

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

V МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

СУЧАСНА БІОЛОГІЯ РОСЛИН : ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ

присвячена 130-річчю
кафедри фізіології і біохімії рослин та
мікроорганізмів Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна

12–13 лютого, 2020 р., м. Харків (Україна)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Харків — 2020

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08
С 32

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського
національного університету імені В. Н. Каразіна
(Протокол № 6 від 30 березня 2020 року)*

*Реєстраційне посвідчення УкрІНТЕІ МОН
№796 від 18 грудня 2019 року*

Науковий комітет :

*Блюм Я. Б. Акад. НАНУ — Київ
Моргун В. В. Акад. НАНУ — Київ
Стельмах А. Ф. Акад. НААНУ — Одеса
Стасик О. О. Член-кор. НАНУ — Київ
Жмурко В. В. Д.б.н. проф. — Харків
Жук О. І. Д.б.н. — Київ
Кірізій Д. А. Д.б.н. проф. — Київ
Косаківська І. В. Д.б.н. проф. — Київ
Прядкіна Г. О. Д.б.н. — Київ*

Організаційний комітет :

*Голова, проф. Жмурко В. В., д.б.н., декан біологічного факультету
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна; заст. голови
доц. Авксентьева О. О.; доц. Тимошенко В. Ф., доц. Віннікова О. І., проф.
Колупаєв Ю. Є., доц. Попов. В. М., доц. Калініченко С. В., доц. Щоголев А. С.*

Секретаріат Оргкомітету :

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

Відповідальний секретар : ст. викладач Юхно Ю. Ю.

*Адреса : 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, присвячена 130-річчю кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. — Тези доповідей V Міжнародної наукової конференції (12-13 лютого, 2020 р., м. Харків, Україна). — Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2020. — 96 с.
ISBN 978-966-285-628-6

Збірник містить матеріали доповідей, представлених на V 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 978-966-285-628-6

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2020

© Дончик І. М., макет обкладинки, 2020

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

5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

MODERN PLANT BIOLOGY : THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS

dedicated to the 130th anniversary of the
Department of Plant and Microorganisms'
Physiology and Biochemistry of
V. N. Karazin Kharkiv National University

Kharkiv (Ukraine), February 12–13, 2020

ABSTRACT BOOK

UCC 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

M32

*Printed by order of the Scientific Council
of V. N. Karazin Kharkiv National University
(Protocol № 6 of March 30, 2020)*

*Registration certificate of UkrISTEI of the Ministry of Education and Science
№ 796 of December 18, 2019*

Scientific committee :

*Blume Y. B. Academician of NASU — Kyiv
Morgun V. V. Academician of NASU — Kyiv
Stelmakh A. F. Academician of NAASU — Odesa
Stasik O. O. Corresp. Member of NASU — Kyiv
Zhmurko V. V. Dr. Prof. — Kharkiv
Zhuk O. I. Dr. — Kyiv
Kiriziy D. A. Dr. Prof. — Kyiv
Kosakivska I. V. Dr. Prof. — Kyiv
Priadkina G. O. Dr — Kyiv*

Organizing Committee :

Chief – Dr., Prof. Zhmurko V. V, Head of School of Biology of V. N. Karazin Kharkiv National University; co-chief PhD, docent Avksentyeva O. O.; docent Timoshenko V. F., docent Vinnikova O. I., Dr. Prof. Kolupaev Yu. E., docent Popov V. M., docent Kalinichenko S. V., docent Schogolev A. S.

Secretariat of Organizing Committee:

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

Executive secretary : senior lecturer *Yukhno Yu. Yu.*

*Address : 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, dedicated to the 130th anniversary of the Department of Plant and Microorganisms' Physiology and Biochemistry of Kharkiv National University – Abstract Book of 5th International Scientific Conference (Kharkiv, Ukraine, February 12-13, 2020). – Kharkiv, 2020. – 96 p.

ISBN 978-966-285-628-6

Abstract Book of thesis presented at the 5th 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 978-966-285-628-6

© V. N. Karazin Kharkiv National University, 2020

© Donchyk I. M. cover model, 2020

ЩАНОВНІ КОЛЕГИ!

Сучасна біологічна наука представлена настільки різноманітними галузями і напрямками досліджень, що важко виокремити з них провідну. Тим не менше, серед цих галузей чільне місце належить біології рослин. Це повною мірою закономірно, бо рослинний організм являє собою унікальний прояв живого на планеті Земля. Адже він єдиний серед усіх організмів, який здатен «приборкати» енергію Космосу, трансформувати її у речовину та енергію Біосфери. Рослина «будує» саму себе, годуючи все живе на планеті, забезпечуючи, без перебільшення, добробут людства.

Нині біологія рослин об'єднує у собі фітофізіологію, генетику, молекулярну біологію та інші науки, спрямовані на з'ясування закономірностей функціонування рослинного організму на всіх рівнях його організації. Саме така взаємодія цих наук дозволила розкрити вагомі суттєві механізми функціонування рослини, які істотно поглибили існуючі уявлення про закономірності перебігу процесів її життєдіяльності.

Результати фундаментальних досліджень у галузі біології рослин мають надзвичайно важливе прикладне значення, адже вони істотно розширюють можливості створення нових генотипів рослин з унікальними властивостями, здатними до формування високих урожаїв з підвищеною якістю у надзвичайно мінливих умовах довкілля, що є особливо вагомим за глобальних змін клімату.

У числі наук, що складають біологію рослин вагому роль грає фітофізіологія. Розвиток цієї науки нерозривно пов'язаний з науковими школами кафедр фізіології рослин класичних університетів.

Серед них чільне місце займає кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, заснована академіком В. І. Палладіним 1887 року. За 130-річний період на кафедрі проведені дослідження закономірностей метаболізму нуклеїнових кислот, білкового синтезу, функціонування фотосинтетичного апарату, стійкості рослин до абіотичних чинників довкілля, взаємодії рослина-мікроорганізм, фітохромної регуляції та фотоперіодичного і яровизаційного контролю розвитку рослин. Виявлена роль генетичних систем потреби у яровизації (*VRN*) і фотоперіодичної чутливості (*PPD* і *EE*) у детермінації фізіолого-біохімічних процесів, задіяних у регуляції темпів росту і розвитку рослин та біологічної азотфіксації. З'ясована роль цих генетичних систем у регуляції морфогенезу рослин у культурі *in vitro*.

Неодмінною умовою подальшого розвитку біології рослин є творча взаємодія між фахівцями різних напрямів її дослідження. Запорукою такої взаємодії, зокрема, є спілкування, обмін думками, результатами досліджень у формі наукових конференцій чи інших зібрань. Саме з цією метою кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна запросила колег до участі у інтернет конференції, присвяченій 130-річчю від дня її заснування.

У збірці матеріалів конференції представлені результати досліджень з багатьох напрямів біології рослин, що охоплюють вагомі аспекти життєдіяльності рослин на різних рівнях їх організації.

Науковий комітет конференції

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

ОНТОГЕНЕЗ, РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН – МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ

ВПЛИВ ЧЕРВОНОГО СВІТЛА НА МОРФОГЕНЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ ЕТИОЛЬОВАНИХ ПРОРОСТКІВ ДОВГОДЕННОЇ РОСЛИНИ *PISUM SATIVUM* L.

Батусєва Є. Д., Авксентьєва О. О. 14

ВОДНЫЙ РЕЖИМ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HOSTA* TRATT. В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Давлетбаева С. Ф., Реут А. А. 16

ВИЯВЛЕННЯ ПІГМЕНТІВ У ХВОЇ *PICEA ABIES* (L.) H.KARST НА ТЕРИТОРІЇ ДЕНДРОПАРКУ ХНДПУ ІМЕНІ Г.С СКОВОРОДИ

Майорова О. Р., Твердохліб О.В. 18

ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВМІСТ БІЛКУ У ЛИСТКАХ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЙ СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

Рєєвська І. М., Жмурко В. В. 19

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЛІНІЙ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЮ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТИПУ РОЗВИТКУ

Стельмах А.Ф., Рибалка О.І. 20

АССИМИЛЯЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ ИЗОГЕННЫХ ПО ГЕНАМ *E* ЛИНИЙ СОИ В РАЗНЫХ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Юхно Ю. Ю. 22

ФОТОПЕРІОДИЧНА ІНДУКЦІЯ ЯК ФАКТОР РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

АлХамаденіХайдер Набіл Хуссейн, Жмурко В. В. 26

ФОТОПЕРИОД ИЛИ ЯРОВИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЯЮТ ТЕМПЫ РАЗВИТИЯ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)?

Жмурко В. В. 27

СЕКЦІЯ 2

МОЛЕКУЛЯРНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ НА ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ ТА МОРФОГЕНЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *PPD* ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Зубрич О. І. 28

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМІКУ НАРОСТАННЯ ЛИСТКОВОЇ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РІПАКУ ОЗИМОГО

Махаринська Н. М. 29

ВПЛИВ ГЕТЕРОЛОГІЧНИХ ЛЕКТИНІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЛЮЦЕРНИ

Михалків Л. М. 31

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДЕЕПОКСИДАЦІЇ ВІОЛАКСАНТИНОВОГО ЦИКЛУ В ПЕРІОД НАЛИВУ ЗЕРНА РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У СОРТІВ З РІЗНОЮ ШВИДКІСТЮ СТАРІННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ

Прядкіна Г. О., Хархота М. А., Міхно А. І., Поліщук Г. І. 32

ДИНАМІКА ВМІСТУ ВОДОРОЗЧИННИХ ВУГЛЕВОДІВ В СЕГМЕНТАХ СТЕБЛА РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВПРОДОВЖ РЕПРОДУКТИВНОГО РОЗВИТКУ	
<i>Тарасюк М. В., Зборівська О. В., Стасик О. О.</i>	34
ВПЛИВ ТЕРМІНУ ОПРОМІНЕННЯ ЧЕРВОНИМ СВІТЛОМ НА ВМІСТ НІТРАТІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>E</i> ЛІНІЙ СОЇ	
<i>Тимошенко В. Ф.</i>	36
ЗВ'ЯЗОК МІЖ НІТРАТНИМ ТА ФОСФАТНИМ ЖИВЛЕННЯМ У ДЕЯКИХ ПРІСНОВОДНИХ І СОЛОНОВОДНИХ ВОДОРОСТЕЙ.	
<i>Комариста В. П.</i>	39
ЖИРНІ КИСЛОТИ В ЗЕРНІ ДЕЯКИХ ВИДІВ ТЕТРАПЛОЇДНОЇ ПШЕНИЦІ	
<i>Реліна Л. І., Супрун О. Г., Вечерська Л. А., Богуславський Р. Л.</i>	41

СЕКЦІЯ 3

МЕХАНІЗМИ АДАПТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РОСЛИН

ВПЛИВ N-ГЕКСАНОЇЛ-L-ГОМОСЕРИНЛАКТОНА НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ <i>TRITICUM AESTIVUM</i> ЗА УМОВ МОДЕЛЬОВАНОГО КИСЛОТНОГО ДОЩУ	
<i>Бабенко Л. М., Романенко К. О., Щербатюк М. М., Косаківська І. В.</i>	42
ПОСУХОСТІЙКІСТЬ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ НУТУ ЗА ДІЇ ПЕГ-6000	
<i>Борисенко А. О., Вус Н. О., Василенко А. О., Шевченко Л. М.</i>	44
ВПЛИВ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА СТРЕСОСТІЙКІСТЬ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ЗАСОЛЕННЯ	
<i>Данко Ю. Ю., Кобилецька М. С.</i>	46
РІСТ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ ПОСУХИ	
<i>Жук О. І.</i>	47
КОНСТАНТА ШВИДКОСТІ ВОДОВІДДАЧІ ЯК ПОКАЗНИК СТІЙКОСТІ ТКАНИН ЛИСТКІВ ДО ЗНЕВОДНЕННЯ	
<i>Зайцева І. О.</i>	49
МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РІЗНИХ СОРТІВ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ДЕФІЦИТУ КУПРУМУ ТА ЗАЛІЗА	
<i>Коропецький О. Ю., Бокатенко Ю. А., Пацула О. І.</i>	51
ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА СУМІСНОЇ ДІЇ ХРОМУ І НІКЛЮ	
<i>Лисенко О. І.</i>	53
ВПЛИВ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕННЯ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ Й РІСТ ПРОРОСТКІВ <i>PORTULACA GRANDIFLORA</i> HOOK	
<i>Пристапула І. В.</i>	55
ВПЛИВ ҐРУНТОВОЇ ПОСУХИ НА ФОТОСИНТЕЗ ТА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	
<i>Соколовська-Сергієнко О. Г., Поліщук Г. І., Кедрок А. С., Кірізії Д. А., Стасик О. О.</i>	56
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ-ОДНОЗЕРНЯНКИ К БОЛЕЗНЕТЕВРОНЫМ ОРГАНИЗМАМ	
<i>Фу Хао, Жмурко В. В.</i>	58
ЗМІНИ СТАНУ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ У РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ РІЗНОЇ СТІЙКОСТІ ЗА ДІЇ ПОСУХИ ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР	
<i>Шевченко В. В., Бондаренко О. Ю.</i>	60

ОСМОТОЛЕРАНТНІСТЬ ОКРЕМИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ: ЛАБОРАТОРНИЙ СКРИНІНГ

<i>Шкоропад О. Б., Фецюх А. Б., Романюк Н. Д.</i>	62
ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ SO ₂ ТА NO ₂ НА ДИНАМІКУ ВМІСТУ ЗАГАЛЬНОГО БІЛКУ В ЛИСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ЧАГАРНИКІВ	
<i>Юсупіва Т. І.</i>	63
ДОСЛІДЖЕННЯ ХОЛОДО- ТА МОРОЗОСТІЙКОСТІ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>PPD</i> ЛІНІЙ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ	
<i>Авксентьєва О. О., Гнетко Л. В.</i>	66

СЕКЦІЯ 4

ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ»

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ *PGPR*-МІКРООРГАНІЗМАМИ НА РІСТ, РОЗВИТОК *HORDEUM VULGARE* ТА ЙОГО СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ

<i>Глушач Д. В.</i>	67
ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НА АКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОЗУ СОЯ- <i>BRADYRHIZOBIUM</i> І ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>E</i> ЛІНІЇ СОЇ. (<i>GLICINE MAX</i> (L.) MERR.)	
<i>Кисла І. С., Щоголев А. С.</i>	69
ВПЛИВ БАКТЕРІЙ З РИЗОСФЕРИ СОЇ ТА ГОРОХУ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ	
<i>Мельникова Н. М.</i>	71
ВПЛИВ ДІАЗОТРОФІВ НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЇ З РІЗНОЮ ФОТОПЕРІОДИЧНОЮ РЕАКЦІЄЮ	
<i>Міренкова Я. І., Раєвська І. М.</i>	72
ЕФЕКТИВНІСТЬ СОЄВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ПРОТРУЄННЯ НАСІННЯ ФУНГІЦИДАМИ ФЕВЕР І СТАНДАК ТОП	
<i>Омельчук С. В.</i>	73
ЕФЕКТИ ІНОКУЛЯЦІЇ НА СКЛАД ЕНДО- ТА ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>PPD</i> ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ	
<i>Раєвська І. М., Віннікова О. І.</i>	75
ЕНДО- ТА ЕКЗОМЕТАБОЛІТИ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>E</i> ЛІНІЙ СОЇ (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) ЗА УМОВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ	
<i>Раєвська І. М., Щоголев А. С.</i>	76
ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ СИБІОТИЧНОГО АПАРАТУ І ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ <i>E</i> ЛІНІЙ СОЇ (<i>GLICINE MAX</i> (L.) MERR.)	
<i>Щоголев А. С.</i>	78
MICRONUTRIENTS, WHEAT GRAIN QUALITY AND BACTERIAL ENDOPHYTES	
<i>Makar O. O., Romanyuk N. D., Patsula O. I., Terek O. I., Kavylych Y. Z., Kuźniar A., Kozlovsky V. I.</i>	79
ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ АКТИВНИМИ ШТАМАМИ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА ЙОГО МІКРОФЛОРУ	
<i>Віннікова О. І.</i>	81

СЕКЦІЯ 5

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЇ РОСЛИН

ЗАСТОСУВАННЯ АРАХІДОНОВОЇ КИСЛОТИ ЯК ЗАСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Алескєрова М. Т., Паузер О. Б., Якуба І. П. 82

АНДРОГЕНЕЗ *IN VITRO* У ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ І СПОСОБІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ, ЗАГУСНИКІВ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Білінська О. В. 83

НАСАДЖЕННЯ *GINKGO BILOBA* L. В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ (М. СУМИ)

Коваленко І. М., Клименко Г. О. 85

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ПРОДИХІВ ВИДІВ РОДУ *QUERCUS* L. РІЗНОГО БОТАНІКО-ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В КРИВОРІЗЬКОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ НАН УКРАЇНИ

Лаптева О. В. 87

ВПЛИВ ФІТОГОРМОНАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕГЕНЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОРФОГЕНЕЗУ КАЛУСНОЇ КУЛЬТУРИ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Чумакова В. В. 89

ПАПОРОТЬ *SALVINIA NATANS* (L.) ALL. – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ВОДОЙМ ВИД ЗІ ЗНАЧНИМ АДАПТАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ

Щербатюк М. М., Войтенко Л. В., Васюк В. А., Косаківська І. В. 90

СИГНАЛЬНІ МОЛЕКУЛИ СВІЖОСКОШЕНОЇ ТРАВИ ТА ЧАСНИКУ (ОЛЬФАКТОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ)

Яковенко М. Г., Россіхін В. В. 92

ПОКАЗЧИК АВТОРІВ 94

CONTENT

SECTION 1

REGULATORY MECHANISMS OF ONTOGENESIS, GROWTH AND PLANT DEVELOPMENT

THE INFLUENCE OF RED LIGHT ON THE MORPHOGENETIC PROCESSES OF ETHIOLATED SEEDLINGS OF LONG-DAY PLANT <i>PISUM SATIVUM</i> L. <i>Batuieva Y. D., Avksentieva O. O.</i>	16
WATER REGIME OF SOME MEMBERS OF THE GENUS <i>HOSTA</i> TRATT. IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN <i>Davletbaeva S. F., Reut A. A.</i>	18
DISCOVERY OF PIGMENTS IN PINE <i>PICEA ABIES</i> (L.) H. KARST IN THE TERRITORY OF HNBP DENDPARK IN THE NAME OF G. SKOVORODA <i>Mayorova O. R., Tverdokhlib O. V.</i>	19
THE EFFECT OF THE PHOTOPERIOD ON THE PRODUCTIVITY AND PROTEIN CONTENT IN LEAVES OF SOYBEAN ISOGENIC <i>E</i> LINES (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) <i>Raievska I. M., Zhmurko V. V.</i>	20
ALTERNATIVE GROWTH HABIT LINES IDENTIFICATION IN HULL-LESS BARLEY <i>Stelmakh A. F., Rybalka O. I.</i>	22
ASSIMILATION INDEXES OF SOYBEAN ISOGENIC <i>E</i> LINES IN DIFFERENT PHOTOPERIODIC CONDITIONS <i>Yukhno Yu. Yu.</i>	24
PHOTOPERIODIC INDUCTION AS A FACTOR OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTION PROCESS OF SOYBEAN CULTURAL (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) <i>Al Hamadani Hayder Nabeel, Zhmurko V. V.</i>	24
PHOTOPERIOD OR VERNALIZATION DETERMINE THE RATE OF SOFT WINTER WHEAT DEVELOPMENT (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.)? <i>Zhmurko V. V.</i>	26

SECTION 2

MOLECULAR AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES

INFLUENCE OF THE PHOTOPERIOD ON THE CARBOHYDRATE METABOLISM AND ON MORPHOGENETIC PROCESSES IN NILS ON <i>PPD</i> GENES OF SOFT WHEAT (<i>TRITICUM AESTIVUM</i> L.) <i>Zubrich O. I.</i>	29
INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON THE DYNAMICS OF CANOPY ASSIMILATORY SURFACE IN WINTER RAPE <i>Makharynska N. M.</i>	30
THE INFLUENCE OF HETEROLOGOUS LECTINS ON ALFALFA SEED GERMINATION <i>Mykhalkiv L. M.</i>	32
STUDIES OF DE-EPOXIDATION STATE OF THE <i>XANTHOPHYLL CYCLE</i> DURING GRAIN FILLING PERIOD IN PLANTS OF WINTER WHEAT VARIETIES WITH DIFFERENT PHOTOSYNTHETIC APPARATUS SENESCENCE RATE <i>Priadkina G. O., Kharkhota M. A., Mikhno A. I., Polischuk G. I.</i>	34

