання тієї чи іншої сільськогосподарської культури. У зв'язку з викладеним вище, метою роботи було встановлення ефектів дії фітогормонів, що продукують ґрунтові бактерії і мікроміцети, на морфологічні та фізіолого-біохімічні властивості рослин *Pisum sativum* L.

В якості об'єктів дослідження використовували ізоляти ґрунтових бактерій *Bacillus cereus* і *Azotobacter chroococcum* та мікроміцетів родів *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, які є потенційними продуцентами фітогормонів. З використанням відповідних фізіолого-біохімічних методів, досліджували вплив культуральної рідини культур мікрорганізмів на ріст і розвиток гороху в умовах вегетаційного дослідження. Методом біотестів визначали фітотоксичність, а також наявність ауксинів, АБК та гіберелінів в культуральній рідині.

Було встановлено, що обробка насіння гороху культуральною рідиною окремих видів мікрорганізмів підвищувала інтенсивність проростання насіння, а посилення цього стимулюючого ефекту спостерігалось при використанні суміші культуральних рідин з різних видів грибів із додаванням рідини *A. chroococcum*. Також встановлено, що окремі види мікрорганізмів, які синтезували фітогормони, здатні проявляти рістстимулюючий ефект, а також впливати на вміст фотосинтетичних пігментів у пагонах і активність пероксидази у коренях гороху.

SUMMARY. GROWTH STIMULATING PROPERTIES OF SOME SOIL MICROORGANISMS CONTAINING PHYTOGORMONES

Vinnikova O. I., Krivoshey O. S.

It was found that the treatment of peas seeds by culture fluid of certain types of microorganisms increased the intensity of germination of seeds. This stimulating effect was especially remarkable when a mixture of culture fluids from different types of fungi with the addition of *A. chroococcum* fluid was used. It has also been found that certain types of microorganisms that synthesized phytohormones can produce a growth-stimulating effect, and also influence on the content of photosynthetic pigments in shoots and the activity of peroxidase in pea roots.

ЕФЕКТИ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ *HORDEUM VULGARE* L. ҐРУНТОВИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ В ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДАХ

Глушач Д. В.

Харківський національний Університет імені В. Н. Каразіна,
кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м Харків – 61022, Україна, e-mail: vdmax94@gmail.com

Мікробіота ризосфери рослин в природних умовах може позитивно впливати на ріст і розвиток рослин, шляхом забезпечення мінеральними речовинами (азотом, фосфором та ін.). Також вона здатна впливати на укорінення рослин; підвищувати їхню ростову активність та продуктивність в цілому. Ці властивості мікроорганізмів можуть успішно використовуватися фермерами для запобігання втрат врожаю та підвищення кількісних показників (Дем'янюк та ін., 2016). Проте, недостатньо дослідженим залишається питання про можливість використання цих організмів для передпосівної обробки насіння. Метою нашої роботи було вивчення впливу інокуляції насіння *H. vulgare* бактеріями, мікроміцетами і ґрунтовими водоростями, на вміст редуруючих цукрів в рослинах ячменю в умовах польового експерименту.

У якості об'єктів дослідження були вибрано ячмінь *H. vulgare* сорту «Одіссей»; бактерії – *Azospirillum brasilense* і ґрунтові бацили; ґрунтові мікроміцети – представники найбільш поширених під посівами злаків, родів; а також ґрунтові водорості родів *Tetracystis* і *Bracteacoccus*. Мікроорганізми були отримані з колекції кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, а водорості виділені з ґрунту агроценозу Харкова. Насіння ячменю було отримане з господарства у Харківській області. Після отримання накопичувальної культури різних мікроорганізмів, з використанням відповідних рідких середовищ, проводили бактеризацію простерилізованого 10% розчином перекису водню, насіння ячменю, яке висаджували на дослідну ділянку кафедри. В досліді використовували суміш суспензій кожного мікроорганізму з фототрофами, фототрофи окремо, а також суміш суспензій (в однаковому об'ємі) усіх мікроорганізмів. В контрольному варіанті досліді насіння обробляли таким же об'ємом стерильної водопровідної води. Фіксували схожість, визначали довжину надземної та підземної частин, а також вміст цукрів у листках на стадії куцання. Було встановлено позитивний вплив на проростання ячменю при обробці насіння водоростями окремо, а також в суміші з бацилами та в суміші з *A. brasilense*. Натомість обробка насіння сумішшю суспензій мікроміцетів, та усіх мікроорганізмів не чинила стимулюючої дії на схожість. Також встановлено збільшення довжини вегетативної частини рослин ячменю під впливом ґрунтових водоростей окремо, мікроміцетів та водоростей у суміші, та при обробці всіма мікроорганізмами. Зниження довжини вегетативної частини рослин, в порівнянні з контролем і іншими варіантами досліді, мало місце у разі обробки насіння бацилами та водоростями у суміші та *A. brasilense* разом с фототрофами. Проте в останньому варіанті досліді мав місце позитивний вплив на розвиток кореневої системи. Вмісту моноцукрів в листках рослин значно підвищувався у всіх варіантах досліді, порівняно з контролем. Максимальні показники спостерігали у варіантах досліді з використанням суміші суспензій бацил і фототрофів, та фототрофів окремо.

SUMMARY. EFFECTS OF INOCULATION OF *HORDEUM VULGARE* L. SEED SOILS IN FIELD RESEARCH

Glushach D. V.

The effect of exometabolites of soil microorganisms on a germination and grows of barley seeds was considered. The treatment of barley seeds with algae, algae and *Bacillus sp.* and algae and *A. brasilense* the positive effect on the germination was shown. The algae, algae and micromycetes and all organisms increase length of vegetative part. *A. brasilense* and algae increase length of underground part of plant. The max contains of carbohydrates was observed by treating barley seeds with algae and algae and *Bacillus*.

ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ДІЇ РІЗНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Коць С. Я., Маменко Т. П., Пухтаєвич П. П., Мокрицький К. О.

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

Метою нашої роботи було вивчити особливості формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу за дії помірного та тривалого дефіциту вологи та після відновлення поливу рослин.

Об'єктами дослідження обрано рослин сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Либідь, які інокулювали контрастними за симбіотичними властивостями штамми бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*) – 646 (активний, вірулентний), 604к (неактивний, високовірулентний) і Тп5-мутантів *B. japonicum* – В1-20 (активний, вірулентний), 107 (малоактивний, вірулентний). Відсутність поливу рослин було впродовж 12-ти діб у фазі трьох справжніх листків (40 % від повної вологоємності (ПВ)) та бутонізації-початку цвітіння (30 % ПВ). Відновлення поливу до 60 % ПВ проводили у фазу масового цвітіння. Контролем слугували рослини, які зростали за оптимального водозабезпечення (60 % ПВ).

Досліджено, що за дії недостатнього водозабезпечення у симбіотичній системі, утвореній за участю сої та активного штаму *B. japonicum* 646, відбувалось зменшення кількості та маси кореневих бульбочок майже удвічі від контролю. При цьому їх АФА знижувалась до 60 %. За таких умов вирощування у симбіотичній системі, утвореній за участю активного Тп5-мутанта В1-20, не спостерігали зниження кількості бульбочок на коренях сої, однак їх маса суттєво знижувалась, а АФА пригнічувалась до 60 %. Не зафіксовано утворення бульбочок на коренях сої, інокульованої малоактивним Тп5-мутантом 107, за помірної нестачі вологи у фазу трьох справжніх листків. За жорстких умов дефіциту вологи в даній симбіотичній системі було виявлено близько однієї бульбочки на рослину, маса якої та АФА на 99 % були нижчими від контролю. Впродовж дії зневоднення не виявлено суттєвого зниження кількості кореневих бульбочок та їх маси у симбіотичній системі, утвореній за участю сої та високовірулентного неактивного штаму *B. japonicum* 604к.

Зафіксовано, що після відновлення поливу рослин, у фазу масового цвітіння, відбувається ефективніше відновлення симбіотичного апарату у сої, інокульованої активним Тп5-мутантом В1-20, порівняно із інокуляцією активним штамом 646. Однак, загальний рівень АФА кореневих бульбочок у симбіотичній системі, утвореній за участю активного штаму *B. japonicum* 646, був вище, ніж у симбіотичній системі із Тп5-мутантом В1-20. У післястресовий період не зафіксовано відновлення АФА кореневих бульбочок сої, за інокуляції малоактивним Тп5-мутантом 107, та відбувалось пригнічення нодуляційної здатності ризобій за інокуляції сої неактивним штамом 604к.

Отже, ефективність роботи симбіотичного апарату сої у симбіозі із *B. japonicum* за дії недостатнього водозабезпечення суттєво пригнічувалась, про що свідчить зниження процесів нодуляції та азотфіксації, особливо у симбіотичній системі з малоактивним Тп5-мутантом 107. Після поновлення поливу рослин відбувається ефективніше відновлення симбіотичного апарату у сої, інокульованої активним штамом ризобій 646 та Тп5-мутантом

B1-20, порівняно із інокуляцією малоактивним Tn5-мутантом 107 та неактивним, високовірулентним штамом 604к.

SUMMARY. FORMATION AND FUNCTIONING OF RHIZOBIUM-LEGUME SYMBIOSIS FOR DIFFERENT WATER SUPPLY

Kots S. Ya., Mamenko T. P., Pukhtaevitch P. P., Mokritsky K. A.