DYNAMICS OF THE CONTENT OF WATER-SOLUBLE CARBOHYDRATES IN STEM SEGMENTS OF WINTER WHEAT PLANT DURING REPRODUCTIVE DEVELOPMENT	
<i>Tarasiuk M. V., Zborivska O. V., Stasik O. O.</i>	36
THE INFLUENCE OF THE TERM OF IRRADIUM LIGHT ON NITRATE CONTENT IN ISOGENIC GENE BY THESE GENES	
<i>Tymoshenko V. F.</i>	37
RELATIONSHIP BETWEEN NITRATE AND PHOSPHATE ASSIMILATION IN SOME FRESHWATER AND SALTWATER ALGAE	38
<i>Komaristaya V. P.</i>	38
FATTY ACIDS IN GRAIN OF SOME TETRAPLOID WHEAT SPECIES	40
<i>Relina L. I., Suprun O. H., Vecherska L. A., Boguslavskiy R. L.</i>	40

SECTION 3

MECHANISMS OF ADAPTABILITY AND RESISTANCE OF PLANTS

EFFECTS OF N-HEXANOYL-L-HOMOSERINE LACTONE ON THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF <i>TRITICUM AESTIVUM</i> LEAF UNDER SIMULATED ACID RAIN	
<i>Babenko L. M., Romanenko K. O., Shcherbatiuk M. M., Kosakivska I. V.</i>	43
DETERMINATING DROUGHT RESISTANCE OF CHICKPEA ACCESSIONS BY SOLUTION OF PEG-6000	
<i>Borysenko A. O., Vus N. O., Vasylenko A. O., Shevchenko L. M.</i>	45
THE INFLUENCE OF SALICYLIC ACID ON THE LEVEL OF STRESS RESISTANCE OF A CORN PLANT IN CONDITION OF SALINIZATION	
<i>Danko Y., Kobyletska M.</i>	47
GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SOFT WINTER WHEAT PLANTS UNDER DROUGHT	
<i>Zhuk O. I.</i>	49
THE CONSTANT OF WATER RETURN RATE AS INDEX OF LEAF TISSUES RESISTANCE TO DEHYDRATION FACTORS	
<i>Zaitseva I. O.</i>	51
MORPHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF DIFFERENT VARIETIES OF SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF COPPER AND IRON DEFICIENCY	
<i>Koropetskiy O., Bokatenko J., Patsula O.</i>	53
THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEADS OF MAIZE HYBRIDS BY THE COMBINED ACTION OF CHROME AND NICKEL	
<i>Lysenko O. I.</i>	54
THE INFLUENCE OF CHLORIDE SALINIZATION AND HEAVY METALS ON SEED SIMILARITY AND SEEDLINGS GROWTH OF <i>PORTULACA GRANDIFLORA</i> HOOK	
<i>Prystupa I. V.</i>	56
INFLUENCE OF SOIL DROUGHT ON PHOTOSYNTHESIS AND ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN WINTER WHEAT VARIETIES	
<i>Sokolovska-Sergiienko O. G., Polishchuk G. I., Kedruk A. S., Kiriziy D. A., Stasik O. O.</i>	58
GENETIC MECHANISMS OF EINCORN WHEAT RESISTANCE TO PATHOGENIC ORGANISMS	
<i>Fu Hao, Zhmurko V. V.</i>	59
CHANGES OF THE STATE OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS IN WINTER WHEAT PLANTS OF DIFFERENT RESISTANCE UNDER DROP AND HIGH TEMPERATURES	
<i>Shevchenko V. V., Bondarenko O. Yu.</i>	61

OSMOTIC TOLERANCE OF SELECTED SPRING WHEAT VARIETIES: LABORATORY TESTING	
<i>Shkoropad O. B., Fetsiukh A. B., Romanyuk N. D.</i>	63
THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTION OF SO ₂ AND NO ₂ ON THE DYNAMICS OF TOTAL PROTEIN CONTENT IN LEAVES OF ORNAMENTAL SHRUBS	
<i>Yusypiva T. I.</i>	64
RESEARCH OF COLD AND FROST RESISTANCE IN ISOGENIC BY GENES OF WINTER SOFT WHEAT <i>PPD</i> LINES	65
<i>Avksentieva O. O., Gnetko L. V.</i>	65

SECTION 4

INTERACTIONS IN THE SYSTEM «PLANT-MICROORGANISM»

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PRE SOWING SEED TREATMENT WITH PGPR-MICROORGANISMS ON GROWTH, DEVELOPMENT OF <i>HORDEUM VULGARE</i> AND CROP'S STRUCTURE	
<i>Hlushach D. V.</i>	69
INFLUENCE OF COMPLEX BACTERIZATION ON THE ACTIVITY OF SOY- <i>BRADYRHIZOBIUM</i> SYMBIOSIS AND THE PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL PROCESSES OF SOYBEAN LINES, ISOGENIC FOR <i>E</i> GENES (<i>GLICINE MAX</i> (L.) MERR.)	
<i>Kysla I. S., Schogolev A. S.</i>	70
EFFECT OF BACTERIA FROM SOYBEAN AND PEA RHIZOSPHERE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN	
<i>Melnykova N. M.</i>	72
EFFECT OF DIAZOTROPHS ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SOYBEAN WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC REACTION.	
<i>Mirenkova Y. I., Raievska I. M.</i>	73
EFFICIENCY OF SOYBEAN-RISOBIUM SYMBIOSIS UNDER THE TREATMENT OF SEEDS BY FUNICIDES FEVER AND STANDAK TOP	
<i>Omelchuk S. V.</i>	75
EFFECTS OF INOCULATION ON THE COMPOSITION OF ENDO- AND EXOMETABOLITES IN WHEAT ISOGENIC <i>PPD</i> LINES	
<i>Raievska I. M., Vinnikova O. I.</i>	76
ENDO- AND EXOMETABOLITES PROFILING OF SOYBEANS ISOGENIC <i>E</i> LINES (<i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERR.) UNDER THE CONDITIONS OF SEEDS BACTERIZATION	
<i>Raievska I. M., Schogolev A. S.</i>	77
THE INFLUENCE OF SEEDS BACTERIZATION ON THE FORMATION OF THE SIMBIOTIC APPARATUS AND THE CARBON CONTENT IN SOYBEAN LINES ISOGENIC FOR <i>E</i> GENES (<i>GLICINE MAX</i> (L.) MERR.)	
<i>Schogolev A. S.</i>	79
MICRONUTRIENTS, WHEAT GRAIN QUALITY AND BACTERIAL ENDOPHYTES	
<i>Makar O. O., Romanyuk N. D., Patsula O. I., Terek O. I., Kavylych Y. Z., Kuźniar A., Kozlovskyy V. I.</i>	79
THE EFFECT OF THE PRE-TREATMENT WITH ACTIVE STRAINS OF SOIL MICROORGANISMS ON SEEDS GERMINATION AND MICROFLORA	
<i>Vinnikova O. I.</i>	80

SECTION 5

APPLIED ASPECTS OF PLANT BIOLOGY

APPLICATION OF ARACHIDONIC ACID FOR OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF VEGETABLE CULTURES IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN UKRAINE.

Alieskerova M. T., Pauzer O. B., Yakuba I. P...... 83

SPRING BARLEY ANDROGENESIS *IN VITRO* AT DIFFERENT REGIMES AND MODES OF PLANT MATERIAL COLD PRETREATMENT, MEDIUM GELLING AGENTS AND GROWTH REGULATORS

Bilynska O. V...... 85

PLANTATION OF *GINKGO BILOBA* L. IN THE UKRAINIAN NORTH-EAST (SUMY TOWN)

Kovalenko I. M., Klymenko G. O...... 87

PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF STOMATA OF SPECIES OF THE GENUS *QUERCUS* L. OF DIFFERENT BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL ORIGIN OF THE KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE.

Lapteva O. V...... 89

INFLUENCE OF PHYTOHORMONAL COMPOSITION OF REGENERATION MEDIUM ON EFFICIENCY OF MORPHOGENESIS OF CALLUS CULTURE OF SOFT WINTER WHEAT.

Chumakova V. V...... 90

SALVINIA NATANS (L.) ALL. AS PERSPECTIVE FERN WITH SIGNIFICANT ADAPTATION POTENTIAL FOR PHYTOREMEDIATION OF WATER BODIES

Shcherbatiuk M. M., Voytenko L. V., Vasyuk V. A., Kosakivska I. V...... 92

SIGNAL MOLECULES OF FRESHLY CUT GRASS AND GARLIC (OLFACTOLOGICAL ASPECTS).

Yakovenko M. G., Rossikhin V. V...... 93

INDEX OF AUTHORS..... 94

Секція 1 / Section 1

ОНТОГЕНЕЗ, РІСТ, РОЗВИТОК РОСЛИН – МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ

REGULATORY MECHANISMS OF ONTOGENESIS, GROWTH AND PLANT DEVELOPMENT

ВПЛИВ ЧЕРВОНОГО СВІТЛА НА МОРФОГЕНЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ ЕТИОЛЬОВАНИХ ПРОРОСТКІВ ДОВГОДЕННОЇ РОСЛИНИ *PISUM SATIVUM* L.

Батуєва Є. Д., Авксентьєва О. О.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: batuyeva96@gmail.com

Світло – найважливіший фактор, який регулює процеси росту і розвитку рослин та виконує функцію координації морфогенетичних процесів (Кулаєва, 2001). Найбільш істотне інформаційне навантаження несе червона частина спектру (з довжиною хвилі 650-680 нм), яка сприймається фітохромною системою - широко розповсюдженим сімейством рецепторів червоного (ЧС; 660 нм) та дальнього червоного світла (ДЧС; 730 нм), що відіграють провідну роль у реалізації світлового сигналу докільня через регуляцію фізіолого-біохімічних і морфогенетичних процесів (Фрайкин и др., 2013). За участю фітохромів здійснюється регуляція росту і розвитку рослин, їх морфогенезу, активності деяких ферментів, синтезу хлорофілу, інтенсивності фотосинтезу, накопичення і розподілу асимілятів (Головацкая, 2016). Відомо, що опромінення червоним світлом (ЧС), яке сприймається фітохромною системою, призводить до швидких морфологічних змін в рості етильованих проростків: гальмується ріст стебла у довжину, стебло потовщується, розпрямляється гачок на гіпокотилі дводольних, починається ріст та розгортання листків тощо (Кулаєва, 2001). На даний момент досліджені фізично-хімічні властивості фітохромів (Essenetal., 2008), основні генетичні аспекти їх синтезу (Rockwell & Lagarias, 2010) та сигнальні механізми впливу даних рецепторів на морфогенетичні процеси (Nathanetal., 2006), але ще недостатньо вивчений вплив активації фітохромів на морфогенетичні реакції рослин різних фотоперіодичних груп. Також слід зазначити, що отримані дані стосуються в основному модельної факультативно довгоденної рослини *Arabidopsis thaliana*, що не може свідчити про об'єктивність цих даних для рослин інших фотоперіодичних груп. Так в деяких дослідженнях було визначено, що вплив червоної області спектра на формування врожаю рослин різних видів є неоднаковим. Тривале вирощування огірка і редиски при ЧС через 20-30 діб вегетації призводило до загибелі цих культур. Однак ценози пшениці,

томатів, кукурудзи були здатні не тільки підтримувати структурну і функціональну активність фотосинтетичного апарату, а й давати господарсько-корисний урожай у цих умовах (Тихомиров и др., 1987). Тому представляється важливим дослідження впливу ЧС на розвиток рослин, що належать до різних систематичних та фотоперіодичних груп.

Отже, метою нашої роботи було з'ясувати вплив опромінення червоним світлом (ЧС) на ростові реакції та морфогенетичні процеси етиольованих проростків довгоденної рослини гороху посівного (*Pisum sativum*) сорту Меценат. Дослідження проводили за наступною схемою. Стерилізоване насіння гороху сорту Меценат пророщували у чашках Петрі протягом 5 діб при 26°C у темряві на зволоженому фільтрувальному папері. Після цього проростки опромінювали ЧС (660 нм) по 30 хвилин протягом 4 діб за допомогою світлодіодної матриці Коробова. На 10-ту добу експериментів аналізували загальну довжину проростків, довжину їх надземної та підземної частин, кількість вузлів гіпокотилія та особливості морфогенезу кореневої системи досліджуваних рослин – довжину та кількість бокових коренів. Також в наших дослідженнях проводили окремі експерименти з вивчення впливу опромінювання ЧС на формування ризодерми (волосконосного шару) коренів. Для цього, дослідні рослини пророщували протягом доби при 26°C в темряві, після чого опромінювали їх протягом 3 діб по 30 хвилин на добу і на 5-ту добу проводили мікроскопічні дослідження - визначали площу ризодерми та довжину кореневих волосків за допомогою світлового мікроскопа МІКРОМЕД.

Результати дослідів показали, що опромінення ЧС (660 нм) проростків довгоденної рослини гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сорту Меценат призводило до гальмування ростової реакції рослин. Загальна довжина дослідних проростків становила 75 % в порівнянні з контролем, довжина надземної частини – 89 %, довжина коренів – 49 %. Кількість вузлів на гіпокотилі дослідних рослин у відповідь на опромінення ЧС зменшувалась на 14 %, спостерігалось явище розпрямлення «гіпокотильного гачка» у 96 % дослідних проростків. Отже, в ході експериментів показано, що найбільш чутливою до дії ЧС у етиольованих проростків гороху є саме коренева система.

Окремі літературні дані свідчать, що вплив ЧС на морфогенетичні процеси у надземній та підземній частинах рослин різниться. Показано, що ЧС пригнічує подовження кореня у етильованих проростків *Arabidopsis thaliana*, і саме фітохроми регулюють довжину коренів та їх кривизну (Corell & Kiss, 2005).

За результатами наших дослідів встановлено, що ЧС впливає на морфогенетичні реакції кореневої системи (ризогенез) – інгібує ріст головного кореня та активно стимулює розвиток бокових коренів, тобто стимулює процес розгалуження кореневої системи. У дослідних рослин в порівнянні з контрольними довжина головного кореня становила 34 %, в той же час кількість бокових коренів становила 154%, а їх довжина – 164 %. Наявність добре розвинутої кореневої системи є необхідною умовою повноцінного використання рослиною ресурсів ґрунту. Отже, опромінення ЧС для етиольованих проростків гороху є сигналом для стимулювання процесів активного ризогенезу – розгалуження кореневої системи проростка для закріплення у ґрунті та повноцінного використання всіх необхідних компонентів ґрунтового середовища. В досліді з вивчення впливу ЧС на процес формування ризодерми було показано, що опромінення інгібує цей процес: площа зони ризодерми у дослідних проростків знижується на 50 %, довжина кореневих волосків – на 24 % порівняно до контролю. Однак, оскільки загальна кількість бокових коренів зростає, то зниження поверхні всмоктування на окремому корені компенсується за рахунок збільшення формування таких зон на додатково сформованих бокових коренях.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що опромінювання ЧС (660 нм) етиольованих проростків довгоденної рослини гороху посівного призводить до інгібування ростових процесів надземної частини і головного кореня та інтенсивного ризогенезу – стимулювання розвитку системи бокових коренів на

ранніх етапах онтогенезу рослин. Отже, морфогенетичні реакції етиольованих проростків рослин *Pisum sativum* L. Сорту Меценат знаходяться під контролем фітохромної системи та відрізняються в різних органах проростка.

THE INFLUENCE OF RED LIGHT ON THE MORPHOGENETIC PROCESSES OF ETHIOLATED SEEDLINGS OF LONG-DAY PLANT *PISUM SATIVUM* L.

Batuieva Y. D., Avksentieva O. O.

The results of a study on the effect of red light irradiation - RL (660 nm) on the growth reaction and morphogenesis of the root system in a long-day plant of pea of the sort Maecenat is presented in the work. During the experiments, it was found that irradiation of RL (660 nm) inhibits growth processes - the total length of the seedling, the length of the overground part, the main root, the length of root hair decrease, the area of the rhizodermzone falls. However, the process of rhizogenesis - the appearance and growth of lateral roots, is actively stimulated. The role of organ-specific phytochrome control of morphogenetic processes in various parts of etiolated seedlings of a long-day plant pea plant is discussed.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HOSTA* TRATT. В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Давлетбаева С. Ф., Реут А. А.

Южно-Уральский ботанический сад-институт - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Менделеева, 195/3, Уфа, 450080, Россия
e-mail: cvetok.79@mail.ru

Процесс адаптации (акклиматизации) растений к определенным условиям сопровождается активным приспособлением организма к непривычным для него условиям (Гусев, 1960). Среди физиологических показателей приспособленности растений к данным местным условиям одно из важных мест занимает водный режим растений, включающий в себя ряд параметров. Их одновременный учет и изучение в конкретных условиях позволяют дать оценку адаптационным возможностям (потенциалу) и засухоустойчивости растений (Миронова и др., 2010).

Целью настоящего исследования являлось изучение и сравнительный анализ некоторых особенностей водного режима представителей рода *Hosta* Tratt.

Исследования проводились на базе лаборатории интродукции и селекции цветочных растений Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. Объектами исследований было 4 вида (*H. clausa* var. *normalis* (Koidzumi) Nakai, *H. fluctuans* F. Maekawa, *H. minor* (J. Baker) Nakai, *H. ventricosa* Stearn) и 27 сортов ('Aureomarginata', 'Antioch', 'Blue Angel', 'Blue Cudet', 'Bressingham Blue', 'Brim Cup', 'Christmass Tree', 'Elata', 'Fortunei Albomarginata', 'Fortunei Albopicta', 'Fortunei Hyachintina', 'Francee', 'Gold Standard', 'Golden Tiara', 'Gypsy Rose', 'Halcyon', 'Honeybells', 'Invincible', 'Ivory Coast', 'June Fever', 'Lakeside Cha-Cha', 'Lancifolia', 'Love Pat', 'Sieboldiana', 'Stained Glass', 'Striptease', 'Undulata').

Оценка водного режима проводилась методом искусственного завядания в соответствии с указаниями В.Н. Таренкова, З.Г. Таренковой (1985), В.Н. Таренкова, Л.Н. Ивановой (1990). Оценивались водоудерживающая способность, общая оводненность, суточная потеря воды листьями. Водный дефицит и сопутствующие показатели

(относительная тургесцентность) оценивали методом насыщения растительных образцов (Гусев, 1966).

В результате проведенного исследования установлено, что общая оводненность исследованных таксонов колебалась от 63,6 до 88,9% при среднем значении признака 78,4% в июле и от 58,3% до 94,7% при среднем значении признака 79,4% в августе. По показателям общей оводненности в июле большинство исследованных таксонов (20 шт.) можно отнести к группе со средней степенью устойчивости, а 11 таксонов – к группе с высокой устойчивостью. По данным, полученным в августе, 17 таксонов отнесены к группе со средней степенью устойчивости, 13 – с высокой устойчивостью и один ('Lakeside Cha-Cha') – с низкой.

Наряду с общей оводненностью определяли не менее важный показатель – вододерживающую способность. При анализе полученных данных установлено, что вододерживающая способность в июле колебалась в пределах 47,2-73,7% при среднем значении признака 61,7%; в августе – 7,7-62,9% при среднем значении признака 43,8%.

По данным июля отмечено, что десять таксонов отличались наиболее высокими показателями вододерживающей способности (61,9-73,7%) и высокой степенью оводненности (80,3-88,9%). У восьми таксонов ('Fortunei Albomarginata', 'Francee', 'Honeybells', 'Invincible', 'Ivory Coast', 'Lancifolia', 'Love Pat', *H. fluctuans*) выявлена высокая вододерживающая способность (62,8-70,9%) при средних показателях общей оводненности 74,6-79,2%. У 12 таксонов ('Blue Angel', 'Bressingham Blue', 'Christmass Tree', 'Fortunei Albopicta', 'Golden Tiara', 'Gypsy Rose', 'Lakeside Cha-Cha', 'Stained Glass', 'Striptease', 'Undulata', *H. clausa* var. *normalis*) отмечены средние показатели вододерживающей способности (47,2-59,2%) и общей оводненности (63,6-79,8%). Только у одного сорта 'Antioch' выявлены средние показатели вододерживающей способности (59,2%) при высокой степени общей оводненности (80,8%).

По данным августа выявлено, что только у одного сорта 'June Fever' отмечены высокие показатели вододерживающей способности (62,9%) и общей оводненности (83,3%). Примерно у половины изученных сортов данные показатели имели средние значения (34,1-55,8% и 74,7-79,8% соответственно). У 11 сортов установлены средние показатели вододерживающей способности (34,0-55,9%) при высокой степени оводненности (80,3-94,7%). У сорта 'Golden Tiara' и подвида *H. clausa* var. *normalis* выявлена низкая степень вододерживающей способности 7,5 и 24,7% соответственно при высокой (80,3%) и средней (77,6%) степени общей оводненности. У сорта 'Lakeside Cha-Cha' отмечалась средняя степень вододерживающей способности (38,3%) при низкой оводненности (58,3%). Также установлено, что к августу показатель общей оводненности у большинства изученных таксонов (21 шт.) меняется незначительно, у семи таксонов ('Blue Angel', 'Bressingham Blue', 'Fortunei Albopicta', 'Francee', 'Invincible', 'Striptease', *H. minor*) наблюдается увеличение показателя на 5,0-21,8% и у трех ('Fortunei Hyachintina', 'Halcyon', 'Lakeside Cha-Cha') – уменьшение на 5,2–26,5%. Показатели вододерживающей способности уменьшаются на 9,2–87,2%.