The effectiveness of the symbiotic apparatus of soybean in symbiosis with *B. japonicum* was significantly suppressed by the effects of insufficient water supply, as evidenced by a decrease in the processes of nodulation and nitrogen fixation, especially in the symbiotic system with a low Tn5 mutant 107. After resumption of watering the plants, the restoration of the symbiotic apparatus in soybean, the inoculated active strain 646 and the Tn5 mutant B1-20, is more efficient than the inactivation by the low-active Tn5 mutant 107 and the inactive, high-virulent 604k strain.

ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ НА МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОСЛИН ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ФІТОПАТОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Раєвська І. М., Віннікова О. І.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
i.m.rayevska@karazin.ua

Відомо, що рослини протистоять інфекціям та іншим стресовим факторам за рахунок розвитку комплексу молекулярно-біохімічних реакцій (Абрамчик та ін., 2014, Креславский та ін., 2012). Сприйняття та передача інформації у рослин здійснюється за участю сигнальних систем, які визначають реакцію клітин на різні хімічні та фізичні впливи. Локальна генерація активних форм кисню є найбільш ранньою реакцією у відповідь рослинного організму на впровадження патогена (Поликсенова, 2009). Значну роль в генерації та регуляції вмісту активних форм кисню в рослинних тканинах відіграють окислювально-відновні ферменти, в першу чергу, оксидази. Існують шляхи створення штучної стійкості рослин до різних факторів, наприклад активні штами бактерій, які колонізують ризосферу рослин, можуть стимулювати розвиток стійкості рослин до патогенних організмів (Глянько, 2010). У зв'язку з викладеним вище, метою даного дослідження було визначити вплив бактеризації насіння пшениці штамми ризосферних бактерій на морфо-фізіологічні показники та активність оксидаз у рослин пшениці за умов фітопатогенного навантаження.

Об'єктом дослідження були насіння і 21-добові рослини твердої ярої пшениці (*Triticum durum* Desf.) сортів Харківська 15 та Кучумовка, надані Інститутом рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України. В роботі використовували культури бактерій *Bacillus subtilis* і *Azotobacter chroococcum* з колекції кафедри ФБРіМ ХНУ імені В.Н. Каразіна та *Pseudomonas aeruginosa* та *Erwinia carotovora* (умовний фітопатоген) з Української колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ.

Було встановлено, що обробка насіння культурами активних ризосферних бактерій впливала на ростові показники проростків пшениці: в обох досліджуваних сортах відбувалося збільшення лінійних показників проростків. Бактеризація, окрім стимулюючої дії на ростові показники пшениці, обумовлювала зниження негативної дії патогена на рослини за умов фітопатогенного навантаження. Додавання культур активних ризосферних бактерій до насіння, мало наслідком підвищення пероксидазної та поліфенолоксидазної активності як в листках, так і в коренях пшениці обох сортів. В присутності фітопатогена у бактеризованих рослин відбувалося зростання активності пероксидази як у листках, так і в коренях, а поліфенолоксидазна активність підвищувалася у листках, проте у коренях суттєво не змінювалася. Зміна активності оксидаз у надземній частині та коренях рослин під впливом обробки насіння активними ризосферними бактеріями може використовуватися як один з показників активації стійкості рослин до фітопатогенів.

SUMMARY. INFLUENCE OF BACTERIZATION OF SEEDS ON MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT PLANTS UNDER PHYTOPATHOGENIC LOAD

Rayevska I. M., Vinnikova O. I.

The effect of bacterization of seeds on wheat germs, the morphometric indices of 21-day plants, the activity of oxidases in leaflets and roots of wheat were determined. It has been established that the investigated rhizosphere bacteria have a stimulating effect on the growth parameters of wheat plants. Bacterization of seeds leads to a decrease in the negative effect of the pathogen on plant organisms in a phytopathogenic load.

ОТРИМАННЯ ЛІНІЙ РОСЛИН ТОМАТУ СТІЙКИХ ДО ПАРАЗИТИЧНОЇ НЕМАТОДИ *MELOIDOGYNE INCOGNITA* ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕГУЛЯТОРІВ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ *IN VITRO*

¹Шиша О. М., ²Циганкова В. А., ²Корнієнко А. М., ²Андрусевич Я. В.,
³Білявська Л. О., ³Іутинська Г. О., ¹Співак С. І., ¹Ємець А. І., ¹Блюм Я. Б.

¹ДУ „Інститут харчової біотехнології та геноміки” НАН України,
04123, м. Київ, вул. Осиповського, 2а

²Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
02660, м. Київ, вул. Мурманська, 1

³Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154

Одним з розповсюджених та найнебезпечних шкідників томатів є паразитична нематода *Meloidogyne incognita*. Застосування хімічних засобів контролю над розповсюдженням нематод спричиняє негативний вплив на усі ґрунтові сапрофітні та симбіотичні рослини мікроорганізми. Альтернативним напрямком для вирішення цієї проблеми є створення нових ліній томату з генетично-покращеною продуктивністю та імуні-опосередкованою стійкістю до паразитичної нематоли *M. incognita* за допомогою використання біорегуляторів природного походження (Аверком, Аверком нова-2, Віолар та Фітовіт) в умовах *in vitro*. Вплив біорегуляторів на ефективність регенерації пагонів рослин томату (*Lycopersicon esculentum* Mill.) сорту Лагідний та на стійкість отриманих ліній рослин до паразитичної нематоли *Meloidogyne incognita* за фенологічними та генетичними показниками тестували у концентраціях: 10-100 мкл на 1 літр середовища МС у комплексі з фітогормонами – ІОК та Зеатин у концентрації 1 мг/л. Найбільш ефективна регенерація пагонів спостерігалась на ізольованих сегментах гіпокотилів 10-ти денних проростків томату на живильних середовищах МС, які містили фітогормони ІОК та Зеатин у концентрації 1 мг/л у комплексі з біорегуляторами, застосованих у концентраціях: 25 мкл/л Аверкома – до 65 %, 10 мкл/л Аверкома нова-2 – до 60 %, 100 мкл/л Віолара – до 70 % та 100 мкл/л Фітовіта – до 70 %. Регенеровані пагони укорінено на живильних середовищах, що містили 10-100 мкл/л біорегуляторів мікробіологічного походження. В умовах *in vitro* встановлено підвищення стійкості до паразитичної нематоли *M. incognita* рослин-регенерантів томату за фенологічним показником - зниженню ступеню ураженості нематодою поверхні рослин-регенерантів, вирощених на живильних середовищах з біорегуляторами: Аверкомом - до 26 %, Аверкомом-нова-2 - до 39 %, Віоларом – до 36 % та Фітовітом - до 45 % порівняно з контрольними рослинами, ступінь ураженості поверхні яких складала 82 %. Виявлено також позитивний вплив біорегуляторів на підвищення стійкості до паразитичної нематоли *M. incognita* рослин-регенерантів томату за генетичними показниками: змінням ступеню гомології між популяціями цитоплазматичних мРНК та si/miРНК, виділених з клітин контрольних та дослідних рослин-регенерантів, вирощених на живильних середовищах з біорегуляторами: Аверком нова-2 - на 35 %, Аверком - на 29 %, Фітовітом - на 23 %, та Віоларом - на 18 % порівняно до контролю.

SUMMARY. USING OF THE BIOSTIMULANTS OF MICROBIOLOGICAL ORIGIN FOR OBTAINING *IN VITRO* PLANTS OF TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) RESISTANT TO NEMATODE *MELOIDOGYNE INCOGNITA*

Shysha E. N., Tsygankova V. A., Kornienko A. N., Andrusevich Ya. V., Biliavska L. O., Iutynska G. A., Spivak S. I., Yemets A. I., Blume Ya. B.

The results of testing different concentrations of the bioregulators of microbiological origin Avercom, Avercom nova-2, Violar and Phytovit for shoots formation of tomato (*L. esculentum* Mill.) *in vitro* conditions with the perspective for obtaining new lines of tomato cells with improved adaptive and immune-protective properties against nematode *M. incognita* are presented.

BIOCHEMICAL AND MOLECULAR-GENETIC IDENTIFICATION OF BACTERIA GENUS *LACTOBACILLUS*

Kalinichenko S. V.¹, Melentyeva K. V.², Korotkyh O. O.²

¹ V. N. Karazin Kharkiv National University., department of Physiology and Biochemistry of Plant and Microorganisms, Svobody Square 4, Kharkiv city - 61022, Ukraine
e-mail: kalinichenko_sv@ukr.net

² National academy of medical sciences of Ukraine Mechnikov institute of microbiology and immunology, 14-16 Puschinskaya St., Kharkov, 61057, Ukraine.

Lactobacilli are quite common in the environment - living in soil, sewage, found in food, is an integral part of normal microbiota of plants, insects, animals and humans. According to the theory of T. Hig, lactobacilli are among the "effective" microorganisms that positively affect the "health of the whole microbiom of the planet": protect plants from biological stress, increase the yield of agrarian and wild plant species, take an active part in the fermentation of plant and animal products origin, and affect the biocenose of insects, animals and humans. Precisely this is due to the attention of humanity to bacteria of the genus *Lactobacillus*. Food, agrarian, medical and pharmacological industries are constantly in need of new strains, for the qualitative use of which they need an understanding of their "useful" biological properties.

The purpose of the work was to isolate and identify lactobacilli from the intestines of healthy bees.

The primary identification of lactobacillus was carried out in the carbohydrate digestion spectra in API 50 CHL test systems produced by bio Mérieux, France. The obtained results were processed using API Lab Plus software. Molecular genetic identification was performed by polymerase chain reaction (PCR) by analyzing the 16S ribosomal ribonucleic acid gene (rRNA) nucleotide sequence using the specific primers FL 5' - GCTGGATCACCTCCTTTG - 3' and FR 5' - ATGAGGTATTCAACTTATG - 3'. Products of amplification were obtained in 1.5% agarose gel with 0.001% bromide ethidium. Visualization of the amplicons was carried out using UV radiation.

We were isolated 123 strains of grams of positive, motionless sticks that did not form spores, did not recover nitrates from nitrites, were catalase negative and did not have cytochrome oxidase. By tinctorial, morphological, cultural and physiological and biochemical properties were previously attributed to bacteria of the genus *Lactobacillus*. According to the results of the identification of the carbohydrate digestion spectra in API 50 CHL test systems, it was found that the vast majority of strains (89.4%) belonged to the species *L. plantarum* (the degree of similarity to the typical strain species - 0.26-1). However, according to literature, the use of phenotypic features does not allow check to carry out a specific identification of lactobacilli. Our identification with the use of species-specific primers plant R and plant F confirmed the belonging to the species *L. plantarum* in 91 strains of 110 originally identified as *L. plantarum*.

Summing up the results, we note that the primary identification among the lactobacilli isolated from the intestines of bees was a species of *L. plantarum* - 110 strains from 123 isolated species. Subsequent identification by molecular genetic methods found that out of 110 strains of lactobacilli, originally identified as *L. plantarum*, only 19 (8.2%) were not related to this species.

SOYBEAN SEED EXUDATE MODULATES THE EFFECT OF ROOT EXUDATE ON NODULATION AND NITROGEN FIXATION OF SOYBEAN

Melnykova N. M.

Institute of Plant Physiology and Genetics of National Academy of Sciences of Ukraine,
Department of Symbiotic Nitrogen Fixation, 31/17 Vasylykivska st., Kyiv – 03022, Ukraine
e-mail: mnn_knu@ukr.net

Legumes were shown to release a range of biologically active substances into soil through root exudation. Seeds also exude different compounds during their imbibition and germination. Flavonoids, carbohydrates, phenolic compounds, amino acids, lectins (carbohydrate binding proteins) and others substances were observed in legume exudates. Some of them, for example, flavonoids and lectins play a very important role in the legume-Rhizobium symbiosis as signal molecules. The other ones are required for growth of nodule bacteria inhabiting the root zone of leguminous plants. Legume seed exudates differ from the root ones with respect to their composition.

It was shown that legume root exudates improved nodulation and nitrogen fixation of plants. They also stimulated root adsorption of nodule bacteria and polysaccharide synthesis by rhizobia. The seed exudates of legumes were shown to induce chemotaxis of symbiotic microorganisms and nod genes expression as well as to promote nodule bacteria proliferation. Some differences between the root and seed exudates suggest that the exudates can have an additive effect on the legume-Rhizobium symbiosis when used in conjunction with each other.

The aim of this study was to evaluate the effect of the soybean seed exudate collected after 24 h of seed imbibition on nodulation, nitrogenase activity of the root nodules formed by *Bradyrhizobium japonicum* 634b and plant growth affected by the soybean root exudate obtained from 3 days old seedlings.

The results showed that the addition of the seed exudate to the Rhizobium suspension decreased nodule number on the roots of soybean *Glycine max* (L.) Merr., cv. Vasylykivska and their weight in the pot experiments. At the same time, the root exudate had a slight positive effect on nodule development in soybean. When log phase bacteria were treated with the seed exudate followed by the introduction of root exudate into bacterial culture, a significant decrease was observed in nodule number and their weight. The nitrogenase activity of root nodules and shoot biomass had the same tendency of change as the nodulation. No essential changes concerning nodulation and nitrogen fixation were shown under the simultaneous addition of the root and seed exudates to cells of *B. japonicum* 634b. These findings suggest that soybean seed exudate can influence on the symbiotic properties of nodule bacteria and thus modulate the symbiotic interaction between soybean and *B. japonicum* affected by the root exudate.

АНОТАЦІЯ. ЕКСУДАТ НАСІННЯ СОЇ МОДУЮЄ ДІЮ ЕКСУДАТУ КОРЕНІВ НА НОДУЛЯЦІЮ І АЗОТФІКАЦІЮ У РОСЛИН СОЇ

Мельникова Н.М.

Ексудати насіння і коренів бобових рослин містять низку речовин, які можуть покращувати формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу. Бульбочкові бактерії зазнають впливу ексудатів насіння і коренів, перебуваючи в спермосфері і ризосфері рослин. Результати досліджень показали, що у разі попередньої інкубації бульбочкових бактерій *B. japonicum* 634b з 24-годинним ексудатом насіння сої останній може модулювати дію кореневого ексудату сої на розвиток симбіозу, дещо сповільнюючи бульбочкоутворення та знижуючи рівень фіксації молекулярного азоту соєво-ризобіальною симбіотичною системою.

CYTOKININS OCCURRENCE IN MYCELIAL BIOMASS OF MEDICINAL MUSHROOMS

Vedenicheva N.P., Al-Maali G.A., Bisko N.A., Kosakivska I.V.

N.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Science,
2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine
e-mail: vedenicheva@ukr.net

Mushrooms are known to produce phytohormones, in particular, cytokinins (Chanclud, Morel, 2016; Morrison et al., 2015). Therapeutic effects of cytokinins, specifically their anticancer and immunomodulatory actions have now been proved (Voller et al., 2010). At the same time, many macromycetes species possess the medicinal properties (Wasser, 2014). The question concerning a possible relationship between medicinal mushrooms effects and cytokinins synthesized in their cells arises. The first step to elucidate this problem was to study cytokinins production by medicinal mushrooms *in vitro*. For this purpose mycelial biomass of thirteen basidiomycetes and ascomycetes species – *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini strain 960, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer strain 1878, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst strain 1900, *Grifola frondosa* (Dicks: Fr.) S.F.Gray strain 976, *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev & Singer strain 5004, *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. strain 2332, *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. strain 991, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler strain 712, *Morchella esculenta* (L.) Pers. strain 1755, *Pleurotus nebrodensis* (Inzenga) Quel. strain 2035, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. strain 551, *Sparassis crispa* (Fr.) Fr. strain 314, *Trametes versicolor* (L.) Lloyd. strain 353 – was obtained by inoculation with physiologically active mycelium in proportion 10 % to the total volume of liquid medium at stationary conditions. All studied species are the valuable fungi with a long history of application in the ancient oriental medicine and in ethnoscience for many diseases treatment and prevention. Cytokinins were identified and quantified using HPLC-MS. *Trans*-zeatin, zeatin riboside, zeatin-O-glucoside, isopentenyladenosine, isopentenyladenine were found but only one species (*G. lucidum*) contained all these hormones. Zeatin-type cytokinins were predominant. The composition of cytokinins pool was individual for each species. Samples of 13 species differ not only in a qualitative composition but in a quantitative content of endogenous cytokinins as well. All of them are able to accumulate hormones in considerable amounts. The concentrations of individual cytokinins and especially their total amounts in mycelial biomass were significantly higher in comparison with plants. The highest total cytokinins content was detected in *M. esculenta* 1755 and the lowest one – in *F. velutipes* 1878. The productivity of cytokinins biosynthesis in mycelial biomass of mushrooms, which reflects the ratio between cytokinins content and mycelial biomass upgrowth rate, was calculated. This value was the lowest in mycelial biomass of *S. crispa* 314, the highest – in *P. ostreatus* 551. Nine mushrooms species synthesized a high levels of zeatin riboside. The highest productivity of this cytokinin was determined in *F. velutipes* 1878 and *C. aegerita* 960 mycelial biomass. It is cytokinin nucleosides that are known to possess distinctive therapeutic effects (antiproliferative effects on cancer cells) (Drenichev et al., 2016). That is why macromycetes with the highest rate of cytokinin ribosides biosynthesis are regarded as perspective producers of pharmacologically active compounds. The necessity to take into account a biological activity of cytokinins in development of drugs or dietary supplements based on the mycelial biomass of medicinal mushrooms is emphasized. The elucidation of regulatory functions of cytokinins in mushrooms growth and development needs additional experiments.

Секція 6.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЇ РОСЛИН

Section 6.

APPLIED ASPECTS OF PLANT BIOLOGY

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОРОСТКІВ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ЗА ОБРОБКИ АРАХІДОНОВОЮ КИСЛОТОЮ

Алескерова М. Т., Якуба І. П.

Одеський Національний університет імені І. І. Мечникова, каф. ботаніки
Шампанський пров. 2, Одеса 65000, Україна
e-mail: irinayakuba@yahoo.com

Однією із проблем рослинництва є пошук нових екологічно безпечних засобів захисту рослин. Такими речовинами можуть бути хімічні та природні сполуки – еліситори, що характеризуються здатністю індукувати захисні реакції рослин проти фітопатогенів. Підвищення стійкості рослин до фітопатогенів покращує їх ріст та продуктивність. Тому актуальним є вивчення впливу еліситорів різної природи на молекулярно-біологічні, біохімічні, морфологічні та фізіологічні зміни в рослинах.

Використання арахідонової кислоти в сільському господарстві в якості активатора захисних реакцій рослин проти фітопатогенів є надзвичайно перспективним підходом. Цей екологічно чистий метод захисту рослин заснований на індукції природної, системної і довгострокової стійкості рослин до захворювань. Однак, до цього часу він не знайшов широкого застосування на території Одеської області та є новим для місцевих агрокліматичних умов.

Мета дослідження: визначити фізіолого-біохімічні показники проростків овочевих культур за обробки насіння препаратом арахідонової кислоти «Проросток».