Водный дефицит является достоверным показателем степени неполного насыщения листьев. Изученные таксоны характеризуются низкими показателями водного дефицита: от 0,2 ('Fortunei Hyachintina') до 7,1 (*H. clausa* var. *normalis*). Выявлено, что чем ниже водный дефицит, тем выше вододерживающая способность листьев.

Таким образом, все изученные таксоны обладают довольно высокой степенью засухоустойчивости за счет хорошей оводненности клеток и тканей. На основе выше охарактеризованных особенностей водного режима листьев некоторых представителей рода *Hosta* можно заключить, что все исследованные культивары приспособлены к засушливым периодам в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

WATER REGIME OF SOME MEMBERS OF THE GENUS HOSTA TRATT. IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Davletbaeva S. F., Reut A. A.

The article presents the results of a study of the parameters of the water regime introduced in the conditions of the Southern Ural of some representatives of the genus *Hosta* Tratt.

ВИЯВЛЕННЯ ПІГМЕНТІВ У ХВОЇ *PICEA ABIES* (L.) H.KARST НА ТЕРИТОРІЇ ДЕНДРОПАРКУ ХНДПУ ІМЕНІ Г.С СКОВОРОДИ

Майорова О. Р., Твердохліб О. В.

Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди, каф. ботаніки,
вул. Валентинівська 2, м. Харків – 61000, Україна
e-mail: olyamayorova1999@gmail.com

Оптимальне функціонування асиміляційного апарату, говорить про успішність адаптації до навколишнього середовища. Показниками адаптації являється вміст фотосинтетичних пігментів, так як фотосинтез є головним джерелом надходження органічних речовин і енергії необхідної для життєдіяльності рослинного організму. Пігменти задіяні у фотосинтетичному перетворенні сонячної енергії на енергію хімічних зв'язків поглинаючи кванти світла передають енергію до молекул хлорофілу реакційного центру, де відбувається збудження електрона та його перехід до первинного акцептора (Мокроносів та ін., 2006). Хлорофіли й каротиноїди судинних спорових і покритонасінних рослин пов'язані з білковими комплексами у складі фотосинтетичних мембран і локалізовані головним чином на мембранах тилакоїдів гран та в міnorних кількостях на зовнішніх і внутрішніх мембранах хлоропластів (Смоликова, та ін., 2015).

Хлорофіл *a* є головним пігментом у процесі фотосинтезу, тоді як хлорофіл *b* виконує допоміжну функцію, спрямовану на підвищення світлозбиральної здатності пігментного комплексу в короткохвильовій ділянці червоного світла (Киризи та ін., 2014). Головними функціями каротиноїдів є світлозбиральна, антиоксидантна, фотопротекторна та структурна (Недуга, 2014).

Ефективність пігментного комплексу визначається відповідністю його структурно-функціональних характеристик кліматичним та екологічним умовам, насамперед режиму освітлення. Тіньлюбні рослини характеризуються вищим вмістом хлорофілів, зокрема хлорофілу *b* (Мокроносів та ін., 2006). В умовах високої інсоляції вміст каротиноїдів, які захищають фотосинтетичний апарат від фотоінгібування, зростає (Pogson et. al 2005).

Метою нашої роботи було визначення наявності фотосинтетичних пігментів у хвої Ялини європейської (*Picea abies* (L.) H. Karst) яка росте на території дендропарку ХДПУ імені Г.С. Сковороди.

Виділення хлорофілу проводили загальноприйнятою методикою. Хвоїнки брали з пагонів першого-третього років. Довжина хвоїнок варіювала в межах 2,5-4,4 см. Наявність пігментів в ацетоновій витяжці хвої визначали на спектрофотометрі LabAnalyt SP-V1000. Повторність дослідів трикратна.

Результати нашого дослідження показали наявність хлорофілу *a* з довжиною хвилі 670 нм, 680 нм, 700 нм, 435 нм, хлорофілу *b* – 650 нм, 480 нм, каротиноїди – 425 нм, 450 нм, 480 нм, лютеїн – 425 нм, 445 нм, 450 нм, віолаксантин – 475 нм.

Накопичення каротиноїдів у хвої в зимові місяці спостерігали також у кедра сибірського *Pinus sibirica* Du Tour (Зотикова та ін., 2001) причому було виявлено, що

основний компонент каротиноїдного комплексу був лютеїн, вміст якого збільшувалася до зимових місяців, і приблизно в 3-4 рази був вище, ніж β -каротину.

Метою нашої подальшої роботи являється порівняння фотосинтетичних пігментів хвої *Picea abies* (L.) H. Karst у весняний, літній та осінні періоди росту рослин.

DISCOVERY OF PIGMENTS IN PINE *PICEA ABIES* (L.) H. KARST IN THE TERRITORY OF HNBP DENDPARK IN THE NAME OF G. SKOVORODA.

Mayorova O. R., Tverdokhlib O. V.

The pigment composition of *Picea abies* (L.) H. Karst needles extract was studied. Detected chlorophyll *a* with a wavelength of 670 nm, 680 nm, 700 nm, 435 nm, chlorophyll *b* – 650 nm, 480 nm, carotenoids – 425 nm, 450 nm, 480 nm, lutein – 425 nm, 445 nm, 450 nm, violaxanthin – 475 nm. Our results are confirmed by the literature data on the increased amount of violaxanthin in winter. Further work is to detect photosynthetic pigments at different times of the year.

ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВМІСТ БІЛКУ У ЛИСТКАХ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЙ СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

Раєвська І. М., Жмурко В. В.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: raevskaya82@gmail.com

На швидкість перебігу вегетативної фази онтогенезу (сходи-цвітіння) та перехід до генеративної фази найбільший вплив чинить тривалість фотоперіоду (Цыбулько, 1998, Волкова, 2017). Сою культурну (*Glycine max* (L.) Merr.) відносять до рослин короткого дня. На сьогодні у сої культурної ідентифіковані 10 генів, що контролюють час переходу рослин до цвітіння та дозрівання (Волкова, 2017). При цьому показано, що домінантні алелі контролюють тривалість фотоперіоду і сприймають неіндуктивний довгий день (Cober et al., 2014). Нечутливість, або слабка чутливість до тривалості фотоперіоду обумовлена рецесивними алелями (Волкова, 2017).

Метою наших досліджень було визначення впливу різної тривалості фотоперіоду на формування елементів структури врожаю та вміст загального білку у листках ізогенних за генами *E* ліній сої з різною фотоперіодичною реакцією.

Об'єктом досліджень були лінії сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Clark, ізогенні за *E*-генами, надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України. У роботі використали короткоденну лінію з генотипом – *e1E2E3e4e5E7*, та фотоперіодично нейтральну лінію – *e1e2E3E4E5E7*.

Польові досліді проводили на дослідних ділянках кафедри фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна протягом вегетаційного періоду у 2019 році. Рослини вирощували на ділянках 1 м² у трьохкратній повторності для кожного варіанту досліді. До фази третього справжнього листка рослини вирощували на природному довгому дні (16 годин), потім половину рослин піддавали впливу короткого дня (9 годин), шляхом накривання світлонепроникним матеріалом з 17 до 9 години. Вплив коротким фотоперіодом проводили протягом 21 доби. У роботі визначали дати сходів, цвітіння. Показниками продукційного процесу були висота рослин, кількість бобів, кількість та маса зерен з

рослини та маса 1000 зерен. Визначення загального білку проводили за методом Лоурі у модифікації Міллера.

Результати дослідження показали, що за умов природного довгого дня спостерігалася різниця між ізогенними лініями у тривалості фази сходи-цвітіння. Так, лінія *e1E2E3e4e5E7* виявилася більш чутливою до тривалості дня і перехід у фазу цвітіння відбувався на 21 день пізніше, ніж за умов впливу коротким днем. Лінія *e1e2E3E4E5E7* проявляла меншу чутливість до тривалості дня і зацвітала на 9 днів пізніше на довгому дні, ніж на короткому. За умов природного довгого дня короткоденна та фотоперіодично нейтральна лінії формували більшу біомасу в середньому на 65 та 59 % відповідно. Аналіз результатів структури врожаю показав, що короткоденна лінія характеризувалася більшими показниками кількості та маси зерен з рослини на короткому дні, а фотоперіодично нейтральна на природному довгому дні. Вірогідно, що більш висока індивідуальна продуктивність у короткоденної лінії на короткому дні пов'язана з більш сприятливими умовами для її формування. Показник маси 1000 зерен був вищий на короткому дні у рослин обох досліджуваних ліній. Вміст білку у листках рослин сої короткоденної та фотоперіодично нейтральної ліній був вищий за умов впливу природного довгого дня.

Таким чином, тривалість фотоперіоду по різному впливала на продуктивність рослин та вміст білку у листках рослин сої з різною фотоперіодичною реакцією.

THE EFFECT OF THE PHOTOPERIOD ON THE PRODUCTIVITY AND PROTEIN CONTENT IN LEAVES OF SOYBEAN ISOGENIC *E* LINES (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

Raievska I. M., Zhmurko V. V.

Soybean yield and protein content in leaves of soybean isogenic *E* lines (*Glycine max* (L.) Merr., cv. Clark) were investigated under short 9-h day-length and natural long day. It was established that the duration of the photoperiod affects the duration of the seedling-flowering phase. Moreover, it has been shown that under natural long day conditions, plants have high yield structure indicators. Furthermore, it was found that under conditions of a natural long day, the protein content in the leaves of short-day and photoperiodically neutral soybean lines was higher than under a short day conditions.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЛІНІЙ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЮ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТИПУ РОЗВИТКУ

¹Стельмах А. Ф., ^{1,2}Рибалка О. І.

¹Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення НААНУ, Овідіопольська дорога 3, м. Одеса – 65036, Україна;

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук,
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ – 03022, Україна
e-mail: stegen@ukr.net; alexander.fisher@ukr.net

Завдяки численним лабораторним і клінічним дослідженням ячменю, як харчової культури, початок XXI століття співпадає з початком відродження ячменю як цінної харчової культури з функціональним статусом. Цілком обґрунтовано сьогодні авторитетні світові видання у харчовій галузі називають ячмінь «the healthiest food in the world» (найздоровіша їжа у світі).

У зв'язку зі зростанням значення культури ячменю як функціонального харчового продукту почалося відродження давно забутого голозерного ячменю, у якого зернова

плівка відокремлюється при обмолоті, і урожай якого становить чисте, без баластної плівки зерно, на кшталт культурної пшениці. Чисте, без баласту зерно – це перша і головна перевага голозерного ячменю над плівчастим. Вихід крупи при помелі зерна голозерного ячменю становить 90-95% у порівнянні з плівчастим – 55-60%. Крупа голозерного ячменю містить всі цінні у харчовому відношенні компоненти зерна – оболонку зерна, алейроновий шар і зародок, де головню зосереджені всі найцінніші біоактивні фітохімічні сполуки зерна, вітаміни і мінерали. Тоді як при виготовленні харчових круп із плівчастого ячменю важливі нутрієнти зерна видаляються разом із зерновою плівкою. Як крупа, так і борошно голозерного ячменю зберігає всі цінні харчові компоненти і використовується нині для виробництва різноманітних продуктів функціонального харчування.

У різних варіантах схрещувань типу *«примітивний зразок ярого голозерного ячменю х сорт плівчастого озимого ячменю»* нами було опрацьовано 32 різні комбінації схрещування за участі кількох старих одеських сортів озимого плівчастого ячменю. В результаті серед більш ніж 2000 сімей була дібрана єдина морфологічно однорідна лінія озимого 6-рядного голозерного ячменю під назвою ЕН6РД, яка несуттєво поступалася за урожаєм зерна сорту озимого плівчастого ячменю Селена Стар, що слугував материнським компонентом вихідної комбінації схрещування.

У поколінні F5 популяції ЕН6РД/Достойний (дворучка) була дібрана перша елітна рослина, яка після розмноження і випробування за комплексом агрономічних характеристик у порівнянні із сортом стандартом Достойний була передана у Держсортвипробування під назвою Крікс У системі первинного насінництва виявилось, що, незважаючи на морфологічну однорідність, цей сорт представлений популяцією рослин озимого і альтернативного типу розвитку.

Оскільки для регіонів вирощування ячменю при осінніх строках сівби найбільшу практичну цінність набувають сорти альтернативного типу розвитку (дворучки), ми здійснили спробу оцінити окремі лінії сорту Крікс щодо їх тривалості потреби в яровизації (ТПЯ) та рівня чутливості до фотоперіоду (РЧФ) з метою ідентифікації їх типу розвитку.

Після штучної яровизації 5-денних зелених проростків (паперові рулони, температура 1-2°C, освітлення 12 годин у клімакамері) різних ліній у трьох варіантах (протягом 35, 25, та 15 діб) їх висаджували 26 квітня (природна температура вище яровизаційної) у 5-літрові посудини з ґрунтом (по 10 рослин, 2-кратне повторення) для вирощування на природному подовженому фотоперіоді з метою оцінки ТПЯ шляхом порівняння середніх дат колосіння між варіантами. Паралельно вирощували варіант максимальної 35-добової яровизації на штучно скороченому до 10 годин фотоперіоді (накривання темними кабінами з 17.00 до 7.00), середню дату колосіння в ньому порівнювали з аналогічним варіантом вирощування на природному фотоперіоді для оцінки РЧФ.

Серед 26 проаналізованих ліній було виявлено 16 з достовірною потребою в яровизації тривалістю не менш як 35 діб, усі вони виколосилися при даному варіанті яровизації, хоча сам період до колосіння був доволі тривалим від 40,0 до 58,3 діб після висадки ($HI_{P_{0,05}}=0,31$), що частково могло вказувати на неповне задоволення в яровизації окремих рослин. РЧФ для цих різних ліній була достовірною в межах 10,5-23,1 доби ($HI_{P_{0,05}}=0,39$). Тобто, ці лінії могли бути віднесені до типових озимих зі слабким або середнім РЧФ.

Решта 10 ліній практично не виявила достовірної ТПЯ, оскільки у варіанті найкоротшої яровизації всі вони швидко й дружно виколосилися через 26,5-30,1 діб після висадки. Але їх РЧФ досягав високих значень у 26,9-30,8 діб, що відповідає величинам РЧФ сильно фоточутливих озимих пшениць. Такі лінії у ячменю відносять до альтернативного типу розвитку або дворучок.

Фактичне співвідношення 16 озимого типу : 10 дворучок ліній достовірно не

відрізняється від теоретично очікуваного 1:1 при гіпотезі, що вище вказана перша елітна рослина сорту Крікс була моногетерозіготною за типом розвитку, оскільки типово озимі генотипи відрізняються моногенно від дворучок у ячменю.

Слід додати, що при осінніх строках сівби озимого ячменю (ТПЯ коротша ніж у сучасних озимих пшениць) і через послаблений РЧФ можливість переходу до початку диференціації точки росту настає раніше і після зимових відлиг вони знижують свою морозостійкість. Перевага ж дворучок полягає в тому, що, незважаючи на практичну відсутність у них ТПЯ, їх сильний РЧФ стримує початок диференціації точки росту в осінньо-зимовий скорочений фотоперіод, а морозостійкість недиференційованої точки росту не зніжується і відповідає рівню попереднього загартування.

ALTERNATIVE GROWTH HABIT LINES IDENTIFICATION IN HULL-LESS BARLEY

Stelmakh A. F., Rybalka O. I.

Barley grain is recognized as the most valuable product for functional nutrition, and in this sense the hull-less barley is especially profitable. In the autumn sowing regions barley cultivars of an alternative growth habit (with a short period of vernalization requirement and manifesting a high level of photosensitivity) have a significant advantage. At the institute we created and identified the hull-less barley lines of this growth habit.

АССИМИЛЯЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ ИЗОГЕННЫХ ПО ГЕНАМ *E* ЛИНИЙ СОИ В РАЗНЫХ ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Юхно Ю. Ю.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений и микроорганизмов,
пл. Свободы, 4, г. Харьков – 61022, Украина
e-mail: yu.yu.yukhno@karazin.ua

Основой продукционного процесса растений, как известно, является фотосинтетическая деятельность, обеспечивающая процессы роста, морфогенеза, формирования плодов и семян пластическим и энергетическим материалом. При этом доступность ассимилятов для отдельных процессов определяется не только скоростью ассимиляционных процессов растений, но и продолжительностью светового периода. Это связано с тем, что фотопериод, контролируя продолжительность фаз вегетационного периода, может влиять на донорно-акцепторные отношения и распределение ассимилятов в растительном организме (Kantolic and Slafer 2001, Han et al. 2006). Экспериментально показано, что такие ассимиляционные индексы, как относительная скорость роста (RGR), скорость фотосинтетической ассимиляции (или нетто-ассимиляции, NAR) и производительность площади листового аппарата (LAR) являются одними из наиболее важных характеристик ростовых процессов, определяющих урожайность растений (Hunt et al., 2002). Растения с разной фотопериодической чувствительностью, адаптируются по-разному к определенной световой среде, адекватно изменяя характер протекания физиолого-биохимических процессов, что дает им возможность регулировать ростовые процессы, переходить к цветению и завершать созревание плодов и семян в оптимальных для них условиях.

В связи с этим, целью нашей работы было изучить ассимиляционные индексы (RGR, NAR, LAR) изогенных по генам *E* линий сои при действии разного фотопериода. Материалом для исследования служили изогенные линии сои сорта Clark с короткодневной реакцией (КД линии с генотипами *E1E2E3*, *E1e2e3*), и нейтральной

реакцией (НД линии с генотипами *e1E2e3*, *e1e2E3*, *e1e2e3*). Со стадии третьего настоящего листа одну часть растений выращивали на коротком дне (9 часов), а вторую – на естественном длинном дне (16 часов) в течение 14 суток. В течение опыта измеряли сухую массу надземных органов растений, площадь листьев, число листьев на растении, с помощью которых потом рассчитывали ассимиляционные индексы – RGR, NAR, LAR (Hunt 1982; Poorter 1989).

Интегральным показателем реакции растений на изменяющиеся условия среды, в том числе и фотопериодические условия, является RGR, характеризующий относительную скорость аккумуляции органического вещества в единицу времени, что по существу является критерием относительной скорости увеличения сырой массы (Odabas et al., 2005). По нашим данным, как на коротком, так и на длинном дне происходило увеличение RGR к концу эксперимента. Однако у линий с *E1* и/или *E3* генами в генотипе (*E1E2E3*, *E1e2e3*, *e1e2E3*) сокращение фотопериода до 9 часов привело к более значительному повышению RGR, по сравнению с длинным днем. НД линии с *e1* и *e3* генами в генотипе (*e1E2e3*, *e1e2e3*) характеризовались достаточно высоким уровнем RGR причем как на длинном, так и на коротком дне. Высокий уровень относительной скорости роста характеризует замедление роста побега в длину, что согласуется с полученными ранее данными, и может быть связано с подготовкой растений к переходу в генеративную фазу (Юхно, 2011). Отличия в показателях RGR могут объясняться разным соотношением составляющих этого показателя, а именно ассимиляционного компонента – нетто-ассимиляции (NAR) и морфологического компонента – производительности площади листового аппарата (LAR).

Величина NAR является важным элементом продукционного процесса и характеризует скорость накопления сухого вещества на единицу листовой поверхности растений за единицу времени (Hunt et al., 2002). В целом, можно сказать, что тенденция изменения NAR в течение опыта была такой же, как и RGR, т.е. она возрастала у всех изолиний, независимо от фотопериодических условий. Однако степень увеличения NAR во многом определялась реакцией генотипа изолиний на фотопериодические условия. Так, у КД линий, которые содержат ген *E1* в генотипе, уровень NAR был выше на длинном дне, у НД линии *e1e2E3*, наоборот, в условиях короткого дня, а у двух НД линий *e1E2e3* и *e1e2e3* фотопериодические условия практически не оказывали влияние на уровень NAR. Согласно литературным данным, высокие значения NAR связаны с увеличением скорости фотосинтеза, что может быть достигнуто за счет дополнительных «инвестиций» ассимилятов в фотосинтетический аппарат (Poorter, Remkes, 1990).