Матеріалом дослідження були насіння огірка сорту Джерело, томата сорту Ефемер, щавлю сорту Широколистий, салату сорту Одеський кучерявець. Препарат арахідонової кислоти «Проросток» застосовували шляхом передпосівної обробки насіння, 0,015г арахідонової кислоти у якості діючої речовини на 1л розчину води. Обробку насіння здійснювали шляхом намочування у розчині препарату протягом 2 годин. Дослід включав 2 варіанти: Контроль – насіння обробляли водою, та Дослід – насіння обробляли розчином препарату. Рослини вирощували на чашках Петрі в лабораторії фізіології рослин кафедри ботаніки ОНУ імені І.І.Мечникова. Повторність досліду трикратна, кількість рослин у повторності – 100 штук. Визначення біометричних та фізіолого-біохімічних показників проводили на другий тиждень вирощування. Результати досліджень оброблені методами варіаційної статистики з використанням пакету програм MSOffice.

Обробка не спричинила достовірного впливу на схожість. Є тенденція до невеликого зниження, можливо, за рахунок більш ранньої загибелі ушкодженого насіння. Обробка препаратом арахідонової кислоти покращувала ріст надземної частини проростків на 10-12% та стимулювала ріст коренів проростків на 9-18%. Арахідонова кислота підвищує сирину вагу проростків на 15-49%. З урахуванням підвищення лінійних розмірів, зростання сирової ваги є позитивною ознакою покращення ростових процесів. Обробка арахідоновою кислотою не

вплинула на вміст сухої речовини в проростках трьох культур. Це свідчить про збільшення ваги не за рахунок накопичення води в тканинах, а за рахунок накопичення органічних речовин. Підвищення вмісту сухої речовини щавлю свідчить про краще засвоєння поживних запасів з насіння. Передпосівна обробка насіння препаратом арахідонової кислоти підвищує вміст хлорофілу в проростках рослин досліджених культур: хлорофілу *a* на 5-25%, хлорофілу *b* – до 10% та каротиноїдів на 5-20%.

Таким чином, передпосівна обробка препаратом насіння огірків, томатів, салату, щавлю не впливає на схожість насіння, проте покращує біометричні показники проростків, а саме надземної частини та кореня. Обробка арахідоновою кислотою стимулює накопичення сирої ваги проростками овочевих культур. Застосування арахідонової кислоти підвищує вміст хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів в надземній частині проростків овочевих культур.

SUMMARY. PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES OF THE SEEDLINGS OF SOME VEGETABLE CROPS TREATED BY ARACHIDONIC ACID

Alieskerova M. T., Yakuba I. P.

The effect of pre-sowing treatment with solution of arachidonic acid of cucumber, tomatoe, lettuce and sorrel seeds on the physiological and biochemical indices of the seedlings was studied in laboratory conditions on Petri cups. Treatment with arachidonic acid does not affect seed germination, but improves biometric indices of seedlings, namely the aboveground part and root. Arachidonic acid stimulates the accumulation of raw weight by seedlings of vegetable crops. The use of arachidonic acid increases the content of chlorophylls *a* and *b* and carotenoids in the aboveground portion of seedlings of vegetable crops.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН РОДУ *ALLIUM* ДЛЯ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Войтович О. М., Чеботар Д. О.

Запорізький національний університет, каф. садово-паркового господарства та генетики, вулиця Гоголя 62, м. Запоріжжя, 69095, Україна

Allium-тест – універсальний метод біотестування, що дозволяє оцінити вплив різних чинників навколишнього середовища на живі організми, а особливо – мутагенних та промутагенних чинників. Простота цього методу полягає в його тест-об'єкті – використовується звичайна цибуля ріпчаста – *Allium cepa*. Рослини даного виду широко розповсюдженні, не вимагають складного зберігання і догляду. На генетичному рівні цибуля ріпчаста має добре вивчений геном, а структура її хромосом підходить для метафазного і анафазного аналізу. Обрана рослинна тест-система економічна, так як на ній можна реєструвати всі типи генетичних пошкоджень: геномні, хромосомні, генні (Бубнов А. Г., 2007).

В якості об'єктів дослідження були обрані меристематичні клітини корінців проростків насіння чотирьох видів рослин роду *Allium* L., а саме: *A. cepa*, *A. porrum*, *A. schoenoprasum* та *A. nutans*. Дослідження проводилося в лабораторних умовах, за стандартною методикою (Прохорова І. М., 2003) і включало пророщування насіння, фіксацію корінців, виготовлення тимчасових давлених препаратів меристем з фарбуванням хромосом ацетокарміном (2% розчин).

Облік морфометричних показників росту корінців показав, що найбільшу довжину на третю добу пророщування має цибуля ріпчаста (1,50 см). Але довжина коренів інших видів є цілком достатньою для використання їх у подальших дослідженнях (*A. porrum* – 0,80 см, *A. schoenoprasum* – 0,30 см та *A. nutans* – 0,56 см).

З чотирьох аналізованих видів цибулі, два – *A. porrum* та *A. cepa* можна використовувати як модельні тест-об'єкти для цитогенетичних досліджень. Обидва види мають приблизно однакову мітотичну активність та тривалість фаз мітозу. Але виготовлення якісних препаратів виявилось простішим та легшим для корінців *A. porrum*.

Аналіз цитологічних препаратів виготовлених з кореневих меристем цибулі-шнітт (*A.*

schoenoprasum) показав, що цей вид проявляє погану спорідненість до фарбника, в результаті чого ядра клітин не профарбовувалися, тобто подальший аналіз був не можливий.

При дослідженні препаратів цибулі-слизун (*A. nutans*) було помічена наявність на цитологічних препаратах великої кількості супутніх вторинних метаболітів (ймовірно, сапогенінів або слизу), які є типовими для даного виду рослини, але унеможливають візуалізацію хромосомного апарата для спостереження.

Allium porrum та *Allium cepa* мають приблизно однаковий мітотичний індекс (26,99% та 29,98% відповідно) та тривалість фаз мітозу (профазний – 50% та 43,56%, метафазний – 23,61% та 30,71%, анафазний – 11,91% та 15,44% і телофазний індекси – 14,46% та 11,45% відповідно), що є достатньою підставою для їх подальшого використання. Враховуючи більшу зручність роботи з *Allium porrum* (виготовлення мікропрепаратів є легшим та більш якісним) можна рекомендувати саме цей вид як найбільш перспективний для робіт з цитологічного вивчення генотоксичного впливу.

SUMMARY. POSSIBILITIES OF USE OF ALLIUM GENUS PLANTS USAGE FOR CYTOGENETIC STUDIES

Voitovych O. M., Chebotar D. O.

The subject of the study was cytological samples of apical meristems of onion root cells, of the *A. cepa*, *A. porrum*, *A. schoenoparum* and *A. nutans*. As a result of the study, there are many advantages have been identified for the use of the plants of this species for research in many fields of scientific activity. The cytological analysis of the mitotic activity of two plant species of the genus *Allium* has shown that 2 species – *A. cepa* and *A. porrum* have approximately the same mitotic activity and duration of mitosis phases. In two other species (*A. schoenoprasum* and *A. nutans*), mitotic activity was not detected, because samples made from *A. schoenoprasum* have a poor affinity for the dye, and because due to the presence of droplets of unknown substance in preparations made from *A. nutans*. Based on the data obtained during the experiment, we can say that for this test system it is possible to use *A. porrum* on the row with *A. cepa*.

СУЧАСНИЙ ДИЗАЙН СОРТІВ ВІНОГРАДУ *V. VINIFERA* L. ЗА ДОПОМОГОЮ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ

Карастан О. М., Мулюкіна Н. А., Папіна О. С.

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова», вул. 40-річчя Перемоги, 27, смт Таїрове, Одеса, 65496

Світове різноманіття сортів винограду наразі нараховує близько 5 тисяч сортів (This, 2006), ідентичність більшості яких вже оцінена і доведена молекулярними маркерами. Зростання вибагливості споживчого ринку ставлять нові вимоги перед селекціонерами. Вже замало створити просто цікавий сорт чи сорт, який володіє одним-трьома цінними ознаками, тому що таких сортів наразі існує велика кількість.