Величина LAR характеризует производительность работы листового аппарата и чем ниже LAR, тем больше продуцируется органического вещества единицей его листовой поверхности (Kaneko Suzuki, 2006). На длинном дне этот показатель у всех линий был ниже, чем на коротком, что свидетельствует о более эффективной работе фотосинтетического аппарата растения в условиях длинного дня. Особенно эти отличия в уровне LAR проявлялись у КД линий (*E1E2E3*, *E1e2e3*). Согласно литературным данным, изменение LAR находится в обратной зависимости от изменения интенсивности света (Caliskan et al., 2010). А в связи с тем, что сокращение фотопериода приводит к уменьшению продолжительности светового дня, сокращается продолжительность фотосинтеза и, следовательно, меньше образуется ассимилятов и величина LAR может повышаться (Caliskan et al., 2010). Однако НД линии, особенно *e1E2e3*, практически не снижали уровень LAR при сокращении фотопериода. Это можно объяснить тем, что эти линии, скорее всего, с одинаковой эффективностью используют свои фотосинтетические ресурсы, как на коротком, так и на длинном дне.

Таким образом, полученные результаты подтверждают предположение, что продолжительность фотопериода влияет на фотосинтетическую деятельность изогенных по *E* генам линий сои, приводя к изменению физиолого-биохимических

процессов, что в итоге отражается на скорости их перехода к цветению. При этом, характер этих изменений в значительной степени определяется аллельным состоянием генов *E*, в основном, *E1/e1* и *E3/e3*.

ASSIMILATION INDEXES OF SOYBEAN ISOGENIC *E* LINES IN DIFFERENT PHOTOPERIODIC CONDITIONS

Yukhno Yu. Yu.

Assimilation indexes (RGR, NAR and LAR)) of soybean lines isogenic for *E* genes under short day (9 h) and long day (16 h) conditions was investigated. Short-day (SD) lines with genotypes *E1E2E3*, *E1e2e3* and neutral-day (ND) lines with genotypes *e1E2e3*, *e1e2E3*, *e1e2e3* were used. It was established that the duration of the photoperiod effects on the photosynthetic activity of soybean isolines, resulting in a change of physiological and biochemical processes, which ultimately affects the rate of their transition to flowering. The *E* genes, mainly *E1 / e1* and *E3 / e3*, were shown to be involved in this process.

PHOTOPERIODIC INDUCTION AS A FACTOR OF GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTION PROCESS OF SOYBEAN CULTURAL (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

Al HamadaniHayderNabeel, Zhmurko V.V.

V.N. Karazin Kharkov National University, Kharkov, Ukraine,
e-mail: agroch1984@hotmail.com

Among the environmental factors that most affect the growth, development, and production process of cultivated plants, the duration of the photoperiod plays an important role (Slafer et al. 2015). Cultivated soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), by its biological nature, refers to heat-loving short-day plants (Vishnyakova et al., 2017).

For this reason, growing it in regions with a photoperiod of more than 14 hours and an insufficient amount of effective temperatures leads to a delay in the development of plants, an increase in the duration of the growing season, which ultimately leads to a decrease in grain yield and its quality. In this regard, it is urgent to create varieties with low photoperiodic sensitivity that, if grown in regions with unfavorable photoperiodic and temperature conditions, would produce a high grain yield with high quality (Vishnyakova et al., 2017; Abugalieva et al., 2016). For the purposeful creation of such varieties, a comprehensive study of the reaction of the starting material for selection on the duration of the photoperiod is necessary.

In connection with the stated purpose of our research, we identified the influence of the duration of the photoperiod on the rate of development, productivity, dynamics of the formation of fruits and seeds, the content of soluble carbohydrates and starch in the grain, the oil content, the composition of fatty acids and protein in soybean varieties.

As objects of study, 4 soybean varieties were used – Annushka, Yatran, Ustya and Hadzhibey. The experiments were conducted in the field at the experimental site of the Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms of V.N. Kharkiv National University Karazin during 2016-2018.

Plants were grown in plots of 1 m² in triplicate for each experimental variant with manual sowing at the optimal time (1-2 decades of May). Before the phase of the present third leaf of the plant, grow with a natural long day (16 hours at the latitude of Kharkov, 50 ° N). At the onset of this phase, half of the plants were exposed to a short photoperiod (9 hours), which was created by dimming them with light-tight booths from 17 to 9 hours. The exposure duration was 14 days, which is sufficient to induce the transition of plants to the generative state (Zhmurko, 2009). After the cessation of exposure, plants were grown on a natural day

until the end of the growing season. The control group of plants was grown throughout the experiment on a natural day.

During the experiments, phenological observations were carried out to establish the duration of the seedling-flowering phase and the growing season, the dynamics of the formation of fruits and seeds was determined by their accumulation of mass, plant structure — height, number of leaves, mass of seeds on a plant and mass of 100 seeds, as well as the content in seeds water-soluble carbohydrates (according to Lukyanenko and Shvetsov), starch (according to Yastrembovich and Kalinin), protein (according to Kjeldahl) oil (according to Ruzhkovsky), the composition of fatty acids by gas chromatography of methyl esters of fatty acids on a gas chromatograph "Selmihrom-1".

The results of determining the growth rates of plants depending on the duration of the photoperiod showed that, under the influence of a short day, the varieties Yatran, Ustyia, and Annushka did not change the duration of the seedling-flowering phase and the growing season compared to their duration under long day conditions. Under the influence of a short day, the Hadzhibey variety bloomed and ripened on average 15-18 earlier than in a long day. Consequently, the first three varieties are photoperiodically neutral, and the Hadzhibey variety is a short-day.

The determination of plant structure elements showed that a short photoperiod led to a decrease in plant height, the number of leaves on a plant, the number of grains and the mass of grain from a plant, but to an increase in the mass of 100 grains. In this case, the genotypic characteristics of varieties in the formation of the structure and productivity of plants depending on the duration of the photoperiod were revealed.

The dynamics of the formation of fruits and seeds on a plant during induction by a short photoperiod was unidirectional in all varieties – the intensity of their formation under these conditions was higher than in a valley day. This is probably due to the greater intensity of the outflow of assimilates to fruits and seeds as the main attracting centers on the plant in the generative phase of development. This is also confirmed by the results of studying the dynamics of the accumulation of water-soluble carbohydrates in seeds during their formation. In all varieties, under the conditions of a short photoperiod, the accumulation of carbohydrates in the seeds occurred more intensively than under the conditions of a long day. This process on the short day most intensively proceeded in the seeds of the short-day-old variety Hadzhibey, in comparison with the intensity in photoperiodically neutral varieties.

The results of studying the oil content in soybean seeds showed that, under the conditions of a short photoperiod, it was generally lower in all varieties than in a long day. Palmitic, palmetoleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, eicosenic, behenic and lignoceric fatty acids were found in the composition of the oil from the seeds of the studied varieties. Their main mass is represented by linoleic (up to 58%), oleic (17-27%), palmitic (10-12%), linolenic (5-9%), stearic (4-5%). The proportion of other acids in the oil ranged from 0.1 to 0.8%. The effect of the photoperiod on the fatty acid composition of the oil did not appear naturally. The data obtained indicate that a change in photoperiodic conditions has a significant effect on the growth and development of soybean varieties, the formation of fruits and seeds, the accumulation of carbohydrates in them, the oil content and composition of fatty acids in it, as well as the protein content in seeds.

In this case, the effect of the interaction of the genotype and photoperiodic conditions on the manifestation of the nature of the studied processes is manifested. The data obtained indicate that a change in photoperiodic conditions has a significant effect on the growth and development of soybean varieties, the formation of fruits and seeds, the accumulation of carbohydrates in them, the oil content and composition of fatty acids in it, as well as the protein content in seeds. In this case, the effect of the interaction of the genotype and photoperiodic conditions on the manifestation of the nature of the studied processes is manifested.

ФОТОПЕРІОДИЧНА ІНДУКЦІЯ ЯК ФАКТОР РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

АлХамаденіХайдер Набіл Хуссейн, Жмурко В. В.

В роботі наведені результати вивчення впливу тривалості фотоперіоду на ріст, розвиток, структуру рослин, динаміку формування плодів і насіння, вмісту вуглеводів, масла і його жирно кислотного складу, а також білку у насіння фотоперіодично нейтральних і короткоденного сорту сої.

PHOTOPERIOD OR VERNALIZATION DETERMINE THE RATE OF SOFT WINTER WHEAT DEVELOPMENT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)?

Zhmurko V. V.

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

Soft wheat is the leading food crop in the world. For this reason, studies of its biological features at all levels of the organization have long occupied a leading position in genetics, phytophysiology, and molecular biology. Currently, the opinion prevails that the wheat development rates are controlled by two main genetic systems – *VRN* and *PPD*. As for the effects of these genes on the rate of development of soft winter wheat, the opinion was firmly established that its transition to a generative state is possible only after the completion of vernalization, that is, under the control of *VRN* genes. The *PPD* gene system exerts effects on the rate of development of soft winter wheat only after the completion of the vernalization process.

However, back in the 60-70s of the twentieth century, it was shown that under conditions of elevated temperature (above 20°C), when vernalization does not occur, a number of varieties of winter wheat headed under the conditions of a short (8-hour) photoperiod, and a number of varieties did not pass to heading under these conditions (Долгушин, Никифоров, 1968,1974).

We have shown that in the absence of vernalization (temperature above 20°C), some varieties of winter wheat accelerated the transition to heading at short (8 hours), and others with a long photoperiod (16 hours) and continuous lighting. A number of varieties practically did not change the timing of the transition to earing, depending on the duration of the photoperiod. That is, among more than 100 studied varieties, groups of short-day, long-day, and photoperiodically neutral stand out (Цыбулько, Жмурко, Гридин 2000; Жмурко, 2009).

The rates of development of all the studied varieties under vernalization conditions (temperature 6–8°C) when exposed on plants an 8-hour and 16-hour photoperiod did not change, as was observed at elevated temperatures (Жмурко, 2009).

When growing winter wheat varieties during autumn sowing under the conditions of a 7-hour and natural autumn day (12–9 hours) until the growing season and continued cultivation in a phytotron at a 16-hour photoperiod and a temperature of 22–25°C, the varieties were differentiated on photoperiodic groups (Жмурко, 2009).

All winter wheat varieties grown according to the above mentioned scheme, after wintering in the spring in the conditions of a long day, proceeded to heading at the same time (Жмурко, 2009). That is, the vernalization of plants under artificial and natural conditions eliminated the manifestations of differences between varieties in photoperiodic response,

which is associated with the manifestation of the effects of *VRN* genes.

We also showed that all the studied varieties of winter wheat slowed the transition to earing under the influence of a short photoperiod during spring vegetation. But most strongly (on 20-25 days), those varieties that, on a short day at the elevated temperature (without vernalization) accelerated the transition to earing, that is, showed a short-day reaction (Жмурко, 2009). Therefore, vernalization causes a change in the photoperiodic reaction in such varieties from short-day to long-day.

An analysis of the above results suggests that two main genetic systems for controlling the development rate of soft wheat are "interchangeable" in this control when interacting with the main environmental factors – temperature and photoperiod. If there are no favorable conditions for vernalization, development is determined by the *PPD* gene system, and at vernalization, it is determined by the *VRN* gene system.

The assumption made is based on the results of experiments with winter wheat varieties for which *PPD* genes were not identified. To confirm it, we conducted experiments with winter wheat isogenic lines for *PPD* genes created in the gene pool of the Mironovskaya 808. Varieties with isolines with the following genotypes for these genes were used: *PPD-D1a ppd-b1b ppd-a1b*; *ppd-d1b PPD-B1a ppd-a1b*; *ppd-d1b ppd-b1b PPD-A1a*, as well as the Mironovskaya 808 variety, in which all *PPD* genes are in a recessive state – *ppd-d1b ppd-b1b ppd-a1b*. *VRN* genes in all lines and varieties are in a recessive state. Plants of isolines and cultivars were grown in a factor chamber of the Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms of V.N. Karazin Kharkiv National University in soil culture (chernozem / sand – 3 : 1) in plastic (3-liter) vessels of 15 plants per vessel in four-time repetitions. Before tillering, the plants grew on an 18-hour photoperiod at 22-25 / 18-20°C (day / night). In this phase, half of the plants were exposed to a short photoperiod (10 hours), and the second half was continued to grow with an 18-hour photoperiod. On a short photoperiod, the plants were kept for 40 days, and then again transferred to a long photoperiod. Under the conditions of both photoperiods, the temperature conditions did not change. In the experiment, phenological observations were carried out to establish the effect of different photoperiodic conditions on the duration of the period from seedling to heading.

The results showed that all the studied lines and cultivar under the conditions of an 18-hour photoperiod did not proceed to earing until the end of the experiment - within 200 days. Under the conditions of a short photoperiod, the *PPD-D1a ppd-b1b ppd-a1b*, *ppd-d1b ppD-B1a ppd-a1b* lines and the *ppd-d1b ppd-b1b ppd-a1b* strain went to earing, and the *ppd-d1b ppd-b1b PPD-A1a* line remained in the tillering phase until the end of the experiment. The *PPD-D1a ppd-b1b ppd-a1b* line was earliest of all (120 days after germination), later the *ppd-d1b PPD-B1a ppd-a1b* line and the *ppd-d1b ppd-b1b ppd-a1b* grade were spiked.

All the investigated lines and variety carry *VRN* genes in a recessive, and *PPD* genes in a recessive and / or dominant state, which determines the timing of their maturation at different photoperiods. Therefore, the *VRN* and *PPD* genes are "interchangeable" in controlling of the development rate of winter wheat under conditions of interaction with leading environmental factors - temperature and photoperiod.

ФОТОПЕРИОД ИЛИ ЯРОВИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЯЮТ ТЕМПЫ РАЗВИТИЯ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)?

Жмурко В. В.

Показаны особенности проявления эффектов генов *VRN* и *PPD* на темпы развития сортов и изогенных по генам *PPD* линий пшеницы озимой при яровизации и в ее отсутствии. Предполагается, что гены *VRN* и *PPD* «взаимозаменяемы» в контроле темпов развития пшеницы озимой в условиях взаимодействия с ведущими факторами среды – температурой и фотопериодом.

Секція 2 / Section 2

МОЛЕКУЛЯРНІ ТА БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

MOLECULAR AND BIOCHEMICAL MECHANISMS OF PHYSIOLOGICAL PROCESSES



ВПЛИВ ФОТОПЕРІОДУ НА ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ ТА МОРФОГЕНЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *PPD* ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Зубрич О. І.

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

Озима пшениця одна з найважливіших продовольчих культур в Україні і світі. З огляду на над широку поширеність пшениці як основної продовольчої культури у світі, дуже важливим є вивчення механізмів її адаптивності до фотоперіодичних і температурних умов у різних еколого-географічних зонах (Моргун та ін., 2010; Стельмах, 2016). У пшениці (*Triticum aestivum* L.) фотоперіодична реакція контролюється системою генів *PPD*, що розташована в другій гомеологічній групі хромосом: хромосома 2D - *PPD-D1a*, 2B - *PPD-B1a* і 2A - *PPD-A1a* (Kiss et al., 2017). Знижена чутливість до фотоперіоду обумовлена домінантними алелями генів *PPD*, а сильна реакція на фотоперіод характерна для генотипів з наявністю тільки рецесивних алелів всіх трьох генів. Гени *PPD*, крім фотоперіодичної чутливості, детермінують низку агрономічних ознак озимої м'якої пшениці – темпи розвитку – тривалість періоду сходи-колосіння (ПСК), індивідуальну продуктивність, морозостійкість (Жмурко та ін., 2017; Файт, 2007). Ці ефекти генів *PPD* достатньо широко досліджені. Разом з тим недостатньо вивчені їх ефекти на фізіолого-біохімічні процеси, зокрема на вуглеводний обмін, як центральний у метаболізмі, що визначає його провідну роль у регуляції розвитку рослин.

Метою нашої роботи було дослідження впливу фотоперіоду та стану системи генів *PPD* (домінантний/рецесивний) у м'якої пшениці на різні аспекти біохімії цукрів у мезофілії листя, а саме денне накопичення та нічне використання різних груп вуглеводів (моноцукрів, олігоцукрів, фруктозанів, крохмалю), а також активність ферментів вуглеводного обміну (амілази, інвертази) у ізогенних за цими генами ліній. Також паралельно з цим вивчався взаємозв'язок вищезгаданого фотоперіодичного впливу, спричинених ним змін у обміні вуглеводів, та похідних змін у ростових і морфогенетичних процесах як наслідок перерозподілу асимілятів між різними акцепторами. Окремо досліджувався зв'язок морозостійкості із алельним станом генів *PPD*, фотоперіодом та накопиченням вуглеводів у вузлах кущіння.

Досліди проводили як в умовах відкритого ґрунту експериментально-польової ділянки кафедри фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів ХНУ ім. В.Н. Каразіна, так і в умовах факторостатної вегетаційної камери із штучним освітленням. У відкритому ґрунті контрастні за тривалістю фотоперіоду умови створювали шляхом затемнення рослин на дослідних ділянках світлонепроникними кабінами. Використовувані у дослідженні ізогенні моногеннодомінантні лінії пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) були створені у генофоні двох озимих сортів – Миронівська 808 та Mersia.

Отримані у досліді закономірності впливу фотоперіоду на обмін вуглеводів та ростові і морфогенетичні процеси загалом не залежали від сортової приналежності та експериментальних умов (відкритий ґрунт/вегетаційна камера). Натомість залежали від домінантного або рецесивного стану генів *PPD*, причому вираженість цієї залежності варіювала у різних за станом генів *PPD* ліній і ранжувалась у наступній послідовності – *PPD-D1*>*PPD-A1*>*PPD-B1*. Це дає підставу припустити, що гени *PPD* реалізують ефекти на темпи розвитку пшениці м'якої озимої опосередковано, через участь у регуляції обміну вуглеводів.

INFLUENCE OF THE PHOTOPERIOD ON THE CARBOHYDRATE METABOLISM AND ON MORPHOGENETIC PROCESSES IN NILS ON *PPD* GENES OF SOFT WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Zubrich O. I.

We studied the influence of photoperiodic conditions on the rate of development, organogenesis, the dynamics of the content of various forms of carbohydrates, and the activity of some enzymes involved in carbohydrate metabolism, in wheat near-isogenic lines (NILs) on *PPD* genes, that differ in their allelic state of (dominant or recessive). Under these different photoperiodic conditions, the characteristic features of the studied processes were dependent on the NILs' genotype on *PPD* genes.

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ДИНАМІКУ НАРОСТАННЯ ЛИСТКОВОЇ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РІПАКУ ОЗИМОГО

Махаринська Н. М.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
Васильківська, 31/17, м.Київ — 03022, Україна
e-mail: nadjavasko@ukr.net

Продуктивність рослин, у тому числі і ріпаку, залежить від забезпечення їх елементами кореневого живлення та активності асиміляції вуглекислого газу. Для здійснення останнього процесу потрібен добре розвинений фотосинтетичний апарат. Проте важливим лімітуючим чинником є здатність рослини продукувати достатню біомасу протягом сприятливого періоду вегетації (Нідзельський, Коваленко, 2012).

Фотосинтетичний асиміляційний листковий апарат визначається, насамперед, оптимальністю розмірів, швидкістю формування та тривалістю його функціонування. Від його просторової орієнтації, як оптичної системи, вмісту хлорофілу, ефективності фотосинтезу залежить повнота використання такого відновлювального та найбільш екологічно чистого фактору продуктивності, яким є сонячна радіація (Стасик, Прядкіна, Кірізії, 2011). Крім того, до факторів оптимізації формування асиміляційного апарату відноситься рівень мінерального живлення рослин (Лихочвор, 2014; Дударчук, 2016).

Отже, метою нашого дослідження було встановлення залежності формування асиміляційної поверхні за використання різних доз мінеральних добрив.

Польові дослідження проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лівобережного Лісостепу України. Попередником для озимого ріпаку була пшениця озима. Площа дослідної ділянки 100 м² (облікової – 96 м²), повторність трикратна. Дослід закладено за схемою: 1. Без добрив (контроль); 2. N₈₀P₆₀K₁₁₅ (прості добрива); 3. N₈₀P₆₀K₁₁₅ (тукосуміш 9:20:30); 4. N₈₀P₆₀K₁₁₅ (Cropcare NPK8:12:23). Для проведення досліду застосовували фон із стандартних добрив, які використовували за передпосівного внесення: аміачну селітру з умістом N – 34,5 %, (ДСТ 2-75), суперфосфат гранульований з умістом P₂O₅ – 19,5 % (ДСТ 5956-78), каліймагнезію з умістом K₂O – 27,0 % (ТУ 6-12-23-75), тукосуміш з умістом N – 9, P – 20, K – 30 % і комплексне добриво Cropcare NPK8:12:23. Вирівнювання за діючою речовиною проводили простими добривами.

Впродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком ріпаку у наступних фазах: формування розетки, бутонізація, цвітіння, зелений стручок і технічна стиглість.

Оцінку фотосинтетичної продуктивності рослин визначали за такими показниками: площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), динаміка наростання сирової і сухої речовини.

Застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню площі листової поверхні ріпаку озимого, яка протягом вегетаційного періоду рослин зростає до фази цвітіння. Активне формування генеративних органів обумовлювало відтік з листків поживних речовин. У результаті відбувалося підсихання та опадання листків нижнього і середнього ярусів, хоча ріст і розвиток рослин ще продовжувався. За проміжок часу від фази бутонізації до утворення генеративних органів агроценоз ріпаку озимого втрачав до 10% асиміляційного апарату на контрольному варіанті, а за внесення Cropcare NPK8:12:23 такі втрати не перевищують 7%, що позитивно впливало на можливість пролонгації активної роботи листового апарату та підвищення його продуктивності.

Результати досліджень показали, що за внесення мінеральних добрив площа листової поверхні змінювалась у межах 42,0 – 45,8 тис. м² / га. Максимального значення даний показник набув за застосування Cropcare NPK8:12:23 – 45,8 тис. м² / га, що на 6,6 тис. м² / га перевищує контроль. Внесення простих мінеральних добрив і тукосуміші 9:20:30 також посилюють процеси утворення листків.

Виходячи з наведених даних, можна зробити висновок, що застосування мінеральних добрив мало позитивний вплив на динаміку наростання асиміляційної поверхні та подовження активного функціонування фотосинтетичного апарату.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON THE DYNAMICS OF CANOPY ASSIMILATORY SURFACE IN WINTER RAPE

Makharynska N. M.

The research results on the steady of the dynamics of development of canopy assimilatory surface in winter rape under the application of various fertilizers are presented. Use of mineral fertilizers have positive influence on the dynamics of growth of assimilatory surface and lengthening of the active functioning of photosynthetic apparatus.

ВПЛИВ ГЕТЕРОЛОГІЧНИХ ЛЕКТИНІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЛЮЦЕРНИ

Михалків Л. М.

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

Упродовж життєвого циклу рослини синтезують багато білкових молекул, серед яких особливе місце займають лектини та лектиноподібні білки. Вони виявлені у різних органах і тканинах рослин, проте найбільша їх кількість міститься в насінні (Антонюк, 2005). На ранніх етапах онтогенезу (при набуваннянні та проростанні насіння) більшість лектинів вивільняється у зовнішнє середовище, виконуючи при цьому низку фізіологічних функцій, зокрема, сприяння формуванню біотичного оточення майбутньої рослини, а також захист проростаючого насіння від впливу патогенних бактерій та грибів.

Однією з основних функцій лектинів бобових рослин є їх участь у молекулярно-хімічній взаємодії при утворенні симбіотичних структур (Ковальчук та ін., 2012). Очевидно, завдяки цій властивості головним чином і підвищується ефективність бобово-ризобіального симбіозу при застосуванні екзогенного лектину (Веселовська та ін., 2013). Водночас відомо про вплив даних білків на процеси росту та розвитку рослин. Так, виявлено, що екзогенні лектини здатні стимулювати ростові процеси в коренях проростків та мітотичну активність клітин їхньої апікальної меристеми, виявляючи при цьому певну специфічність дії, а також викликати кількісні зміни гормонів у коренях проростків, що свідчить про існування зв'язку між вказаними речовинами (Безрукова и др., 2011).

У попередніх дослідженнях нами було показано позитивний вплив передпосівної обробки насіння люцерни гетерологічним (соевим) лектином на формування і функціонування симбіотичних систем люцерна–*Sinorhizobium meliloti* та наростання вегетативної маси рослин (Михалків, 2015). При цьому не було досліджено ефект лектину на початкових етапах онтогенезу люцерни.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчити вплив обробки гетерологічними лектинами на проростання насіння люцерни в умовах лабораторного дослідю. Насіння люцерни сорту Надежда стерилізували концентрованою сірчаною кислотою і промивали у проточній водопровідній воді. Насінина викладали на фільтрувальний папір у чашки Петрі по 20 шт. У кожену чашку додавали: стерильну водопровідну воду (контроль) або ж розчин лектину в концентрації 100 мкг / мл. При цьому використовували лектин насіння сої, гороху чи аглютинін зародків пшениці (АЗП) (Львів, «Лектинотест»). Через 1, 2 та 3 доби обраховували кількість пророслих насінин, а через 4 доби визначали масу проростків. Біологічна повторність дослідю – 10-кратна.

Вже через добу після закладання дослідю було виявлено стимулюючий вплив лектинів на проростання насіння. При цьому відсоток пророслих насінин становив у контролі та варіантах обробки лектинами сої, гороху та АЗП – 28, 33, 44 та 55 % відповідно. Через дві доби виявлена закономірність зберігалась, тоді як через 3 доби відсоток пророслих насінин вирівнявся у контролі та у варіанті обробки насіння лектином сої, при застосуванні АЗП він був дещо нижчим, проте відхилення знаходилось в межах похибки дослідю. А ось лектин насіння гороху сприяв суттєвому зростанню відсотка пророслого насіння у порівнянні з контролем та іншими варіантами. Вимірювання маси 4-добових проростків не виявило суттєвої різниці між варіантами дослідю, відзначено лише тенденцію до збільшення даного показника, особливо за обробки АЗП та лектином сої.

Таким чином, експериментально доведено, що обробка насіння люцерни гемаглютинінами сої, гороху та пшениці стимулює його проростання. Отже, позитивний ефект застосування передпосівної обробки насіння гетерологічними лектинами стосовно

продуктивності бобово-ризобіальних систем може обумовлюватись не лише поліпшенням процесів формування і функціонування симбіозу, але й безпосереднім впливом на розвиток рослин люцерни.

THE INFLUENCE OF HETEROLOGOUS LECTINS ON ALFALFA SEED GERMINATION

Mykhalkiv L. M.

The influence of the treatment of alfalfa seeds with heterologous lectins on its germination in the laboratory experiments was investigated. It has been found that the use of soybean, pea and wheat hemagglutinins stimulated seed germination; the tendency to increase of seedlings mass was noted. It has been suggested that the revealed in the previous experiments positive effect of heterologous lectins on the effectiveness of legume-rhizobial systems may be due not only to the improvement of the symbiosis formation and functioning but also to their direct influence on the development of alfalfa.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДЕЕПОКСИДАЦІЇ ВІОЛАКСАНТИНОВОГО ЦИКЛУ В ПЕРІОД НАЛИВУ ЗЕРНА РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У СОРТІВ З РІЗНОЮ ШВИДКІСТЮ СТАРІННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ

Прядкіна Г. О., Хархота М. А., Міхно А. І., Поліщук Г. І.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська 31/17, м. Київ – 03022, Україна
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
вул. акад. Заболотного 154, м. Київ – 03680, Україна
e-mail: galpryadk@gmail.com

Перспективною стратегією збільшення генетичного потенціалу зернової продуктивності злаків вважають підвищення ефективності фотосинтезу (Parry et al., 2011; Furbank et al., 2015; Simkin et al., 2019). До ключових факторів, що визначають ефективність фотосинтезу, відносять організацію світлозбиральних комплексів, квантову ефективність фотосистем, швидкість транспорту електронів, а також фотохімічне і нефотохімічне гасіння флуоресценції хлорофілу *a* (Murchie, Lawson, 2013; Wu et al., 2019). При оптимальних для росту і розвитку рослин умовах підтримується певне співвідношення між швидкістю транспорту електронів та величиною дисипації надлишку поглинутої світлової енергії у вигляді тепла, тоді як за дії стресових чинників швидкість електронного транспорту зменшується, а теплова дисипація - зростає (Cardona et al., 2018; Wu et al., 2019). В процесі нефотохімічного гасіння в тілакоїдних мембранах хлоропластів відбуваються конформаційні зміни, пов'язані, зокрема, зі світлозалежними перетвореннями пігментів у ВЦ (Demmig-Adams et al., 1995; Horton, 2000; Murchie, Niyogi, 2011). Існує позитивний зв'язок між станом деєпоксидації (ДЕ) віолаксантинового циклу (ВЦ) з тепловою дисипацією поглинутої енергії та показником нефотохімічного гасіння флуоресценції хлорофілу та негативний – з величиною фотохімічного (Horton, 2000; Nilkens et al., 2010).

Метою даної роботи було порівняти стан деєпоксидації віолаксантинового циклу листків рослин пшениці озимої у сортів з різною швидкістю старіння фотосинтетичного апарату в період наливу зерна.

Об'єктом дослідження слугували 3 сорти пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.): Астарта та Дарунок Поділля, що мають ознаку ремонтантності, та Наталка, що характеризується швидким старінням листків. Рослини вирощували на суміші сірого

опідзоленого ґрунту та піску у співвідношенні 3:1 у 10-кілограмових посудинах. На початку фази цвітіння в половині посудин шляхом припинення поливу вологоємність ґрунту доводили до 30% від повної вологоємності (ПВ) та підтримували її на цьому рівні протягом одного тижня, у другій половині посудин – її підтримували на рівні 70% ПВ (контроль). Вміст ксантофілів, що входять до складу віолаксантинового циклу, визначали за допомогою методу високоефективної рідинної хроматографії (Choudhary et al., 1993). Показник деєпоксидації віолаксантинового циклу визначали як відношення суми вмісту зеаксантину та $\frac{1}{2}$ антраксантину до загального пулу пігментів ВЦ (Demmig-Adams et al., 1995).

Аналіз динаміки вмісту суми хлорофілів *a* та *b* у прапорцевому листку досліджених сортів пшениці озимої показав, що вони відрізнялися за швидкістю старіння листків вже на 7-му добу після цвітіння. На більш пізніх етапах онтогенезу різниця між ними збільшувалась: вміст хлорофілу у листках сортів Астарта та Дарунок Поділля на 14-ту добу після цвітіння на 30-34% перевищував його значення у сорту Наталка в контрольних варіантах та на 39-44% за умов посухи, на 21-ту добу – на 46-58% та на 65-80%, відповідно.

На 7-му добу після цвітіння за умов достатнього водозабезпечення стан деєпоксидації віолаксантинового циклу сорту пшениці озимої Наталка зі швидким старінням листків був вище ($0,267 \pm 0,008$), ніж у сортів Астарта та Дарунок Поділля з більш повільнішим старінням ($0,237 \pm 0,003$ і $0,243 \pm 0,002$). Аналогічно, й за умов ґрунтової посухи (30% ПВ) ДЕ першого сорту також був вище ($0,304 \pm 0,002$), ніж у двох інших сортів ($0,272 \pm 0,004$ і $0,271 \pm 0,001$). За умов посухи як у сортів з ознакою ремонтантності, так й без неї величина ДЕ, порівняно з контрольними варіантами, збільшилась у близьких межах, відповідно на 12-15% та 14%. Отже, виявлено, що різниця за станом деєпоксидації ксантофілів ВЦ у сортів пшениці озимої з різною активністю фотосинтетичного апарату не залежала від умов водозабезпечення. В той же час, у сорту Астарта за умов достатнього водозабезпечення вона була нижчою, ніж у сорту Наталка, на 13%, за ґрунтової посухи – на 12%, у сорту Дарунок Поділля, відповідно – на 10 та 12%.

Відомо, що чим вище ступінь ДЕ, тим більше енергії випромінюється у вигляді тепла (Murchie, Niyogi, 2011). Також збільшення показника ДЕ свідчить про скорочення частки сонячної енергії, яка використовується у фотосинтетичних процесах (Horton, 2000). Отже, вища деєпоксидація ВЦ в прапорцевих листках сорту пшениці озимої з більшою швидкістю старіння за різних умов водозабезпечення, порівняно з сортами з ознакою ремонтантності, може вказувати на те, що ефективність використання світлової енергії у процесі фотосинтезу у нього була нижчою. В свою чергу, це може свідчити про ефективнішу організацію фотосинтетичного апарату сортів пшениці озимої з повільнішим старінням листків, пов'язану, зокрема, з кращою регуляцією ефективності використання світла. Так, за літературними даними, за рахунок зростання швидкості перетворення пігментів у ВЦ (викликані збільшенням експресії генів віолаксантиндеєпоксидази, зеаксантинепоксидази та білка PsbS) у гомозиготного потомства T2 трансформованих ліній тютюну, підвищувались інтенсивність фотосинтезу та загальна продуктивність, порівняно з вихідним типом (Kromdijk et al., 2016).

Отже, більша величина деєпоксидації віолаксантинового циклу прапорцевих листків сорту пшениці озимої з більшою швидкістю старіння фотосинтетичного апарату, порівняно з сортами з ознаками ремонтантності, свідчить, що ефективність використання світлової енергії у процесі фотосинтезу у нього була меншою за різних умов вологозабезпечення. Це може бути пов'язаним із більшими втратами енергії у цього сорту у нефотохімічних реакціях, зокрема у вигляді теплової дисипації.

Робота виконана з використанням приладів Центру колективного користування НАН України при Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

STUDIES OF DE-EPOXIDATION STATE OF THE XANTHOPHYLL CYCLE DURING GRAIN FILLING PERIOD IN PLANTS OF WINTER WHEAT VARIETIES WITH DIFFERENT PHOTOSYNTHETIC APPARATUS SENESCENCE RATE

Priadkina G. O., Kharkhota M. A., Mikhno A. I., Polischuk G. I.

The de-epoxidation state of the xanthophyll cycle in the flag leaf of winter wheat varieties with different rate of photosynthetic apparatus aging under optimal soil moisture supply (70%) and drought (30%) was studied. It was established that in winter wheat variety with a higher photosynthetic apparatus senescence rate the de-epoxidation state of the xanthophyll cycle was higher than in 'stay green' varieties. The large energy losses of this variety in the form of thermal dissipation may indicate a lower efficiency of the use of light energy in the process of photosynthesis.

ДИНАМІКА ВМІСТУ ВОДОРОЗЧИННИХ ВУГЛЕВОДІВ В СЕГМЕНТАХ СТЕБЛА РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВПРОДОВЖ РЕПРОДУКТИВНОГО РОЗВИТКУ

Тарасюк М. В., Зборівська О. В., Стасик О. О.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: maxym.tarasiuk@gmail.com

Наливання зерна рослин пшениці забезпечується із двох типів джерел вуглецю: асимілятами поточного фотосинтезу, що відбувається в зелених тканинах рослини (в цей період переважно в прапорцевому листку) та запасу вуглеводів в стеблі та листових піхвах. У рослин пшениці накопичення водорозчинних вуглеводів (ВВ) у вегетативній масі впродовж періоду вегетативного росту, і наступна їх ремобілізація, відіграє важливу роль у забезпеченні асимілятами зернівок що ростуть (Slewiniski, 2012). Особливого значення використання депонованих асиміліатів набуває за настання несприятливих для фотосинтезу умов в період після цвітіння. За дії посухи налив зерна пшениці може більшою мірою залежати від запасних ВВ, ніж від самого процесу фотосинтезу. Ймовірно, вміст вуглеводів у стеблі після цвітіння може бути використаний як селекційний критерій стабільності зернової продуктивності для регіонів недостатнього вологозабезпечення, що набуває особливої актуальності за сучасних глобальних змін клімату. Депонувальна функція стебла грає подвійну роль - тимчасового запасання асиміліатів для їх подальшого використання під час наливу зерна, а також альтернативного акцептора, чия аттрагувальна здатність стимулює активність фотосинтетичного апарату ще до появи зернівок. Вміст ВВ в стеблі був запропонований в якості одного з потенційних критеріїв відбору для стійкості до посухи рослин пшениці (Foulkes et al., 2007). Водночас, недостатньо з'ясованими залишається динаміка накопичення і ремобілізації ВВ і роль окремих сегментів стебла в депонуванні асиміліатів за різних умов вирощування рослин. Тому метою даної роботи було дослідження змін вмісту ВВ впродовж репродуктивного періоду розвитку в окремих частинах пагона рослин озимої пшениці за оптимального і обмеженого вологозабезпечення.

Дослідження проводили на рослинах озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) посухостійкого сорту Подолянка, які вирощували у вегетаційних посудинах на 10 кг ґрунту, удобрених 10 г нітроамофоски, за природного освітлення. Кількість рослин в посудинах становила 15 шт. Добрива вносили в рівних кількостях при наповненні посудин ґрунтом і в середині фази виходу в трубку (ВВСН 34).

До початку експерименту, в контрольному варіанті впродовж всієї вегетації, вологість ґрунту підтримували на рівні 60-70 % повної вологоємності (ПВ). У фазу колосіння (ВВСН 55) припиняли полив рослин дослідного варіанта, знижуючи протягом 5 діб вологість ґрунту до рівня 20 % ПВ, який підтримували протягом наступних 7 діб. Період вирощування рослин за вологості ґрунту 20 % ПВ охоплював фазу цвітіння (ВВСН 61-69). Після цього полив дослідних рослин відновлювали до рівня контролю (60-70 % ПВ), який підтримували до кінця вегетації. Вологість ґрунту в посудинах контролювали гравіметрично двічі на добу. Зразки для визначення вмісту вуглеводів і фітотметричних показників відбирали, починаючи з першого дня досягнення вологості ґрунту 20 % ПВ, в фазі цвітіння, молочної стиглості і повної стиглості зерна. Для аналізів використовували головний пагін рослини. Стебло розділяли на частини: верхнє (підколосове) міжвузля, друге, третє і четверте, рахуючи зверху, міжвузля та листові піхви вказаних міжвузлів. Вміст ВВ визначали за модифікованою методикою Починка (1976). Загальну кількість ВВ в частинах стебла розраховували як добуток їх вмісту у сухій речовині. Кількість ремобілізованих ВВ оцінювали за різницею їх максимального загального вмісту і остаточного в фазу повної стиглості. Визначення вмісту ВВ проводили в 2-3 аналітичних повторностях об'єднаного зразка 5-11 окремих рослин. Статистична достовірність відмінностей оцінювалась за допомогою ANOVA-тесту.

Встановлено, що рівень накопичення ВВ істотно різнився в залежності від частини пагону і умов зволоження. Як за оптимального поливу, так і за дії посухи максимальний рівень накопичення ВВ відзначено на 14-17 добу після початку цвітіння, і найбільші значення вмісту ВВ були зафіксовані в 2-му міжвузлі, дещо нижчі спостерігалися в 3 і 4 міжвузлях, а у верхньому міжвузлі і у листових піхвах ВВ накопичувалось найменше. Посуха в фазу цвітіння істотно змінювала динаміку ВВ в сегментах стебла і зменшувала максимум його накопичення. В період дії посухи вміст ВВ в сегментах стебла дослідних рослин був у середньому на 50 % вищим за контроль. Проте в подальшому в контрольних рослин він зростав приблизно в 2 рази, а в дослідних - в середньому на 25 %. Максимальний вміст ВВ в контрольних рослин у всіх сегментах пагона за винятком верхнього міжвузля був вищим, ніж у дослідних. Водночас, ремобілізація ВВ у рослин, які зазнали дії посухи, починалась швидше і проходила скоріше у порівнянні з рослинами в контрольному варіанті.

Посуха в фазу цвітіння істотно змінювала накопичення сухої речовини в різних сегментах стебла і на 15,5 % знизила зернову продуктивність головного пагона рослин пшениці. У контрольних рослин накопичення сухої речовини в нижніх і другому зверху міжвузлях тривало до фази молочно-воскової стиглості зерна (ВВСН 77), в той час як у дослідних рослин біомаса цих міжвузлів зростала лише до закінчення цвітіння (ВВСН 69) і була на 24 % менша, ніж контрольних. За накопиченням біомаси в верхньому міжвузлі і листових піхвах дослідні і контрольні рослини практично не відрізнялися.

Найбільша загальна кількість ВВ накопичувалася в 2-му міжвузлі як в контрольному варіанті, так і в дослідному, і становила близько 31 % сумарної кількості ВВ в усіх досліджених частинах стебла. Частка 3 і 4 міжвузлів разом складала 49 % у контрольних рослин і 42 % в дослідних. Найменше ВВ накопичувалось у верхньому міжвузлі. У дослідних рослин сумарна загальна кількість накопичених і ремобілізованих ВВ була на 33 % менше ніж у контролі. Водночас, частка ремобілізованих ВВ відносно маси зерна головного пагона в дослідних рослин становила 19 %, а в контрольних – 24 %.

Таким чином встановлено, що в рослин посухостійкого сорту озимої пшениці Подолянка найбільші питомий вміст і загальна кількість водорозчинних вуглеводів накопичувалися в другому міжвузлі головного стебла. Ґрунтова посуха у фазу цвітіння зменшувала накопичення вуглеводів у стеблі і пришвидшувала їх ремобілізацію із стебла, порівняно з рослинами, котрі вирощувались при оптимальному зволоженні. Частка ремобілізованих водорозчинних вуглеводів відносно маси зерна головного пагона

в рослин, що зазнали впливу посухи, була дещо меншою, ніж в рослин, що росли за оптимального вологозабезпечення.