Попри те, що кожна виноградарська держава намагається обмежити імпорту закордонного генетичного матеріалу, сорти винограду так чи інакше перетинають кордони, розповсюджуються, приймають участь у селекції нових сортів. Можна вважати, що донори багатьох цінних ознак винограду вже доступні усюди і потенціальною можливістю створювати нові сорти із новими різноманітними комбінаціями ознак дуже велика. Традиційне створення сорту займає близько 20-25 років. Проте доступність інформації у відкритих базах даних та сучасні технології, такі як культивування *in vitro* та добір за допомогою молекулярних маркерів дозволяють скоротити тривалість цього процесу ледь не в тричі. Наприклад, в селекції безнасінних сортів перші чотири-п'ять років фактично втрачаються в очікуванні початку плодоношення рослин для оцінки наявності чи відсутності насіння у ягодах. Проведене у ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» тестування гібридної популяції Кобзар x Русалка 3

показало, що використання всього лиш одного мікросателітного маркера p3_VVAGL11 (інтрагенний маркер регуляторного гену VVAGL11, який контролює прояв ознаки безнасінності у винограду) дозволяє ще на першому році отримання гібридів вибракувати насінніві сіянці (Карастан, 2015), скоротивши таким чином, тривалість селекційного процесу, площу культивування у гібридному розсаднику, а також кошти на утримання рослин. Таким чином, існуючі на сьогоднішній день приблизно 5 тисяч сортів винограду, а також потенційна можливість виведення за допомогою новітніх технологій великої кількості нових сортів, в значній мірі нівелюють цінність будь-якого сорту, як поєднання окремих важливих для споживача та виробника ознак. Тому на світовому ринку вже почали з'являтися сорти-концепти, сорти-продукти, сортові комплекси-торгові марки, такі наприклад, як Moon Drop tm, який є комплексом з кількох сортів, об'єднаних спільною назвою марки. Moon Drop tm пропонує одразу поєднання усіх ознак, яким віддають перевагу споживачі (аромат, великий розмір та цікава незвична форма ягоди, високий вміст цукру, безнасінність). Поєднання такої кількості цінних ознак в рамках одного або навіть кількох сортів у відносно невеликий проміжок часу неможливе без використання молекулярних маркерів. Виробниками Moon Drop tm пропонується споживання ягід у сирому вигляді, але акцентується увага саме на використанні у поєднанні з іншими продуктами харчування при створенні унікальних кулінарних страв, потенційними продавцями яких будуть, без сумніву, ресторани, крафтові кафе тощо. При цьому патент забороняє розмноження та розповсюдження сортів Moon Drop tm до 2031 р. Таким чином, наочно прослідковується мета створення не окремого сорту, а готового продукту, який включає сорти винограду та відповідне інформаційне супроводження. Прибуток від продажу ягід Moon Drop tm буде в десятки разів перевищувати прибуток від культивування будь-якого сорту, та в сотні разів – витрати на його створення.

SUMMARY. MODERN DESIGN GRAPE VARIETIES USING MOLECULAR MARKERS

Karastan O., Mulyukina N., Papina O.

Inexpediency of creating individual grapes varieties in the presence of world grape assortment and technological methods for acceleration of new varieties creation is being considered.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОХОРОНИ ЕКОСИСТЕМ

Коваленко І. М.

Сумський національний аграрний університет, кафедра екології та ботаніки, вул. Г. Кондратьєва 160, м. Суми – 40021, Україна
e-mail: kovalenko_977@ukr.net

Заповідник «Михайлівська цілина» був організований у 1928 році і є одним з найстаріших в Україні. Своєрідності флори і фауни заповідника «Михайлівська цілина» за 90 років його існування присвячена велика кількість робіт (Генов та ін., 2002). В результаті показана необхідність пасовищного режиму для збереження степових угруповань (Родінка, Піддубина, 2014) та ін. При цьому біосферно-екосистемні процеси, що лежать в основі існування і збереження будь-якої ділянки рослинного покриву, залишаються для території «Михайлівської цілини» мало вивченими. Регуляційні заходи в екосистемах, які базуються на знанні елементів їх структури і функціональних зв'язках між ними, в даний час приносять більше шкоди, ніж користі (Борейко, Парнікоза, 2017).

Виходячи з цього, актуальним завданням є розробка програм оцінки стану і охорони екосистем, як природної цілісності. В основі таких програм повинні бути покладені поняття і методи геоботаніки та екології.

Екосистема, на відміну від біогеоценозу, це безрангове поняття, яке описує сукупність живих організмів і умов середовища, пов'язаних потоком речовини і енергії. Для охоронюваних екосистем у зв'язку з цим необхідно забезпечити збереження характерної флори і фауни і одночасно незмінність в режимах основних життєво важливих факторів середовища проживання. Ефективним для встановлення стану степової екосистеми

заповідника «Михайлівська цілина» є тільки комплексний підхід, який має включати наступні базові елементи: 1. Моніторинг складу флори і фауни з особливою увагою до охоронюваних видів рослин і чужорідних заносних. В даний час на території «Михайлівської цілини» зареєстровано 493 види рослин, з яких 13 занесені до Червоної книги України. Загрозою є в першу чергу такі чужорідні види як *Fraxinus lanceolata* і *Acer negundo*. 2. Встановлення харчових пірамід для екосистем «Михайлівська цілина» з оцінкою їх відповідності типовим харчовим пірамідам степів. 3. Комплексний аналіз і подальший моніторинг популяцій рідкісних видів рослин, а також видів-домінантів. На основі сучасної методики (Злобін та ін., 2013) у цих видів встановлюють основні популяційні характеристики і виявляють тренди їх динаміки. 4. Репродуктивний процес у типових степових видів з реєстрацією параметрів цвітіння і плодоношення, а також факторів, які на них впливають. У вегетативно-рухливих видів рослин встановлення типу вегетативного розмноження тощо. 5. Екологічні властивості і фітоценотичні зв'язки типових видів рослин методом аналізу екологічних амплітуд і оптимумів і методом встановлення ценотичних асоційованостей і сполученостей. 6. Прив'язані до території заповідника «Михайлівська цілина» дані про основні екологічні параметри природного середовища в їх довгостроковій динаміці: кількість гумусу в ґрунті, рН ґрунту, вміст у ґрунті ґрунтової вологи тощо.

Реалізація комплексної програми досліджень екосистеми степу в заповіднику «Михайлівська цілина» повинна бути підпорядкована принципу: вивчити – щоб зберегти.

SUMMARY. INTEGRATED APPROACH TO THE ECOSYSTEM PROTECTION

Kovalenko I. N.

The purpose of research is the development of programs for assessing the status and protection of ecosystems, as a natural integrity. An integrated approach is an effective solution in establishing the state of the steppe ecosystems of the Mikhailovskaya Tsilina Nature Reserve.

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ З ТРАНСГЕННИХ КОРЕНІВ ПОЛИНУ ЗВИЧАЙНОГО

Матвєєва Н. А.¹, Дробот К. О.¹, Бриндза Я.²

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. ак. Заболотного 148, Київ 143, Україна, joyna@ukr.net

²Словацький-сільськогосподарський університет у Нітрі
вул. А. Глінку 2, 949 76 Нітра, Словацька республіка

За результатами досліджень, проведених Всесвітньою організацією охорони здоров'я, близько 80% населення світу використовують ліки рослинного походження, які є джерелом антиоксидантів. До рослин, що синтезують сполуки з антиоксидантними властивостями, належить полин звичайний. *Artemisia vulgaris* L. – багаторічна рослина, яка росте по усій території України (Гродзинський, 1989). Препарати полину синтезують ряд біологічно активних сполук (БАС), у тому числі цукри, артемізинін, флавоноїди та ін. (Skowrya, 2014; Temraz, 2008; Chukwurah, 2014). Генетична трансформація з використанням бактерій *Agrobacterium rhizogenes* завдяки перенесенню до геному рослин *rol* генів призводить до змін у клітинному метаболізмі, наслідком чого може бути стимулювання активності генів, які кодують синтез БАС, у тому числі сполук з антиоксидантними властивостями (Bulgakov, 2010).

Метою роботи було визначення антиоксидантної активності екстрактів з культур трансгенних коренів *A. vulgaris* за здатністю до відновлення DPPH⁺ радикалу. Отримані нами «бородаті» корені (Дробот, 2015) культивували на агаризованому живильному середовищі Мурасіге та Скуга зі зменшеним удвічі вмістом макросолей протягом трьох тижнів. Корені ліофілізували та використовували для приготування екстрактів з 70% та 96% етанолом. Визначення проводили, використовуючи стандартну методику (Blois, 1958) на

спектрофотометрі Genesys 20 при $\lambda=515$ нм. Активність екстрактів виражали у відсотках відновлення DPPH⁺ радикалу.

Виявлено значні коливання рівня активності екстрактів за використання етанолу у двох концентраціях. Збільшення концентрації з 70% до 96% призводило до підвищення активності отриманих екстрактів у 1,39-2,77 рази. Антиоксидантна активність екстрактів, отриманих з різних ліній «бородатих» коренів з використанням 96% етанолу, коливалася від 24,69 до 79,96%. Активність усіх екстрактів з «бородатих» коренів була вищою, ніж активність екстрактів з коренів контрольних рослин, культивованих у стерильних умовах (14,96%). Отже, трансформація призвела до підвищення рівня антиоксидантної активності. Для екстрагування з трансгенних коренів полину сполук з високою здатністю відновлювати DPPH⁺ радикал необхідно використання етанолу у концентрації 96%. За таких умов можна отримати екстракти полину звичайного, активність яких у п'ять разів є вищою, ніж активність екстрактів з коренів контрольних рослин.

Робота була виконана за підтримки стипендіальної програми SAIA (Словаччина) за участі науковців міжнародного товариства AgroBioNet та як частина програми "Agricultural biodiversity to improve nutrition, health and quality of life" проекту ITEBIO-ITMS 26220220115 „Support of technologies innovation for special bio-food products for human healthy nutrition“.

SUMMARY. ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS FROM COMMON WORMWOOD TRANSGENIC ROOTS

Matvieieva N., Drobot K., Bindza J.

Antioxidant activity of extracts from *Artemisia vulgaris* transgenic roots on the ability to DPPH⁺ radical scavenging was determined. An increase of ethyl alcohol concentration from 70% to 96% resulted in an increase in the activity of extracts in 1.39-2.77 times. The activity of all extracts from "hairy" roots was higher than the activity of extracts from the roots of control plants (79,96% and 14.96% respectively).