DYNAMICS OF THE CONTENT OF WATER-SOLUBLE CARBOHYDRATES IN STEM SEGMENTS OF WINTER WHEAT PLANT DURING REPRODUCTIVE DEVELOPMENT

Tarasiuk M. V., Zborivska O. V., Stasik O. O.

It was established that in plants of drought tolerant winter wheat variety Podolyanka the highest specific content and total amount of water-soluble carbohydrates accumulated in the second internode of the main stem. Soil drought at the flowering stage reduced the accumulation of carbohydrates in the stem and accelerated their remobilization as compared to plants grown under optimal soil moisture. The proportion of remobilized water-soluble carbohydrates relative to the weight of the main shoot grain in drought-stressed plants was slightly smaller than in plants grown under optimal water supply.

ВПЛИВ ТЕРМІНУ ОПРОМІНЕННЯ ЧЕРВОНИМ СВІТЛОМ НА ВМІСТ НІТРАТІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЙ СОЇ

Тимошенко В. Ф.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: vtimoshenko56@ukr.net

Одним із найважливіших регуляторів росту і розвитку рослин є світло. Червоне світло (ЧС) з довжиною хвилі 660 нм активує систему фітохромів. Під фітохромним контролем знаходяться фотосинтез, морфогенез рослин, термін переходу до цвітіння, накопичення і відтік асимілятів та ін. (Цибулько, 1998; Parks, 2003).

Азот відіграє провідну роль у життєдіяльності рослин. Мінеральний азот надходить у рослину переважно у вигляді нітратів, а нітратредуктаза – ключовий фермент їх відновлення (Lillo, 2004). На нітратний обмін впливають зовнішні фактори, у тому числі, освітлення, температура (Lillo, 2004). Встановлено, що у довгоденних та короткоденних рослин за сприятливих фотоперіодичних умов зростає інтенсивність синтезу азотвмісних сполук (Дорофеев, Пешкова, 2002). Вивчення впливу тривалості дня на вміст нітратів в листі рослин різних фотоперіодичних груп показало значне зниження їх вмісту у довгоденних рослин (ДД) на довгому, а у короткоденних (КД) – на короткому фотоперіоді (Тимошенко, Жмурко, 2006). Однак в літературі відсутні дані що до участі системи фітохромів в регуляції надходження та відновлення нітратів у рослин різних фотоперіодичних груп. Тому метою даної роботи стало вивчення впливу різних термінів опромінення рослин червоним світлом (660 нм, на початку та в середині ночі) на вміст нітратів в листках двох ліній сої з різною фотоперіодичною реакцією.

Об'єктами досліджень були ізогенні за генами *E* лінії сої сорту Clark. У домінантному стані ці гени зумовлюють короткоденну реакцію, а у рецесивному – фотоперіодично нейтральну. У дослідженнях використовували короткоденну лінію *E1E2E3* та фотоперіодично нейтральну (ФПН) лінію *e1e2e3*. Рослини вирощували в вегетаційній камері в ґрунтовій культурі, в 9 посудинах об'ємом три літри при температурі 20-24 / 17-20°C (день / ніч). Вологість ґрунту 60-70% від повної вологоємності, інтенсивність освітлення 20 клк, фотоперіод 10 годин. Через 4-5 тижнів вегетації після формування другого справжнього листка рослини кожної лінії в трьох посудинах на

початку темного періоду (дослід 1) і в 3-х посудинах в середині ночі (дослід 2) протягом 30 хвилин опромінювали червоним світлом (630 ± 10 нм) слабкої інтенсивності. Інші з рослинами в трьох посудинах кожної лінії, що не освітлювали ЧС, слугували контролем. Нітрати визначали за Починком-Грісом.

Аналіз впливу ЧС на вміст нітратів показав, що опромінення перед настанням темного періоду викликало у КД лінії зростання їх вмісту в листках відносно контролю. Опромінення ж КД рослин серед ночі, навпаки, призводило до зменшення вмісту нітратів.

Враховуючи отримані раніше Цибулько данні про те, що переривання ночі світлом у КД рослин порушує гідроліз і відтік накопиченого вдень крохмалю (Цибулько, 1998) ми вважаємо, що в результаті нічного опромінення КД сої ЧС порушується надходження асимілятів у корені. На думку Цибулько КД рослинам потрібна довга ніч для повного гідролізу і відтоку запасних вуглеводів із листя. Тому зниження вмісту нітратів після нічного опромінення КД сої ми схильні пояснювати зниженням їх поглинання, яке ініційоване порушенням забезпечення коренів асимілятатами і енергією.

Зростання ж вмісту нітратів в листках КД сої в результаті опромінення ЧС до настання темного періоду, на нашу думку, може пояснюватися реакцією рослин на ЧС в кінці дня, як на подовження світлового періоду. За даними Цибулько КД рослини при вирощуванні на довгому фотоперіоді можуть подовжувати термін вегетації, пізніше переходити до цвітіння і накопичувати при цьому більшу вегетативну масу, для якої потрібно більше азоту (Цибулько, 1998).

У ФПН сої після вечірнього опромінення різниці по вмісту нітратів з контролем не спостерігалось, а переривання ночі ЧС у ФПН, як і у КД лінії викликало зниження вмісту нітратів в листках.

Вивчення зміни вмісту нітратів протягом ночі показало, що у КД сої вечірнє опромінення ЧС викликало зростання накопичення нітратів протягом ночі на 28% відносно контролю. Після переривання ночі ЧС їх накопичення в листках КД сої гальмувалося і показники вранці у досліді були нижчі ніж у контролі.

У ФПН лінії вечірнє опромінення рослин не призводило до суттєвої зміни швидкості накопичення нітратів протягом ночі, тоді як опромінення ФПН сої серед ночі викликало зниження швидкості нічного накопичення нітратів.

Протягом дня кількість нітратів в листках обох ліній значно зменшувалася, як в контролі, так і у дослідних варіантах, що, вірогідно, пояснюється тим, що вдень в результаті фотосинтезу посилюється метаболізація нітратів.

Вечірнє опромінення прискорювало зниження вмісту нітратів в листках КД сої за день порівняно з контролем. Переривання ж ночі ЧС, навпаки, зменшувало швидкість відновлення протягом дня, що може пояснюватися порушенням нічного відтоку асимілятів, яке може знижувати фотосинтез і інші фізіологічні процеси.

У ФПН сої вечірнє опромінення не змінювало динаміки вмісту нітратів в листках за день, тоді як переривання ночі ЧС уповільнювало зниження їх вмісту протягом дня.

Таким чином, на вечірнє опромінення лінії з різною фотоперіодичною реакцією реагували по-різному: у КД лінії нічне накопичення нітратів зростало, а протягом дня прискорювалося зниження їх вмісту, тоді як у ФПН лінії зміни вмісту нітратів не спостерігалось. На переривання ночі ЧС дві лінії реагували однаково: у них знижувалося нічне накопичення нітратів в листках, а протягом дня також знижувалась швидкість їх відновлення.

THE INFLUENCE OF THE TERM OF IRRADIUM LIGHT ON NITRATE CONTENT IN ISOGENIC GENE BY THESE GENES

Tymoshenko V. F.

The effect of irradiation with red light (660 nm, in the beginning and in the middle of the night) on the nitrate content of short day (SD) and neutral day (ND) soybean isogenic by *E* genes lines

was studied. It was found that two lines with different photoperiodic reaction reacted in the evening irradiation in different ways: in the SD line the night nitrate accumulation increased, and during the day their decrease was accelerated, whereas in the ND line the changes of nitrate content were not observed. On interruption of the night of the emergency two lines reacted with the nitrate content unidirectionally. Nitrates accumulated in the leaves at night and during the day the rate of their recovery decreased.

RELATIONSHIP BETWEEN NITRATE AND PHOSPHATE ASSIMILATION IN SOME FRESHWATER AND SALTWATER ALGAE

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

Freshwater algae *Haematococcus pluvialis* Flotow and *Chlorococcum dissectum* Korshikov accumulate natural xanthophylls valuable for food and feed. They can serve as their industrial sources: the first species is already implemented into biotechnology, the second is potential. The same applies to the saltwater alga *Dunaliella salina* Teodoresco that is one of the established sources of natural beta-carotene in the biotechnological industry.

Nitrate and phosphate in the nutrient medium for microalgae are sources of nitrogen and phosphorus, which are necessary for the yield of the biomass. For carotenogenic algae, depletion of nitrate or phosphate in the medium is an inducer of accumulation of carotenoids in the cells. Therefore, adjusting the concentration of nitrate and phosphate in the nutrient medium is an important measure to control the productivity of the culture of these microalgae.

The objective of this research is to study how the deficiency of nitrate affects the dynamics of phosphate acquisition and *vice versa*, in cultures of *H. pluvialis*, *Ch. dissectum* and *D. salina* at two levels of light intensity (2 and 8 klx) and two levels of salinity (1 and 4 M NaCl) for saltwater *D. salina*.

Cultures of two freshwater species were grown in the BBM medium (Nichols, Bold, Journal of Phycology, 1965, 1, 1, 34-38). *D. salina* was cultivated in the Artari medium modification (Масюк, Морфология, систематика, екологія..., Київ: Наукова думка, 1973, 244). In the media, the concentrations of nitrate and phosphate were decreased (80 mg/L NaNO₃ was added to the BBM or the same amount of KNO₃ to the Artari medium, and 10 mg/L K₂HPO₄ was added to both media), and in the Artari medium, which ordinarily contains 2M NaCl, salinity was set at two levels (1 and 4M NaCl). For preventing depletion of nitrate and phosphate in the medium, the cultures were grown in the fed-batch mode, adding half of the initial dose of both nutrients every 3-4 days. In the nutrient-deficient experimental variants, the nutrients were not added to the medium. The experiments were carried out according to the full factorial design, which envisaged the addition or non-addition of nitrate and phosphate, two levels of illumination, and two levels of salinity for saltwater *D. salina*. The cultures were grown in 15 ml of the medium in Erlenmeyer flasks per 25 ml, at a temperature of 25-27 °C and a photoperiod of 16/8 hours light to the darkness. The growth dynamics of the cultures were controlled by counting the number of cells in the Goryaev hemocytometer. The dynamics of the assimilation of nutrients were judged by their residual concentrations in the medium before each addition: nitrate was measured as described (Cataldo et al., Comm. Soil Sci. Plant Anal., 1975, 6, 1, 71-80), phosphate was measured by the method (Fogg, Wilkinson, Analyst,

1958, 83, 988, 406-414). The experiments were repeated in triplicate. The normality of data distribution was checked using the Shapiro – Wilk test. Statistical analysis of the effects of cultivation conditions on the culture growth dynamics and assimilation of the nutrients was carried out using the ANOVA method. For comparison of the means, Fisher's LSD was calculated.

In all three species, deficiency of nitrogen or phosphorus in the medium expectedly inhibited the growth of the cultures. Increased salinity (4 M NaCl) partially inhibited the growth of *D. salina* culture but to a lesser extent than nutrient deficiencies.

In both freshwater species *H. pluvialis* and *Ch. dissectum*, deficiency of one of the nutrients reduced the assimilation rate of the other nutrient. A possible cause may be low cell concentrations due to inhibition of culture growth. Nitrate deficiency affected phosphate assimilation stronger than *vice versa*. Perhaps since cells' need for nitrogen is higher than their need for phosphorus, the exclusion of nitrogen stronger affects culture parameters (following the law of minimum).

As for the saltwater *D. salina*, a similar effect of suppressing the assimilation of one nutrient by lack of the other was observed only at the low salinity of 1M NaCl. An increase of salinity to 4M NaCl *per se* led to inhibition of the absorption of both nutrients, but a lesser degree. Noteworthy, at a salinity of 4M NaCl, a deficiency of one of the nutrients no longer affected the assimilation of the other. We previously observed this phenomenon even at a salinity of 2M NaCl, which is standard for the cultivation of *D. salina* (Komaristaya et al., Algologiya, 2010, 20, 1, 42-55). The independence of nitrate and phosphate uptake at a salinity of 2M NaCl led to the fact that *D. salina* cells intensively accumulated another available nutrient when one of the nutrients was deficient (Komaristaya et al., Вісник ХНАУ: Серія Біологія, 2016, 3, 39, 18 -26). That hindered the subsequent induction of beta-carotene accumulation by the deficiency of this nutrient in the medium (Komaristaya et al., The VI Open Congress of Phytobiologists of Black Sea Region, Kherson, Ukraine, 2015, pp. 46-49).

No statistically significant effect of increasing light intensity from 2 to 8 klx on the dynamics of nutrient absorption was observed in any of the studied species.

There is a discussion in the literature about the biochemical independence of nitrate and phosphate metabolism and absorption. The metabolic pathways of nitrate and phosphate are not directly related, but many experimental data indicate such a relationship. Only assumptions are expressed about its mechanism: the availability of nitrogen might limit the transport of phosphate since phosphate membrane transporters are protein molecules, therefore nitrogen is necessary for their synthesis. ATP-dependent transport of nitrate across the plasmalemma could be limited by the availability of phosphorus (Bougaran et al., Journ. of Theor. Biol., 2010, 265, 3, 443-454). Besides, the ability of the cells to absorb a particular nutrient when limited by the other one is determined by physiological limits called quotas (Elrifi, Turpin, Journal of Phycology, 1985, 21, 4, 592-602).

Our data suggest that when salinity increases in *D. salina* culture, either change in nutrient transport through the plasma membrane occurs, for example, more efficient carriers are induced, or high salinity increases cell quota for nitrogen and phosphorus.

The study of the mechanisms of the assimilation of nitrate and phosphate by carotenogenic algae, as well as the influence of salinity on these processes, will shed light on the mechanisms of induction of carotenoid accumulation in the cells to control industrial culture more effectively.

ЗВ'ЯЗОК МІЖ НІТРАТНИМ ТА ФОСФАТНИМ ЖИВЛЕННЯМ У ДЕЯКИХ ПРІСНОВОДНИХ І СОЛОНОВОДНИХ ВОДОРОСТЕЙ.

Комариста В. П.

У прісноводних *Haematococcus pluvialis* і *Chlorococcum dissectum*, а також у солонowodної *Dunaliella salina* за зниженої солоності (1 М NaCl) нестача одного з джерел біогенів

(нітрату або фосфату) призводила до часткового пригнічення асиміляції іншого, при чому у прісноводних видів нестача нітрату сильніше відбивалася на асиміляції фосфату, ніж навпаки. У *D. salina* підвищена солоність (4 М NaCl) викликала часткове інгібування поглинання обох біогенів, але менш виражене, ніж нестача одного з них. За високої солоності асиміляція нітрату та фосфату в *D. salina* відбувалася незалежним чином: за нестачі одного з них клітини продовжували поглинати інший.

FATTY ACIDS IN GRAIN OF SOME TETRAPLOID WHEAT SPECIES

Relina L. I., Suprun O. H., Vecherska L. A., Boguslavskyi R. L.

Plant Production Institute named after VYa Yuriev of NAAS

Moskovskyi ave., 142, Kharkiv-61060, Ukraine

e-mail: lyudmila_vecherska@ukr.net

Wheat has never been considered an oil crop, however, oil from wheat germs and bran is rich in some bioactive compounds. Most of studies in this area are conducted on traditional commercial wheat varieties. At the same time, the interest of breeders, producers and consumers is returning to ancient and underutilized wheats species. There is very little information on the oil quality from such species. In the light of this, we stated the objective to assess tetraploid wheat species (*Triticum. dicoccoides* var. *pseudojordanicum*, *Triticum dicoccum*, *Triticum timofeevii*, *Triticum persicum* var. *rubiginosum*, *Triticum durum* var. *falcatamelanopus*, *Triticum polonicum* var. *pseudocompactum* and *Triticum aethiopicum* var. *densimenelikii*) for fatty acid composition. Fatty acid composition was analyzed by gas chromatography. Six major fatty acids were found in the species under investigation, with linoleic acid being the most abundant. They are listed in order of decreasing amounts as follows: linoleic > oleic > palmitic > linolenic > stearic > palmitoleic. This distribution did not vary from year to year. We also detected trace amounts of 3 minor fatty acids: eicosanoic, eicosenoic and behenic acids.

There were no significant differences for 4 (palmitic, linoleic, oleic and palmitoleic) of 6 major fatty acids between *T. dicoccoides* var. *pseudojordanicum* and *T. dicoccum* var. *serbicum*, which is considered to have not been crossed with other tetraploid species and have undergone the least changes in the breeding process. *T. dicoccum* var. *atratum* accessions from different locations, which are morphologically very close, in many cases differ one from another in contents of 5 of 6 major fatty acids (except palmitoleic acid).

The oil value is primarily determined by unsaturated fatty acids. In this respect, *T. timofeevii* seems the most promising species for crossing with other tetraploid species to improve wheat oil quality via breeding (unsaturated/saturated ratio = 5). Nevertheless, emmer varieties Holikovska and Romanivska and durum wheat variety Spadschina, boast rather high unsaturated/saturated ratios (4.5, 4.7, and 5.1, respectively). These values are higher than those registered for durum wheat in the National Nutrient Database for Standard Reference Nutrient data for product 20076 'Wheat, durum' of the United States Department of Agriculture and the database of the Italian National Institute for Research on Food and Nutrition (3.0 and 3.5, respectively) (Narducci V. et al., 2019). The ratios for *T. persicum* var. *rubiginosum*, *T. durum* var. *falcatamelanopus*, *T. polonicum* var. *pseudocompactum* and *T. aethiopicum* var. *densimenelikii* were 3.9, 45.3, 4.0 and 3.9, respectively. Thus, these species are unadvisable to use in crossings for improvement oil quality.

No deterioration in the grain quality in terms of unsaturated fatty acid levels was detected in the course of emmer domestication, since the ratio of unsaturated acids to saturated ones in

grain of the domestic emmer varieties was even slightly higher than in wild emmer *T. dicoccoides* var. *pseudojordanicum*. *T. timofeevii*, emmer varieties Holikovska and Romanivska and durum wheat variety Spadschina had the most beneficial unsaturated/saturated ratios.

We observed no patterns in variability of fatty acid contents across the species under investigation. The greatest variability was intrinsic to fatty acids, contents of which were below 1%: the peak variation coefficients amounted to 48.8% for palmitoleic acid in *T. dicocum* var. *atratum* (USA) and 67.7% for eicosenoic acid in *T. persicum* var. *rubiginosum*.

It is known that increased unsaturated fatty acid amounts are associated with cold tolerance, which is recognized as a general biological pattern. We found that differences in the unsaturated/saturated ratio in grain were not associated with growth habit (winter vs. spring).

ЖИРНІ КИСЛОТИ В ЗЕРНІ ДЕЯКИХ ВИДІВ ТЕТРАПЛОЇДНОЇ ПШЕНИЦІ.

Реліна Л. І., Супрун О. Г., Вечерська Л. А., Богуславський Р. Л.

Визначено жирно-кислотний склад олії з зерна деяких видів тетраплоїдної пшениці (*Triticum dicoccoides* var. *pseudojordanicum*, *Triticum dicocum*, *Triticum timofeevii*, *Triticum persicum* var. *rubiginosum*, *Triticum durum* var. *falcata melanopus*, *Triticum polonicum* var. *pseudocompactum* та *Triticum aethiopicum* var. *densimenelikii*). Виявлено 9 жирних кислот: пальмітинова, пальмітолеїнова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, ейкозанаова, ейкозенова та бегенова. Сорт пшениці твердої ярої Спадщина і *T. timopheevii* мали найвищі значення співвідношення ненасичені/насичені жирні кислоти (5.1 та 5.0, відповідно).

Секція 3 / Section 3

МЕХАНІЗМИ АДАПТИВНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ РОСЛИН

MECHANISMS OF ADAPTABILITY AND RESISTANCE OF PLANTS



ВПЛИВ N-ГЕКСАНОЇЛ-L-ГОМОСЕРИНЛАКТОНА НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ *TRITICUM AESTIVUM* ЗА УМОВ МОДЕЛЬОВАНОГО КИСЛОТНОГО ДОЩУ

Бабенко Л. М., Романенко К. О., Щербатюк М. М., Косаківська І. В.