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Попов В. М.¹, Долгова Т. А.²

¹Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна

²Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
каф. екології та біотехнології,
п/в "Докучаєвське - 2", Харківський район, 62483, Україна

Сучасні методи дослідження сільськогосподарських рослин можна поділити на дві великі групи. До першої відносять методи зворотної генетики - високопродуктивне секвенування (NGS, next generation sequence), TILLING (Target induced local lesion In genomes), редагування геному (genome editing), KASP (Kompetitive Allele Specific PCR) тощо, а до другої групи можна віднести різні методи фенотипування рослин. Реалізація повномасштабних проектів із секвенування геномів сільськогосподарських культур дозволяє не тільки отримати інформацію щодо організації їх геномів, але й розробити в подальшому оптимальну схему селекційного процесу для таких важливих культур України як соняшник та пшениця м'яка, геноми яких нещодавно були розшифровані. Так, геном соняшнику був секвенований у 2017 році (Badouin et al., 2017), а геном пшениці м'якої – у серпні 2018 року міжнародним консорціумом з дослідження пшениці (IWGSC). Технологія TILLING об'єднує класичні методи мутагенезу з ідентифікацією точкових мутацій у генах з відомою послідовністю ДНК. TILLING платформи розроблені для більшості видів сільськогосподарських рослин – соняшник, ячмінь, пшениця тощо. Основними технологіями редагування геному є: ZFN, TALEN та CRISPR-Cas, але саме останній підхід швидко модифікують та впроваджують у селекційну практику. Так, селекційна компанія DuPont

Pioneer запустила Інтернет ресурс для ознайомлення щодо впровадження CRISPR-Cas у селекцію рослин (<https://crisprcas.pioneer.com>) та анонсувала в найближчий час покращення власних інбредних ліній кукурудзи з використанням цієї технології редагування геному. Ідентифікації одонуклеотидного поліморфізму (SNP) у рослин можна здійснити використовуючи технологію KASP (конкурентна алель-специфічна ПЛП за кінцевою точкою), яка запатентована компанією LGC (www.lgcgroup.com). Головною відмінністю цієї технології порівняно з іншими методами детекції SNP є низька собівартість, велика точність (99,8 %) та можливість автоматизації процесу для високопродуктивного генотипування з використанням 1536-ямкових планшетів. Технології фенотипування рослин у теплиці або полі пов'язанні із застосуванням лазерного сканеру для аналізу кількісних параметрів – висота рослин, площа листової поверхні, кут нахилу листа, розподіл світла по ярусах, розрахунок біомаси тощо. Компаніями, які пропонують сьогодні таку технологію, є Phenospex (www.phenospex.com) та Lemnatec (www.lemnatec.com). Метод speed breeding, розроблений у Великій Британії, дає можливість генетикам і селекціонерам за рік у штучному кліматі отримувати шість генерацій зернових культур (Watson et al., 2017). Таким чином, сучасні методи дослідження сільськогосподарських рослин сприяють проведенню цілеспрямованого селекційного процесу та суттєво прискорюють його окремі етапи.

SUMMARY. MODERN METHODS OF CROPS RESEARCH

Popov V. M., Dolhova T. A.

Modern methods of genome research of plants are considered - NGS, TILLING, CRISPR-Cas, KASP, which allow to determine a certain sequence in the DNA or to modify the target gene. Modern approaches to phenotyping of plants provide a quick detailed description of the array of morphological traits of plants.

БІОЛОГІЯ РОСЛИН У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ЛІКАРЯ (НА ПРИКЛАДІ МЕДИЧНОЇ БІОЛОГІЇ)

Садовниченко Ю. О.¹, Пастухова Н. Л.², М'ясоєдов В. В.¹

¹ Харківський національний медичний університет, каф. медичної біології
проспект Науки 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: sadovnychenko@knmu.kharkov.ua

² ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»
вул. Осиповського 2А, м. Київ – 04123, Україна
e-mail: nataliia.pastukhova@gmail.com

У процесі підготовки майбутнього лікаря питання біології рослин значно поступаються іншій тематиці, проте рослинні організми здатні спричиняти полінози, харчові алергії та отруєння (Bartra et al., 2009). Тому метою нашого дослідження був аналіз методологічних прийомів викладання біології рослин у курсі навчальної дисципліни «Медична біологія».

Медична біологія вивчається протягом першого курсу (5,5 кредитів ECTS). Її зміст структуровано на три розділи, присвячені клітинній і молекулярній біології, генетиці людини і медичній генетиці з основами біології індивідуального розвитку, медичній паразитології з елементами екології людини відповідно.

На першому занятті, акцентуючи увагу на основних об'єктах дисципліни, доречно запропонувати студентам теми індивідуальної самостійної роботи (ІРС) щодо значення рослин у житті людини та паразитичних тварин.

Використання рослин як модельних об'єктів генетики доводить можливість екстраполяції її закономірностей на теплокровні організми. Знання хімічного складу основних сільськогосподарських культур, що входять до складу дієтичних продуктів або виключаються з раціону харчування за таких спадкових захворювань як фенілкетонурія, галактоземія, фавізм, дозволяє лікарю впливати на пенетрантність захворювання. Тож, при вивченні другого розділу доречно запропонувати скласти примірний раціон харчування для хворих як

з урахуванням виключення окремих речовин, так і з потребами мікроелементів та вітамінів.

Найбільше уваги вивченню рослин приділяється як факторам передачі низки паразитарних захворювань, особливо фасциольозу (Medical Parasitology, 2017). Не менше значення мають відомості про препарати рослинного походження, зокрема, артемізинін, які відіграють провідну роль у боротьбі з малярією, шистосомозами тощо. У процесі подальшого навчання на старших курсах ці знання закріплюються та поглиблюються на міждисциплінарних заняттях з іншими кафедрами та позааудиторних заходах, зокрема квестах. Вивчення найбільш поширених отруйних рослин та симптомів отруєння ними, а також ролі рослин у біогеоценозах та біосфері в цілому доповнюється матеріалами ІРС, тематика яких була запропонована на початку курсу.

Таким чином, застосування різноманітних методичних прийомів у процесі вивчення медичної біології дозволяє акцентувати увагу на питаннях біології рослин.

SUMMARY. PLANT BIOLOGY IN PREPARING OF FUTURE DOCTOR (THROUGH THE EXAMPLE OF MEDICAL BIOLOGY)

Sadovnychenko Yu. O., Pastukhova N. L., Myasoyedov V. V.

The purpose of the research was to analyse the methodological means of plant biology teaching in the course of the discipline "Medical biology". The structure of the course and applied aspects of plant biology teaching in its various units were considered. Various forms of independent auditor and extracurricular work of students were proposed.

ВПЛИВ ОБРОБКИ РОСЛИН МІКРОДОБРИВОМ, ХЕЛАТОВАНИМ ЛИМОННОЮ КИСЛОТОЮ, НА АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ПРАПОРЦЕВИХ ЛИСТКІВ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ситник С. К., Прядкіна Г. О., Капітанська О. С., Стасик О. О.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, відділ фізіології та екології фотосинтезу,
вул. Васильківська 31/17, м. Київ – 03022, Україна
e-mail: o_stasik@gmail.com

Основним несприятливим чинником довкілля, дія якого завдає найбільшої шкоди посівам зернових культур, є посуха. Оскільки найбільш пріоритетними напрямками досліджень вважають ті, що пов'язані з процесом фотосинтезу і регуляцією водного режиму рослин (Reynolds et al., 2016), було порівняно вплив обробки рослин мікродобривом, хелатованим лимонною кислотою, на показники активності фотосинтетичного апарату озимої пшениці за оптимальних умов та за умов посухи.

Об'єктами дослідження слугували прапорцеві листки озимої пшениці сортів Астарта та Наталка. Позакореневу обробку рослин комплексом з 7-ми мікроелементів Аватар-1, хелатованим лимонною кислотою, здійснено у фази виходу в трубку та на початку колосіння. Оцінку впливу цього комплексу проведено за змінами параметрів флуоресценції хлорофіла а. Вимірювання параметрів РАМ-флуорометрії вивчали у вегетаційному досліді при 2-х рівнях вологості ґрунту: 70% від повної вологоємності (ПВ) ґрунту у контрольних та 30% - у дослідних варіантах. У дослідних посудинах ґрунтову посуху створювали на початку фази цвітіння та підтримували протягом 10 діб (до початку молочної стиглості).

В контрольних варіантах не було виявлено істотних відмінностей між показником максимального квантового виходу флуоресценції хлорофілу ФС II темноадаптованих листків (Fv/Fm) у оброблених та необроблених рослин обох сортів. У варіантах з посухою рослин обробка комплексом мікроелементів збільшувала Fv/Fm: у сорту Астарта з 0,767±0,002 у необроблених до 0,799±0,002 – у оброблених, у сорту Наталка, відповідно, 0,763±0,006 та 0,779±0,005. Позитивний ефект обробки рослин на квантову ефективність ФС II ($\Phi_{\text{ФСII}}$) спостерігали і в контрольному, і в дослідному варіантах сорту Астарта: відповідно, при 70% ПВ з 0,525±0,003 у необроблених рослин до 0,569±0,006 у оброблених та при 30% ПВ – з

0,526±0,003 до 0,546±0,004. У сорту Наталка істотне збільшення $\Phi_{\text{ФСII}}$ відмічене тільки за умов посухи: з 0,478±0,032 до 0,520±0,001. Також у сорту Наталка у оброблених рослин істотно зросло фотохімічне гасіння флуоресценції хлорофілу: на 42% у контрольному варіанті та на 24% – у варіанті з посухою. Вплив на нефотохімічне гасіння флуоресценції хлорофілу для всіх варіантів був несуттєвим.

Отже встановлено, що позитивний ефект обробки рослин комплексом хелатованих мікроелементів на показники ефективності роботи ФСII був сильніше вираженим за умов недостатнього вологозабезпечення.

SUMMARY. INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF A COMPLEX OF MICROELEMENTS HELATED BY CITRIC ACID ON THE ACTIVITY OF WINTER WHEAT FLAG LEAF PHOTOSYNTHETIC APPARATE UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

Stasik O. O., Sitnik S. K., Priyadkina G. O., Kapitanska O.S.

In the pot experiment, the effect of foliar application of microelements complex, chelated citric acid, on the activity of photosynthetic apparatus of winter wheat of contrasting watering conditions was studied. It was established that the positive effect of plant treatment with a complex of chelated trace elements on the parameters of efficiency of FSII was more pronounced in conditions of insufficient moisture supply.

ADAPTIVE STRATEGIES OF PLANT RESOURCES FOR THEIR USING IN URBAN LANDSCAPING IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Demchenko M., Kosyk O., Svietlova N., Badanina V., Taran N.

Institute of Biology and Medicine, Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Volodymyrska str., 64/13, 01601 Kyiv , Ukraine
e-mail: ny_taran@ukr.net

An important component of diversity conservation in global warming conditions is the adapting human-managed landscaping for building urban sustainable systems. The local environment and quality of people's life is directly affected by trees, shrubs, herbal perennials used in landscaping and horticulture industry. For this purpose there are two sources of plants origin: plants (species and sorts) from other regions and local species transferred ex situ from the wild nature. The success of different taxa introduction and variation along the introduction – naturalization – invasion stage depends on the plant adaptive capacity to the new conditions. To ensure sustainable management of ornamental plants industry, to predict the success and to prevent the invasion danger, especially during the time of global climate change, a detailed study of species adaptive strategies is required.

Determination of plants adaptive potential and their climate-forming function was carry out on modern phenotyping methods based on the non-degradation defined of there physiological state whith the help of leaves morphological markers and anatomical characteristics of the stomatas on their surface. Adaptive strategies of plants whith using stomata marker are based on their response to various environmental conditions; stomata can affect the airing of leaf tissues degree and, thus, the assimilation of carbon and its diffusion into carboxylation sites in mesophilic cells. Anatomy of stomata, epidermal and mesophilic tissues potentially determines the fluid conductivity of leaves - an important physiological parameter that characterizes the state and flow of water in plant tissues, stomata movements and determines in microscales the humidity, leaf temperature and airspace around it. Due to this physiological process, not only the water potential of cells is regulated, but also the temperature regime in the crown of the trees and the surrounding environment. Precisely changes in the density and size of the diaphragm of the stomata determine their transpiration. Thus the water released by the plant in the process of transpiration is an important regulator of the temperature regime of the plant itself, because of the hidden thermal conductivity (the amount of energy used in the process of transpiration), and even the amount of precipitation in a certain region. With the help of the complex morphological and anatomy markers

(stomata area, stomata index, stomata shape coefficient, potential conductance index) adaptive strategies in context of microclimatic formation of various plant species used in urban landscaping were analyzed.

АНОТАЦІЯ. АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ РОСЛИН ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МІСЬКИХ ЛАНДШАФТАХ ЗА УМОВ ЗМІН КЛІМАТУ

Демченко М., Косик О., Светлова Н., Баданіна В., Таран Н.

Розглянуто адаптивні стратегії рослин на основі визначення комплексу морфологічних і анатомічних маркерів у контексті створення мікрокліматичних умов міських ландшафтів різними видами.

THE INFLUENCE OF NATURAL BIOSTIMULANTS ON ADAPTIVE STATE, GROWTH AND YIELD OF PEA PLANTS UNDER SEMIARID CONDITION

Kolesnikov M.¹, Paschenko U.¹, Kolesnikova A.²

¹ Tavria state agrotechnological university, 18 B.Khmelnysky Ave, Melitopol, 72310, Ukraine, e-mail: maksym.kolesnikov@tsatu.edu.ua

² Taras Shevchenko National University of Kyiv, 2, Hlushkova Ave, Kyiv, 03127, Ukraine

The major legumes culture in Ukraine is peas (*Pisum sativum* L.) and it has great food value, considerable crop area of which are in the steppe semiarid zone. Peas are very demanding culture and often doesn't realize it's genetic productivity potential because of unavailable environmental conditions (Kaminskyi, 2000). Similar conditions change photosynthetic processes, water and mineral status, inhibit development and growth of plants. One of the way to improve plant resistance is the use of natural growth regulators. According to some authors, the growth regulators' treat contributed to a significant increase of symbiotic nitrogen fixation activity and association. It is proven the efficiency of bio-stimulants Rehoplant, Stympto usage while wheat, barley, lupin, soybeans growing (Ponomarenko, 2010; Pyda, 2013; Buriak, 2015). The aim of the work was to determine the influence of separate and combined application of biostimulants («Stimpo», «Regoplant») and bioactivators («Azotofit», «Rhyzohumin») on the peas pro-antioxidative state, photoassimilation apparatus, yield formation under the semiarid conditions.

The seeds of cirrosut-vulgatum morphotype peas (Oplot, Tsarevich, Devyz varieties) were used. Presowing separate and combined treatment of biostimulants («Stimpo», «Regoplant») and bioactivator («Azotofit», «Rhyzohumin») was carried out at recommended concentrations. Folia treatments were carried out at 2-3 stipules development stage (BBCH 12-13) and at inflorescence emergence stage (BBCH 51-59). It was determined the content of thiobarbiturate-active products (TBAAP) in the leaves, proline content, catalase (CAT) and peroxidative activity (POx). Some morphometric and agrobiological indexes of peas crop were controlled.

Biostimulants «Stimpo» and «Regoplant» are composite polyfunctional preparations, products of fungi-micromycetes *Cylindrocarpon obtisiucuilum* 680 biotechnological cultivation from root system of ginseng and Aversectin. «Azotofit» contains living cells of genuine nitrogen-fixing *Azotobacter chroococcum* bacteria and their active metabolites. «Rhyzohumin» includes a bacterial suspension of *Rhizobium leguminosarum* 31 and solution of physiologically active substances with trace elements macroelements.

«Stimpo» and «Regoplant» improved the adaptive state of peas plants due to TBAAP and proline content decreasing, CAT and POx activity increasing during vegetation growth. The explored biopreparations under separate or combined presowing treat stimulated the formation of peas root nodules, which numbers increased up to 23,5% in phase of 2-3 stipules and rich maximum at inflorescence emergence stage. Presowing and foliar separate treats with biostimulants increased peas leaf area index in 1.5-1.7 times during vegetation. It's noticed more active leaves surface formation under combined application of biopreparations than under separate one. Synergistic interaction of biostimulants («Stimpo», «Rehoplant») with «Azotofit» or «Rhyzohumin» was observed in the processes of chlorophyll synthesis and accumulation. It is

shown that combined application of biostimulants promoted the raise of netto-photosynthesis during peas vegetation up to 47% and up to 24% in comparison with separate application variants. Combined application of biostimulants («Stimpo, Rehoplant») with «Azotofit» or «Rhyzohumin» rised the beans number per plant and weight of 1000 seeds. It was shown that the biological yield of peas crop with combined application of biopreparations was exceeded by 10-16% the yield of variant with separate application under the conditions of South Steppe of Ukraine.

АНОТАЦІЯ. ВПЛИВ ПРИРОДНИХ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА АДАПТИВНИЙ СТАН, РІСТ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ГОРОХУ В СЕМИАРІДНИХ УМОВАХ

Колесніков М. О., Пащенко Ю. П., Колеснікова А. М.

Використання біопрепаратів підвищує стійкість зернобобових до аридних умов Південного степу України та є перспективним. В роботі показано, що біостимулятори («Стимпо» та «Реоплант») як при роздільному так й при сумісному використанні з «Азотофітом» або «Різогуміном» посилювали адаптаційний статус рослин гороху шляхом стимуляції антиоксидантної системи. За дії біопрепаратів в ризосфері кореневої системи гороху утворювалась більша кількість корневих бульбачок. Сінергістичний ефект при сумісному використанні біостимуляторів спостерігали під час формування фотоасиміляційного апарату посівів гороху. Біологічна врожайність посівів гороху в роки досліджень за сумісної дії біостимуляторів збільшувалася на 10-16% порівняно з варіантами де застосовували стимулятори окремо.