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, 01004, м. Київ, Україна
e-mail: lilia.babenko@gmail.com

Кислотні дощі належать до найнебезпечніших абіотичних стресорів, які негативно впливають на ріст і розвиток рослини, оскільки рослинний покрив і ґрунт є їхніми головними сорбентами. Вони характерні для країн з високим ступенем урбанізації (Burns et al., 2016). Кислотними вважають дощі зі значенням рН нижче 5,5. Внаслідок реакції між водою і полутантами оксидом сірки (SO_2) або оксидами азоту (NO_x) утворюються розчини сірчаної, сірчистої, азотистої та азотної кислот, які у вигляді метеорологічних опадів потрапляють на землю. Кислотні дощі викликають некрози і хлорози листової пластинки (Odiyi, Bamidele, 2014), провокують деструктивні зміни в ультраструктурній будові хлоропластів (Polishchuk et al., 2016), зменшують вміст фотосинтетичних пігментів (Hu et al. 2014), змінюють водний баланс й активність окремих ферментів (Dolatabadian et al. 2013). Утворення значної кількості активних форм кисню (АФК) призводить до змін окисного статусу тилакоїдних мембран, що знижує інтенсивність фотосинтезу (Liu et al. 2014). Надмірне накопичення іонів водню розглядається як основний чинник ушкоджень фотосинтетичного апарату (Sun et al. 2013).

Ацилгомосеринлактони (АГЛ) – молекули медіатори бактеріального походження, задіяні в дистанційній трансдукції сигналів між бактеріями-колонізаторами фітосфери і безпосередньо між бактеріями і рослиною, належать до перспективних фітомодуляторів і фітопротекторів і рекомендовані для використання в інтенсивному органічному землеробстві (Бабенко та ін., 2016; Moshynets et.al, 2019). Метою нашої роботи було вивчення ефектів екзогенної обробки водним розчином коротколанцюгового N-гексаноїл-L-гомосеринлактону (C_6 -ГГЛ) на мікроструктуру поверхні листової пластинки та вміст фотосинтетичних пігментів у рослин озимої пшениці за дії модельованого кислотного дощу.

Досліджувались рослини короткостеблової, середньоранньої голозерної м'якої пшениці сорту Ятрань 60, рекомендованої для вирощування у зонах Лісостепу, Полісся та Степу України. Зернівки отримано з колекції Інституту фізіології рослин та генетики

НАН України. Рослини вирощували у вегетаційній камері за описаною раніше методикою (Косаківська та ін., 2018). На 14 добу проводили фоліарну обробку пагонів водним розчином С₆-ГГЛ у концентрації 100 нг/мл. Через 4 доби для моделювання умов кислотного дощу (МКД) пагони обприскували спеціальним розчином, який містив суміш солей і мав рН 2,8, (Velikova et.al., 1999). Контролем слугував аналогічний розчин зі значенням рН 5,6. Після цього ріст рослин тривав ще 2 доби. Зразки листків досліджували на сканувальному електронному мікроскопі JEOL JSM-6060 LA (Японія). Фотосинтетичні пігменти екстрагували 80% ацетоном і визначали за методом Wellburn (1994).

Листок, як орган, що проявляє фенотипову пластичність, належить до універсальних моделей для вивчення дії стресорів. Наші дослідження показали, що в контрольних умовах епідерма листової пластинки *T. aestivum*, вкрита добре розвиненим шаром воску, представленим пластинками з нерівними краями, які вкривають замикаючі клітини продихів. Після фоліарної обробки пагонів розчином С₆-ГГЛ товщина клітинної стінки разом з шаром кутикули зросла на 20%. У листках рослин, оброблених розчином С₆-ГГЛ, МКД викликав часткове розтріскування шару кутикулярного воску, незначне руйнування воскових пластинок і формування воскових кірок. Замикаючі клітини продихів не пошкоджувались, продихова щілина була закрита. Загалом, значних деструктивних змін не спостерігалось. Водночас, у необроблених розчином С₆-ГГЛ рослин після МКД нерівнокраї воскові пластинки на поверхні епідермісу були повністю зруйновані, через пошкодження замикаючих клітин до 30%, продихи залишалися відкритими.

Після МКД відбулися зміни у вмісті та співвідношенні фотосинтетичних пігментів. Так, кількість хлорофілу *a* знизилась на 44 %, хлорофілу *b* – на 51 %, каротиноїдів – на 15 %. Фоліарна обробка листків пшениці розчином С₆-ГГЛ пом'якшувала негативний ефект МКД. Так вміст хлорофілу *a* зменшився на 31 %, хлорофілу *b* – на 25 %, каротиноїдів – на 9 %. Встановлено, що за умов МКД величина співвідношення *a+b*/каротиноїди зменшилась на 36,5%, тоді як за умов фоліарної обробки розчином С₆-ГГЛ+МКД – на 25%.

Аналіз літературних даних та результати наших досліджень доводять, що більшість сільськогосподарських культур чутливі до дії кислотних дощів. Важливим аспектом вирішення цієї проблеми є розробка новітніх регуляторів росту здатних підвищити стійкість аграрних культур у зонах впливу кислотних дощів. АГЛ в умовах фоліарної обробки проявив фітопротекторну активність, зокрема, підвищив стійкість пшениці до модельованого кислотного дощу завдяки потовщенню воскового шару листової пластинки, дії на замикаючі клітини продихів та стабілізації вмісту фотосинтетичних пігментів. Встановлені особливості дозволяють розглядати АГЛ як перспективний екологічний фітомодулятор.

EFFECTS OF N-HEXANOYL-L-HOMOSERINE LACTONE ON THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF *TRITICUM AESTIVUM* LEAF UNDER SIMULATED ACID RAIN

Babenko L. M., Romanenko K. O., Shcherbatiuk M. M., Kosakivska I. V.

We analyzed the effects of foliar treatment with an aqueous solution of bacterial quorum sensing signal molecules N-hexanoyl-L-homoserine lactone (C₆-HSL, 100 ng/ml) on the structural and functional characteristics of winter wheat leaf (*Triticum aestivum* L., variety Yatran 60) under simulated acid rain (SAR). It was shown that after foliar treatment with a C₆-HSL solution the thickness of the cell wall and the cuticle layer in the epidermal cells increased by 20%. We observed a complete destruction of the wax plates on the leaf surface treated with SAR without C₆-HSL. However, on the surface of winter wheat leaves treated with SAR+C₆-HSL partial cracking of the cuticle layer, insignificant destruction of the wax plates and the formation of wax crusts were observed. Up to 30% of stomata were open on leaves treated with SAR, while upon application of SAR+C₆-HSL stomata were closed. A significant decrease in the level

of chlorophyll *a* (by 44%) and *b* (by 51%), and carotenoids (by 15%) was occurred after SAR. Foliar treatment of wheat with C₆-HSL solution mitigated the negative effect of SAR. The content of chlorophyll *a* decreased by 31%, chlorophyll *b* - by 25%, carotenoids - by 9%. These findings suggest that bacterial acyl-homoserine lactones such as C₆-HSL could be used to improve cereal crop resistance and growth under such abiotic stress as acid rain.

ПОСУХОСТІЙКІСТЬ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ НУТУ ЗА ДІЇ ПЕГ-6000

¹Борисенко А. О., ^{1,2}Вус Н. О., ²Василенко А. О., ²Шевченко Л. М.

¹ Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди,

² Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН,
пр. Московський, 142, Харків- 61060, Україна

В умовах глобального потепління клімату знижуються врожаї сільськогосподарських культур, у тому числі й зернобобових, які є переважним джерелом білка для мільйонів людей. Тому неабияку цінність наразі має нут – важлива жаростійка та посухостійка культура. За посухостійкістю він посідає друге місце після чини, у особливо посушливі роки, які останнім часом трапляються все частіше, нут добре конкурує за рівнем продуктивності із горохом. В залежності від того, на яку фазу росту та розвитку рослин припадає період спеки чи посухи, можливі втрати від 30 % до 100 % урожайності насіння, знижується його споживча та насіннева якість.

Важливим шляхом зменшення втрат урожайності від посухи є вирощування стійких сортів, створення яких потребує залучення відповідного вихідного матеріалу. Для оцінки колекційних зразків нуту на посухостійкість використовують різні методики: обчислення індексів посухостійкості, оцінка вологоутримуючої здатності листя, пророщування насіння на розчинах осмотиків та інші. Метод із застосуванням осмотиків моделює умови посухи за рахунок збільшення осмотичного тиску розчину, у якому пророщується насіння. Це дозволяє порівнювати схожість насіння і інтенсивність первинних ростових процесів, і, таким чином, провести оцінку на стійкість до посухи на стадії проростання насіння, яка є критичною для багатьох культур. За літературними джерелами концентрації осмотичних розчинів (сахарози, ПЕГ та інших) значно варіюють для різних культур.

Попереднє дослідження із визначення диференціюючої здатності розчинів осмотику ПЕГ-6000 було проведено в лабораторних умовах відділу інтродукції та зберігання генетичних ресурсів рослин Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Пророщування чотирьох зразків нуту з колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) проводили на розчинах ПЕГ-6000 п'яти концентрацій (5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %) у термостаті при температурі 21°C. Було визначено, що концентрація розчину ПЕГ-6000 у 9,7 % має максимальну диференціюючу здатність.

У 2020 році з метою верифікації раніше викладеної методики було визначено рівень толерантності зразків нуту до посухи, що полягало у пророщуванні зразків з колекції НЦГРРУ на розчині ПЕГ-6000 концентрації у 10 %. В досліді вивчали посухостійкість 12 зразків нуту: по шість зразків морфотипів *kabuli* та *desi* різного еколого-географічного походження. На третю добу пророщування визначали схожість насіння нуту в контролі та досліді. На сьому – вимірювали довжину пагону і корінців на контролі і досліді. Рівень депресії ростових процесів під впливом стресового фактору визначали за формулою:

$$Z = 100 - \left(\frac{y}{x} * 100\% \right)$$

де x – середнє значення показника на контролі, y – середнє значення показника на розчині ПЕГ-6000.

За попередніми розрахунками індексів посухостійкості колекційних зразків було визначено зразки стійкості до посухи на ранніх етапах онтогенезу: зразок UD0500263 був визначений як сприйнятливий, сорт Розанна – середньостійкий та зразки UD0500022 (*desi*) та Дніпровський високорослий (*kabuli*) – еталони посухостійкості відповідних морфотипів. Ці зразки також було залучено до досліджу.

Середня схожість насіння на розчині ПЕГ-6000 відносно контролю для зразків морфо типу *kabuli* склала 86 % з максимумом у еталону посухостійкості Дніпровський високорослий – 100 %, схожість середньостійкого сорту Розанна (55 %) була мінімальною серед досліджених зразків цього морфотипу. У зразків морфотипу *desi* середня схожість становила 64 %, з максимумом у зразка 1947 з Ізраїлю (100 %) та мінімумом у сорта Краснокутський 123 (12 %), схожість еталону UD0500022 склала 98 %.

Визначення подальшої депресії ростових процесів зразків нуту дозволяє встановити їх толерантність до посухи та здатність продовжувати вегетацію за несприятливих умов. Результати проведеного аналізу довжини корінця та пагону зразків нуту на контролі та розчині ПЕГ-6000 виявились неоднозначними.

У всіх зразків відмічено переважання розмірів корінців в порівнянні зі ступенем розвитку пагонів. Розвиток корінців як компенсаторний механізм подолання стресових умов не мав диференціюючого значення для оцінки посухостійкості. Депресія розвитку корінців відмічена тільки у п'яти з досліджених зразків: UD0500263 (Україна) (49,45 %), UD0500196 (Азербайджан) (18,89 %), Краснокутський 123 (Росія) (54,81 %), Ярина (Україна) (27,06 %) та CDC Cory (Канада) (11,52 %). Середній показник депресії розвитку корінців склав (-8,52 %). На розвиток пагонів дія осмотику мала більший негативний ефект – депресія ростових процесів в середньому склала 57,06 %.

За значеннями коефіцієнта варіації зроблено висновок, що схожість насіння на розчині ПЕГ-6000 не є достатнім показником у характеристиці стійкості до посухи. Більшу інформативність має визначення рівня депресії, яка характеризує толерантність зразків до посухи. Порівняння рівня депресії ростових процесів між зразками двох морфотипів показало, що в межах дослідженої вибірки зразки морфотипу *kabuli* більш стійкі до впливу лабораторної посухи, ніж *desi*. Депресія розвитку корінців морфотипу *kabuli* в середньому становила (-34,62 %), а пагонів 49,44 %. В той час як у досліджених зразків морфотипу *desi*: 17,58 % та 64,69 % відповідно. Зразки з від'ємною депресією росту корінців та депресією пагонів нижче 50 % визнано толерантними до посухи на ранніх етапах вегетації. Серед зразків морфотипу *kabuli* це зразки Дніпровський високорослий (депресія корінців (-63,42 %), пагонів 20,75 %), Адмірал (-86,70 % та 52,83 % відповідно) та Розанна (-19,65 % та 31,23 %); *desi* тільки еталон UD0500022 (-34,23 % та 41,06 %).

DETERMINATING DROUGHT RESISTANCE OF CHICKPEA ACCESSIONS BY SOLUTION OF PEG-6000

Borysenko A. O., Vus N. O., Vasylenko A. O., Shevchenko L. M.

The germination of 12 chickpeas from the NCPGRU on 10% PEG-6000 solution was carried out. All samples showed a predominance of root sizes compared with the degree of shoot development. Chickpea accessions of *kabuli*-type are more resistant to laboratory drought than *desi*. Depression of root development of the *kabuli*-type averaged (-34.62%) and shoots 49.44%. While in the tested samples of *desi*-type: 17.58% and 64.69% respectively. It is concluded that the germination of seeds on a solution of PEG-6000 is not sufficient indicator in the characterization of drought resistance, the determination of the level of depression characterizing the tolerance of samples to drought is more informative.

ВПЛИВ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА СТРЕСОСТІЙКІСТЬ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ЗАСОЛЕННЯ

Данко Ю. Ю., Кобилецька М. С.

Львівський національний університет імені Івана Франка,
каф. фізіології та екології рослин,
вул. Грушевського, 4, м. Львів - 79005, Україна
e-mail: yura_danko@ukr.net

Рослина, як і кожна відкрита термодинамічна система, обмінюється енергією з навколишнім середовищем. Щоб адекватно реагувати на зміни середовища рослина повинна мати певний механізм регуляції.

Основну роль рослинних регуляторів виконують фітогормони. Результати досліджень механізмів, які пов'язані зі стійкістю рослин до дії стресфакторів абіотичної природи показують, що індукована за цих умов відповідь організму подібна до патогензахисної, а взаємодія між етиленом, жасмоною (ЖК) і саліциловою (СК) кислотами модулює відповідну реакцію на дію активних форм кисню. Водночас, у літературі є відомості стосовно участі СК у підвищенні стійкості рослин до стресових факторів абіотичної природи, що обумовлено їхнім впливом на фітогормональний баланс. Так, зокрема показано, що за таких умов підвищення синтезу СК супроводжується незначним зниженням вмісту цитокінінів і ауксинів, а також накопиченням абсцизової кислоти, яка відіграє важливу роль у запуску протекторних процесів (Маменко та ін., 2009).

Метою наших досліджень було з'ясувати можливість надання рослині стресостійкості за умов екзогенної обробки саліциловою кислотою. Для дослідів ми обрали рослину кукурудзи (*Zea mays*). Кукурудза – головна фуражна та енергетична культура у світі. Із загального світового виробництва зерна кукурудзи понад 60% використовують на корм тваринам, понад 25% – як харчовий продукт, а решта – для промислової переробки і виробництва олії, крохмалю, цукру, спирту, глюкози (Мойсієнко, 2015). Стресовим фактором обрали засолення ґрунту. Проблема засоленості ґрунту є дуже важливою на сьогодні, зважаючи на щорічне зростання кількості населення, вирішення якої допомогло б збільшити площі посіву. Адже більше чи менше засолено майже 25% всіх ґрунтів нашої планети. Найшкідливішими для рослин є легкорозчинні солі, які без особливих труднощів проникають у цитоплазму: NaCl, MgCl₂, CaCl₂. Менш токсичними є важкорозчинні солі: CaSO₃, MgSO₄, CaCO₃. Нагромадження солі може спричинити часткову або повну втрату здатності ґрунту забезпечити необхідну кількість води рослинам. Часто такі процеси є незворотніми (Rubio, 1996).

Для проведення дослідів ми попередньо замочували насіння кукурудзи в розчині саліцилової кислоти (0,05мМ) протягом 2-ох годин. Насіння контрольного варіанту замочували в дистилаті. Спершу насіння пророщували в термостаті протягом 4 днів у темряві. На 5-ий день проростки переносили на водне середовище, де рослини росли 3 доби. Використовували три варіанти водної культури: дистильована вода (контроль), 0,1М NaCl, 0,22М NaCl. Таким чином моделювали різну засоленість ґрунтів, яка безперечно є стресовим чинником для рослин, та здатність саліцилової кислоти збільшувати стійкість рослин.

Для визначення впливу дії NaCl на необроблені та оброблені саліциловою кислотою рослини нами була проведена низка дослідів такі як: визначення морфометричних показників рослини, визначення маси сухої речовини, визначення активності процесів перекисного окислення ліпідів в рослинних тканинах за нагромадженням ТБК-активних продуктів, визначення вмісту антоціанів та феофітінів у

рослинах кукурудзи. Усі дослідження проводили на кафедрі фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка.

Результати проведених досліджень дозволили зробити такі висновки. Засолення у концентраціях 0,1 М та 0,22 М спричинювало зменшення морфометричних параметрів, зменшення сухої речовини і зростання вмісту ТБК – активних продуктів у коренях і пагонах рослин кукурудзи. Попередня обробка насіння кукурудзи саліциловою кислотою послаблює ефект інгібування росту коренів та пагонів рослин, які піддавались стресовому впливу – засоленню середовища вирощування. За впливу саліцилату спостерігали збільшення маси сухої речовини в органах рослин в умовах засолення. Обробка насіння саліциловою кислотою спричинювала зниження рівня ТБК-активних продуктів у тканинах досліджуваних рослин при дії засолення, що свідчить про зменшення інтенсивності перекисного окиснення ліпідів за цих умов. Саліцилова кислота позитивно впливала на вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах кукурудзи. Попередня обробка саліциловою кислотою сприяла кращому накопиченню антоціанів в пагонах рослин за дії стресового фактора – засолення.

THE INFLUENCE OF SALICYLIC ACID ON THE LEVEL OF STRESS RESISTANCE OF A CORN PLANT IN CONDITION OF SALINIZATION

Danko Y., Kobyletska M.

The paper presents the results of the analysis of exogenous influence of salicylic acid on the level of stress resistance of a corn plant. The stress factor is salinization. The experiments were conducted at the Department of Plant Physiology and Ecology in Ivan Franko National University of Lviv. Experiments have shown that salicylic acid has a positive effect on the increase of stress resistance. This effect is evidenced by - growth rates, the dry mass content, the content of anthocyanins, pigments and malondialdehyde.

РІСТ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА УМОВ ПОСУХИ

Жук О. І.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вулиця Васильківська 31/17, м.Київ-03022, Україна
e-mail: zhukollga@gmail.com

Досліджено ріст та продуктивність рослин пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за дії природної та модельної посухи у критичних фазах онтогенезу (виходу у трубку та колосіння-цвітіння). Об'єктами досліджень були сорти вітчизняної селекції Фаворитка, Смуглянка, Подолянка, Придніпровська, Новокиївська, Золотоколоса, Єдність, Збруч, Подільська нива, Одеська 66, Наталка, Донецька 48, Райгородка, Миронівська 61, Астарт, Поліська 90, Куяльник, Ладжінка, Дарунок Поділля, Одеська 267. Рослини вирощували в умовах вегетаційних та польових дослідів у 2017, 2018 та 2019 роках. Модельну посуху в умовах вегетаційних дослідів створювали у посудинах, які містили суміш ґрунту і піску, шляхом зменшення вологості ґрунту від оптимальної 70% ПВ до 30% ПВ у рослин дослідних варіантів. В умовах польових дослідів відзначали періоди природної посухи. Ґрунт сірий лісовий. Тривалість природної та модельної посухи становила 8-10 діб. Частина сортів, зокрема сорти Фаворитка, Смуглянка, Золотоколоса, Подолянка містять пшенично-житню транслокацію 1AL/1RS, сорт Новокиївська має транслокацію 1BL/1RS, маркером якої є алель Gli-B1I. Практична цінність сортів з цими

транслокаціями пов'язана з впливом короткого плеча хромосоми жита 1R.