ПОКАЗЧИК АВТОРІВ

Авксентьєва О. О.	57, 58	Зайцева І.О.	32	Пантелеймін М. І.	65
Алексєєва А. А.	22	Зубрич О. І.	33	Папіна О. С.	87
Алескерова М. Т.	85	Івченко Т. В.	63	Пастухова Н. Л.	91
Ал-Маали Г. А.	84	Ісаєнков С.	69	Пацула О.	34
Амброзюк О. Б.	16	Іутинська Г. О.	81	Пашенко Ю. П.	50, 95
Андрусевич Я. В.	81	Кавулич Я.	34	Петлюк В. В.	23
Бабенко А. В.	54	Калиниченко С. В.	82	Попов В.М.	90
Бабенко Л. М.	26, 54, 73	Капітанська О. С.	92	Прядкіна Г. О.	92
Бакума А. О.	17	Карастан О. М.	87	Пухтаєвич П. П.	79
Баданіна В.	94	Карлов Г. И.	66	Пушкарьова Н. О.	70
Балашова І. А.	25	Карпец Ю. В.	47	Раєвська І. М.	80
Батрашкіна Т.	34	Кваско А.	69	Ревуцька А. З.	72
Белава В. Н.	72	Кириченко Е. В.	20	Резуненко А. А.	39
Белчгазі В. Й.	43	Коваленко І. М.	88	Рищаківа О. В.	49
Биско Н. А.	84	Козловський В.	34	Романенко К. О.	73
Білінська О.	58, 59	Колесніков М. О.	50, 95	Романенко П. О.	73
Білявська Л. О.	81	Колеснікова А. М.	95	Романюк Н.	34
Блюм Я. Б.	45, 81	Колупаєв Ю. Е.	44, 47, 53	Рудас В. А.	67
Боднарюк Р. М.	43	Комариста В. П.	76	Ружицька О. М.	29
Борисова О. В.	29	Корнієнко А. М.	81	Рябчун Н. И.	44
Борозна О. С.	60	Коротких О. О.	82	Садовниченко Ю. О.	91
Бриндза Я.	89	Косаківська І. В.	26, 30, 55, 56, 73, 84	Сахно Л.	69
Булко О. В.	68	Косик О.	94	Светлова Н.	94
Буньо Л.	34	Коць С. Я.	79	Ситник С. К.	92
Вайда П.В.	43	Кравець Н. Б.	65	Сірант Л. В.	37
Вакерич М. М.	43	Кривошей О. С.	77	Співак С. І.	81
Васильченко М. С.	62	Крупин П. Ю.	66	Стельмах А. Ф.	24
Васюк В. А.	30, 55	Кучук М. В.	68, 70	Стасик О. О.	92
Вашека О. В.	73	Лавриненко Ю. О.	17	Таран Н. Ю.	72, 94
Веденичева Н. П.	84	Левчук А. Н.	18, 20	Терек О.	34
Віннікова О. І.	77, 80	Легостаєва Т. В.	48	Терентьєва Н. В.	74
Віценя Т. І.	63	Листван К. В.	67	Тимошенко В. Ф.	38, 39, 60
Войтенко Л. В.	30, 55	Лихолат Т. Ю.	22	Файт В. И.	24, 25, 51
Войтович О. М.	86	Лихолат Ю. В.	22	Федорова А. Р.	51
Гедзур Т. І.	43	Лозинська К. О.	40	Хайдер Набил	
Глушач Д. В.	78	Луговая А. А.	47	Хусейн Аль-	
Горелова Е. И.	44	Льошина Л. Г.	68	Хамадени	42
Горюнова І. І., ,	45	М'ясоєдов В. В.	91	Хромих Н. О.	22
Григорчук І. Д.	46	Макар О.	34	Циганкова В. А.	81
Грицак В. Ю.	64	Маменко Т. П.	37, 79	Чеботар Г. О.	17
Грицак Л. Р.	64	Матвєєва Н.А.	89	Чеботар Д. О.	86
Губич Е. Ю.	25, 51	Мацюк О. Б.	16	Чеботар С. В.	17
Демченко М.	94	Мелентьєва К. В.	82	Чумакова В. В.	28
Дивашук М. Г.	66	Мельникова Н.М.	83	Швиденко Н. В.	47, 53
Дідур О. О.	22	Могилєвцева А. В.	36	Шиша О. М.	81
Дмитриев А. П.	53	Мокрицький К. О.	79	Щербак Н. Л.	67
Дмитрук К.	69	Молодченкова О. О.	49	Щербатюк М. М.	26
Долгова Т.А.	90	Мулюкіна Н. А.	87	Щоголев А. С.	36
Донченко І. А.	18	Нагуляк О. И.	51	Юсипіва Т. І.	52
Дробик Н. М.	64, 65	Нищенко Л.	69	Юхно Ю. Ю.	40
Дробот К.О.	89	Ніколайчук В. І.	43	Якуба І. П.	85
Ємець А. І.	45, 69, 70, 81	Ніфантова С. М.	67		
Жмурко В. В.	19, 31, 42	Овчаренко О. О.	67		

INDEX OF AUTHORS

Alexeyeva A. A.,	23	Kapitanska O. S.	93	Patsula O.	37
Alieskerova M. T.	86	Karastan O.,	88	Petlyuk V. V.	24
Al-Maali G. A.	84	Karlov G. I.	68	Popov V. M.	91
Ambrozyuk O. B.	18	Karpets Yu. V.	49	Priyadkina G. O.	93
Andrusevich Ya. V.	82	Kavylych Ya.	37	Pukhtaevitch P. P.	80
Avksentieva O. O.	59, 60	Khromykh N. O.	23	Pushkarova N. O.	72
Babenko A. V.	55	Kolesnikov M.	52, 94	Rayevska I.M.	81
Babenko L. M.	27, 55, 73	Kolesnikova A.	94	Revutska A. Z.	72
Badanina V.	93	Kolupaev Yu. E.	46, 49, 55	Rezunenکو A. A.	41
Bakuma A. O.	19	Komaristaya V. P.	75	Romanenko K. O.	73
Balashova I. A.	26	Kornienko A. N.	82	Romanenko P. O.	73
Batrashkina T.	37	Korotkyh O. O.	82	Romanyuk N.	37
Belava V. N.	72	Kosakivska I. V.	27, 32, 55, 56, 73, 84	Rudas V. A.	69
Belchhazy V. J.	45	Kosyk O.	93	Rushchakova O. V.	51
Biliavska L. O.	82	Kots S. Ya.	80	Ruzhitska O. M.	31
Bilinskaya O. V.	60, 61	Kovalenko I. N.	89	Ryabchun N. I.	46
Bindza J.	90	Kozlovskyy V.	37	Sadovnychenko Yu.O.	92
Bisko N. A.	84	Kravets N. B.	67	Sakhno L.	71
Blume Y. B.	47, 82	Krivoshеy O. S.	78	Schogolev A. S.	38
Bodnariuk R. M.	45	Kroupin P. Yu.	68	Shcherbak N. L.	69
Borozna O. S.	62	Kuchuk M. V.	72	Shcherbatiuk M. M.	27
Borysova O. V.	31	Kuchuk N. V.	70	Shvidenko N. V.	49, 55
Bulko O. V.	70	Kvasko A.	71	Shysha E. N.	82
Bunio L.	37	Kyrychenko O.	22	Sirant L. V.	39
Chebotar D. O.	87	Lavrynenko Yu. O.	19	Sitnik S. K.	93
Chebotar G. O.	19	Legostaeva T. V.	50	Spivak S. I.	82
Chebotar S. V.	19	Levchuk H.	20, 22	Stasik O. O.,	93
Chumakova V. V.	28	Lioshyna L. G.	70	Stelmakh A. F.	25
Demchenko M.	93	Lozynska K. O.	42	Svietlova N.	93
Didur O. O.	23	Lugovaya A. A.	49	Taran N. Yu.	72, 93
Divashuk M. G.	68	Lykholat T. Yu.	23	Terek O.	37
Dmitriev A. P.	55	Lykholat Yu. V.	23	Terentieva N. V.	74
Dmytruk K.	71	Lystvan K. V.	69	Timoshenko V. F.	40, 41, 62
Dolhova T. A.	91	Makar O.,	37	Tsygankova V. A.	82
Donchenko I.	20	Mamenko T. P.	39, 80	Vajda P. V.	45
Drobot K.	90	Matcyk O. B.	18	Vakerych M. M.	45
Drobyk N. M.	66, 67	Matvieieva N.	90	Vasheka O. V.	73
Fait V. I.	25, 26, 53	Melentyeva K. V.	82	Vasilchenko M. S.	64
Fedorova V. R.	53	Melnykova N. M.	83	Vasyuk V. A.	32, 56
Glushach D. V.	79	Mogilevtseva A. V.	38	Vedenicheva N. P.	84
Hayder Nabil		Mokritsky K. A.	80	Vinnikova O. I.	78, 81
Hussain Al-		Molodchenkova O. O.	51	Vitsenya T. I.	65
Hamadeni	42	Mulyukina N.	88	Voitovych O. M.	87
Hedzur T. I.	45	Myasoyedov V. V.	92	Voytenko L. V.	32, 56
Horievova E. I.	46	Naguliak O. I.	53	Yakuba I. P.	86
Horiunova I. I.	47	Nifantova S. M.	69	Yastreb T. O.	46, 55
Hryhorchuk I.D.	48	Nikolaichuk V. I.	45	Yemets A. I.	47, 71, 72, 82
Hrytsak L. R.	66	Nyschenko L.	71	Yukhno Yu. Yu.	42
Hrytsak V. Yu.	66	Ovcharenko O. O.	69	Yusypiva T.	54
Hubich O. Yu.	26, 53	Panteleymin M. I.	67	Zaitseva I. O.	34
Isayenkov S.	71	Papina O.	88	Zhmurko V. V.	21, 33, 42
Iutynska G. A.	82	Paschenko U.	52, 94	Zubrich O. I.	35
Ivchenko T. I.	65	Pastukhova N. L.	92		
Kalinichenko S. V.	82				

ДЛЯ ПОДАТКІВ // FOR NOTES

ДЛЯ КОТІВКІВ // FOR NOTES

Наукове видання

**СУЧАСНА БІОЛОГІЯ РОСЛИН: ТЕОРЕТИЧНІ ТА
ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ:**

Тези доповідей IV Міжнародної наукової конференції
(09–10 жовтня, 2018 р., м. Харків, Україна)

Відповідальний за випуск *Ю. Ю. Юхно*

Комп'ютерне макетування *Ю. Ю. Юхно*

Макет обкладинки *І. М. Дончик*

Підписано до друку 20.09.2018 Формат 60x84, 1/8.
Папір офсетний. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 9,2. Обл. друк. арк. 11,6. Наклад 100 прим.

Видавництво та виготовлення

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, пл. Свободи, 4
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №3367 від 13.01.2009 р.