Ростова реакція належить до головних механізмів захисту рослин пшениці від критичних втрат води в умовах посухи. За дефіциту води відбувається зменшення площі листової поверхні, затримка процесів клітинного росту, які включають проліферацію та розтягнення клітин. Припинення надходження вуглекислоти до клітин листового мезофілу через закривання продихів за дії посухи зупиняло потік фотоасимілятів до меристем, які належать до головних атрагуючих центрів у рослин пшениці. Встановлено, що тривалість існування інтеркалярних меристем у пагоні пшениці обмежена у часі і просторі, а недостатнє забезпечення ресурсами здатне зупинити поділ клітин з незворотною втратою ними здатності до проліферації. Проведене нами дослідження мітотичної активності клітин апікальної частини пагона пшениці за дії посухи у фазу виходу у трубку виявило її зменшення та припинення у критичних умовах існування. Дефіцит води затримував процеси розтягу клітин пшениці, рушійною силою яких є тургорний потенціал, що забезпечує безперервне надходження води до вакуолі, збільшення розмірів якої необхідне для формування клітинної стінки. Покращення водозабезпечення рослин після посухи не змінювало кількості утворених клітин, яка визначала кінцеві розміри структурних елементів пагона і колоса. Це обумовлено тим, що клітини інтеркалярних меристем пшениці вже спеціалізовані у напрямку розвитку і втрачають проліферативну здатність протягом короткого періоду проходження фази рослиною. Саме у фазу виходу у трубку у пшениці відбувається формування і редукція квіток, яка безпосередньо залежить від надходження необхідних ресурсів і визначає можливу максимальну закладку зернівок. Встановлено, що дія посухи у фазі виходу у трубку спричиняла затримку видовження верхніх міжвузлів, листків, колоса, бічних пагонів, редукцію колосків, квіток призводила до зменшення висоти та товщини стебел, площі поверхні прапорцевого листка, кількості продуктивних пагонів на рослину, розмірів колоса, числа колосків і зерен у ньому значніше у бічних пагонах, порівняно з головним, що було спричинене дефіцитом фотоасимілятів, води та інших ресурсів для їх формування. Найменш розвиненими у колосі були верхні і нижні колоски. Колоски центральної частини колоса у більшості сортів утворювали 3-5 квіток і зернівок, у той час як у нижній і верхній частині – 1-2. Величина і маса зернівок суттєво відрізнялись у різних частинах колоса і в окремому колоску.

Дія посухи у фазу колосіння-цвітіння впливала на життєздатність пилкових зерен, проростання пилкової трубки, початкові етапи формування зернівки, що відзначаються активною проліферацією клітин. Встановлено, що за умов посухи інтенсивність проліферативних процесів у зернівках падає і призводить до зменшення розмірів насінини.

Найбільш стійким до посухи в умовах дослідів був сорт Дарунок Поділля, який сформував близько 125 зерен на рослину. Високу стійкість виявили сорти Куяльник, Подолянка, Наталка, Одеська 66, Придніпровська, які в умовах посухи утворювали від 100 до 120 зерен на рослину. Найменш стійкі сорти Миронівська 61, Райгородка, Поліська 90 в умовах посухи формували 90-95 зерен. Найбільшу масу зерен на рослину утворювали сорти Одеська 66 і Дарунок Поділля, яка становила 5,1-5,2 г на рослину, а найменшу – сорти Миронівська 61, Поліська 90, Ладижинка, яка становила від 2,5 до 3,5 г. Більшість інших досліджених рослин мали масу зерен на рослину 4,0-4,5 г. Найбільша маса зерен у колосі відзначена у головному колосі усіх досліджених сортів пшениці і складала більше 2,0 г.

Таким чином, наслідком дії посухи на критичних фазах онтогенезу пшениці було зменшення продуктивності рослин за рахунок зниження озерненості колоса і маси зерен. Головним механізмом контролю росту за дефіциту води була регуляція інтенсивності проліферативних процесів шляхом змін у надходженні необхідних ресурсів і води. У фазу виходу у трубку лімітуючим процесом було формування плооеlementів колоса, а

у фазу цвітіння – закладання зернівок. Наслідком дефіциту води у даних фазах онтогенезу було зменшення озерненості колоса і кількості зерен на рослину. Дефіцит води у фазі виходу у трубку рослин пшениці озимої інгібував процеси клітинного росту, які детерміновані у часі і просторі, що було головною причиною зменшення розмірів елементів пагона і колоса. Стратегія реалізації продуктивного потенціалу у стійких до посухи сортів полягала у пріоритетному забезпеченні ресурсами головного пагона, що дозволяло сформувати достатній врожай у несприятливих умовах довкілля.

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SOFT WINTER WHEAT PLANTS UNDER DROUGHT

Zhuk O. I.

It is shown that the effect of drought in the tillering phase of soft winter wheat plants cv. Favoritka, Smuglyanka, Podolanka, Pridniprovskaya, Novokievskaya, Zolotocolosa, Yednist, Zbruch, Podylska nuva, Odeska 66, Natalka, Donecka 48 Raygorodka, Mironivska 61, Astarta, Polyska 90, Kujalnik, Ladijinka, Darunok Podilja, Odeska 267 delayed the growth of the stems, ear, leaf surface. The cell growth in apical part of winter wheat main shoot was studied from tillering to flowering phase. The intensity of proliferative processes during ear structures formation period determines the number of spikelets, flowers and grains in the wheat ear. It is established that the effect of drought in the critical phase of ontogenesis led to a decrease in plant height, ear size, mass and number of grains. Decreasing of grain quantity per plant was compensated by increasing of their mass after water supply recovering.

КОНСТАНТА ШВИДКОСТІ ВОДОВІДДАЧІ ЯК ПОКАЗНИК СТІЙКОСТІ ТКАНИН ЛИСТКІВ ДО ЗНЕВОДНЕННЯ

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

Протягом вегетаційного періоду в умовах степової зони рослини часто піддаються дії таких негативних явищ, як атмосферна і ґрунтова посуха, суховії у сполученні з інтенсивною інсоляцією, високою температурою повітря. Здатність переносити недостатнє водозабезпечення літнього періоду має вирішальне значення у формуванні продуктивності культурних рослин. Стійкістю до стресових гідротермічних факторів у період вегетації визначається й успішність інтродукції нових декоративних видів рослин у степову зону України. Пристосування рослин до посушливих умов полягає насамперед у здатності рослинного організму підтримувати гомеостаз зводненості тканин на оптимальному рівні. У регулюванні водообміну рослин значну роль відіграє величина водоутримуючих сил (Григорюк, 2003). Висока водоутримуюча здатність стійких до зневоднення рослин обумовлюється на рівні фізіолого-біохімічних реакцій, а також визначається морфоанатомічними пристосуваннями, завдяки яким скорочується водовіддача тканинами листків (Kramer, 1995; Недуха, 2001).

За дії зневоднюючих факторів у першу чергу тканини листка втрачають легкорухому, насамперед апопластичну, воду. Якщо фракція вільної води велика, то й ступінь зав'ядання листків буде більшим (Fricke, 2000; Velicanov, 2007; Анисимов, 2014). Висока стійкість до зневоднення забезпечується достатньою кількістю колоїдно зв'язаної води симпласта (Zaitseva, 2016).

Експериментальні дані, які відображують втрату води ізольованими листками

впродовж 8-24 годин, звичайно виражають у графічному вигляді. Чим більше вигин кривої, тим швидше втрачають воду тканини листка при зав'язанні, проте кількісно оцінити динаміку водовіддачі таким чином неможливо. Для цього доцільно застосувати алгоритм регресійного аналізу, який базується на вихідному рівнянні, що виражає загальну закономірність фізіологічних механізмів втрати води ізольованими листками а саме – швидкість змінення маси води при зав'язанні пропорційна самій масі води у листку. Це твердження у математичному вираженні має вигляд диференціального рівняння:

$$dm(t) / dt = -k \cdot m(t) \quad (1),$$

де $m(t)$ – маса води у листку, що змінюється у часі, мг; k – коефіцієнт пропорційності, або константа швидкості водовіддачі, сек^{-1} ; t – час, години.

Рішенням цього рівняння є експоненційна функція вигляду

$$m(t)=m_0 \cdot e^{-kt} \quad (2),$$

де m_0 – початкова маса води у листку, мг. Представлення цього рівняння в логарифмічному вигляді дозволило отримати лінійну функцію

$$\ln [m(t) / m_0] = -kt \quad (3)$$

Екстраполяція експериментальних даних експоненційною функцією і графічне зображення їх в координатах $OX(t)$ - $OY [\ln m(t)]$ дозволило отримати основні кількісні характеристики водообмінних процесів. Перетинання лінійної частини кривої з віссю OY визначає величину m_0 . За величиною кута нахилу прямої по відношенню до осі OX розраховували коефіцієнт k , який відображує швидкість втрати води тканинами листка. Це кількісна характеристика кривої водовіддачі, за якою можна визначати вплив гідротермічних факторів на процеси водообміну різних видів рослин.

У наших дослідженнях проведено порівняльний аналіз швидкості водовіддачі 12 видів роду *Syringa* L. колекції ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Досліджувані види бузків походять з різних районів природного розповсюдження роду (Балкано-Карпатської, Західногімалайської та Східноазіатської гірських областей) і відповідно різняться за своєю стійкістю до посушливих умов району інтродукції (Горб, 1989). Польову посухостійкість рослин визначали окомірно за прийнятими шкалами за сприятливих умов та в період посухи (Зайцева, 2007). Для кількісної оцінки швидкості водовіддачі використовували експериментальні дані, отримані при визначенні водоутримуючої здатності за методом Арланда (Брайон, 1995). Експозиція (час «зав'язання») становила 8 годин для двох варіантів досліду – при 20°C та 32°C .

Отримані величини константи швидкості водовіддачі в цілому добре відображують визначені нами особливості втрати води листям бузків за умов різної температури, і корелюють з оцінками польової посухостійкості рослин. Так, найменш стійкий вид *S. reticulata* має найбільші константи швидкості водовіддачі при нормальній ($k_1=0,0053$) і підвищеній ($k_2=0,0136$) температурах, які в 10 разів перевищують константи інших видів. В той же час польова посухостійкість *S. reticulata* оцінена балом 0,5 (з 5 балів) і є найменшою серед досліджуваних видів. В період глибокої тривалої посухи листя *S. reticulata* швидко жовтіє, стає бурим і висихає. Недостатньо стійкими до зав'язання за нормальних температурних умов виявилися *S. vulgaris*, *S. yunnanensis*, *S. reflexa*, *S. komarovii* з підвищеними значеннями константи водовіддачі ($0,0030$ - $0,0014 \text{ сек}^{-1}$).

У більшості видів, для яких характерна висока швидкість водовіддачі, під впливом температурного фактору спостерігається подальше зростання цього показника – у *S. vulgaris* до $0,0061 \text{ сек}^{-1}$, *S. josikae* $0,0040 \text{ сек}^{-1}$ та ін., що свідчить про відсутність ефективних механізмів протидії стресовим факторам.

Але найбільш чутливими до гідротермічного стресу слід вважати види, які повільно втрачають воду за оптимальних температурних умов і значно підвищують швидкість водовіддачі при температурі 32°C. Так, у *S. wolfii* константа швидкості підвищується у 7,75 разів, *S. emodi* – у 6,5, *S. villosa* – у 4,1, і досягає значень 0,0062-0,0037 сек⁻¹. Саме ці види, а також *S. reticulata* з максимальною швидкістю водовіддачі, мають найнижчу польову посухостійкість (0,5-2,0 бали). Зміна швидкості водовіддачі під впливом високої температури свідчить про суттєві втрати водоутримуючих властивостей протопласту клітин.

Таким чином, величина швидкості водовіддачі тканин листя при підвищеній температурі 32°C має діагностичне значення при визначенні адаптаційного потенціалу інтродуцентів в умовах посухи. Цей показник корелює з оцінками польової посухостійкості рослин, зробленими впродовж вегетаційного періоду в кліматичних умовах району інтродукції – Степовому Придніпров'ї. Значне зростання швидкості водовіддачі за умов гідротермічного стресу є показником нестабільності водного балансу і порушення гомеостазу клітин, що дає змогу прогнозувати негативну реакцію рослин на посуху (*S. wolfii*, *S. emodi*, *S. villosa*). Розроблений регресійний метод оцінки швидкості водовіддачі доцільно використовувати для оцінки посухостійкості рослин у районах, де вегетаційний період характеризується високими температурами та недостатнім зволоженням.

THE CONSTANT OF WATER RETURN RATE AS INDEX OF LEAF TISSUES RESISTANCE TO DEHYDRATION FACTORS

Zaitseva I. O.

The rate of water return by leaf tissues at introducing plant genus *Syringa* L. was marked with used regression method. The rate of water return is diagnostic criterion for determine of plant reaction under drought. The quantitative estimation of water forms and rates of water return by plant tissues are coordinate with estimations of field drought-resistance for vegetation period.

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РІЗНИХ СОРТІВ ЯРОЇ ПШЕНИЦІ ЗА УМОВ ДЕФІЦИТУ КУПРУМУ ТА ЗАЛІЗА

Коропецький О. Ю., Бокатенко Ю. А., Пацула О. І.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: do@weidgard.pp.ua

Оптимальне забезпечення населення планети продуктами харчування є однією з найдавніших і найбільш актуальних проблем. Ефективне мінеральне живлення — одна з основ успіху при вирощуванні сільськогосподарських культур. Без збалансованої системи важко уявити високі та стабільні врожаї. Попит на органічну українську пшеницю з кожним роком зростає як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. В органічному виробництві України пшениця посідає перше місце серед усіх сільськогосподарських культур. Саме тому збільшення якості зерна є пріоритетним напрямом розвитку народного господарства і гарантією продовольчої безпеки держави. Тому метою нашої роботи було дослідити сучасні сорти ярої пшениці на предмет стійкості до дефіциту іонів заліза та купруму.

У дослідженнях було використано 4 сорти пшениці ярої м'якої: Божена,

Миронівський оксамит, Дубравка, Провінціалка та полба Голіковська. Рослини вирощували протягом 21 доби на піщаних культурах із розчином Хогланда – Арнона та таким же розчином з дефіцитом заліза. Контролем слугувало середовище Хогланда – Арнона. Кожні 7 діб проводили полив поживним середовищем та відбір рослинного матеріалу у якому вимірювались морфометричні показники та вміст фотосинтетичних пігментів.

Вміст купруму для росту пшениці є надзвичайно важливим, оскільки весь її вміст міститься у хлоропластах і тісно пов'язаний із процесами фотосинтезу. Брак цього елемента викликає у рослин затримку росту, цвітіння та хлороз листків. У наших дослідженнях у рослин, у яких був відсутній купрум чітко проявлялось побіління кінчиків на кінцях листя та темно-зелений колір на прикореневих листках, що є однією з візуальних ознак нестачі купруму. Із 5 сортів, що досліджувались, на початкових етапах ріст у кожної рослини практично співпадає із контролем. Це свідчить про те, що рослина мала великий запас поживних речовин і активно його використовувала. В подальшому добре видно відставання у рості сортів, у яких відсутній у поживному розчині купрум. Це доводить те, що при відсутності важливих мікроелементів ріст рослин гальмується. Виняток становить лише варіант із сортом Голіковська, яка у наших дослідках виявилась найбільш стійкою до дефіциту купруму. При визначенні вмісту пігментів ми встановили, що нестача купруму веде до зменшення кількості хлорофілу а, вміст хлорофілу b відрізняється тільки у перші 7 днів. Дефіцит купруму негативно впливає на процеси фотосинтезу у рослин. Вміст каротиноїдів у рослинах на 14 день зростає, що очевидно пов'язано із стресовими умовами.

Відомо, що залізо, що поглинається рослинами, використовується для діяльності різних ферментативних систем та фотосинтетичних процесів. Як наслідок, основна ознака нестачі – поява некротичних плям на листках і хлороз. У наших дослідках за умов дефіциту заліза спостерігалось пошкодження молодих листків рослин, зріле листя вкривалось жовтими і зеленими повздовжніми смугами. Коренева система була слабо розвинена, це було помітно за короткими коренями бурого кольору. В деяких випадках спостерігалось відмирання молодих пагонів. Вже з початкових етапів росту можна спостерігати різницю у висоті пагонів контрольних та дослідних рослин, найбільша різниця у показниках спостерігалась у рослин сорту Дубравка. Хоча на ранніх етапах рослини цього сорту значно відставали від контрольних показників.

Пігменти відіграють важливу роль в життєдіяльності організмів, особливо у фотобіологічних процесах. Перші 7 днів кількість хлорофілу а у досліді була дещо меншою за контроль, це може бути пов'язано зі стресовими умовами росту рослин. На 14 та 21 добі відповідно можна спостерігати зменшення кількості хлорофілу а у досліді порівняно з контролем. Варто відмітити сорт Голіковська, вміст хлорофілу а був найвищим, порівняно із іншими сортами, особливо на ранніх етапах росту. При подальшому рості, у 21-добових рослин, вміст хлорофілу b дещо зростає за умов дефіциту заліза, хоча надалі залишається нижче за контрольні варіанти. Встановлено, що найбільш стійкими до дефіциту заліза були сорти Дубравка та Голіковська, морфометричні показники та вміст хлорофілів був у межах контролю.

Загалом показано, що при нестачі іонів купруму та заліза знижуються морфометричні параметри в усіх досліджуваних сортів пшениці, в листках пшениці порушується утворення хлорофілу, в результаті чого розвивається хлороз, який проявляється в першу чергу на молодих верхніх листках. Винятком становили лише варіанти із сортом Голіковська, де дефіцит мікроелементів не призводив до значного зниження морфо-фізіологічних показників.

MORPHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF DIFFERENT VARIETIES OF SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF COPPER AND IRON DEFICIENCY

Koropetskiy O., Bokatenko J., Patsula O.

Effective mineral nutrition is one of the pillars of success in growing crops. The purpose of the study was to find wheat varieties capable of withstanding iron and copper deficiency while displaying stable and high yields. Deficiency of copper and iron ions led to a decrease in the morphometric parameters in all studied wheat varieties, whereby chlorophyll formation was disturbed in wheat leaves, resulting in the development of chlorosis, which is manifested primarily in the young upper leaves. The only exceptions were Golikovska, where the deficiency of studied microelements did not lead to a significant decrease in morpho-physiological parameters.

ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА СУМІСНОЇ ДІЇ ХРОМУ І НІКЛЮ

Лисенко О. І.

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг – 5008, Україна

У результаті інтенсивної господарської діяльності людини (функціонування промислових підприємств, хімізація сільського господарства) в біогеохімічний кругообіг залучаються важкі метали, серед яких за темпами накопичення в біосфері до групи пріоритетних забруднювачів належать хром та нікель.

Відомо, що в основному пластичні речовини необхідні для росту і розвитку рослинного організму утворюються в процесі фотосинтезу. Фотосинтетична продуктивність рослин в значній мірі визначається рівнем накопичення в асимілюючих органах пластидних пігментів. Вміст пігментів, а також співвідношення між ними є однією з важливих екологічних характеристик, як окремих рослин, так і взагалі рослинних угруповань. В останні роки сформувались уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії факторів, у тому числі важких металів, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів та їх функціональну активність. Тому дослідження динаміки накопичення хлорофілів у листках рослин під впливом хімічних і біологічних факторів безсумніву актуальні. Надлишковий або недостатній уміст іонів важких металів може по різному впливати на вміст основних пігментів фотосинтезу у листках сільськогосподарських культур. У зв'язку з вищенаведеним метою роботи було визначити зміни вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках кукурудзи за сумісної дії іонів хрому і нікелю.

Досліди проводили в лабораторних умовах на гібридах кукурудзи Премія 190 МВ і Євро 401 СВ. Перед висаджуванням насіння замочували на 1 годину в проточній воді, далі 10 хвилин витримували в 5% розчині гіпохлориду натрію, а потім промивали ще 15 хвилин у проточній воді. Після цього підготовлене насіння пророщували в термостаті за температури +25°C 4 доби на дистильованій воді до появи корінців 0,5-1,0 см довжиною. Такі проростки 5 діб вирощували у вегетаційних посудинах за температури 26-27°C на стандартному поживному середовищі Хогланда-Снайдерс, при освітленні 15000 люкс у продовж 16 годин на добу за аерації поживного середовища. На 6-ту добу до вегетаційних посудин вносили сполуки хрому і нікелю. Вплив комбінованої дії водних розчинів сульфатів хрому (III) і нікелю (II) вивчали в наступних варіантах досліду:

контроль (дистильована вода) 1ГДК (гранично допустима концентрація елементу в ґрунті) $\text{Ni}^{2+}+1\text{ГДКCr}^{3+}$; $10\text{ГДКNi}^{2+}+1\text{ГДКCr}^{3+}$; $1\text{ГДКNi}^{2+}+10\text{ГДКCr}^{3+}$, $10\text{ГДКNi}^{2+}+10\text{ГДКCr}^{3+}$. В дослідках вважали, що ГДК Cr 6 мг і ГДК Ni 4 мг/л. Потім після 24 і 72 годинного впливу розчинів важких металів проводили визначення вмісту хлорофілів у листках кукурудзи за загальноприйнятими методиками.

Визначення вмісту хлорофілів у листках рослин кукурудзи показало, що після 24 годинного вирощування рослин на розчинах з важкими металами вміст хлорофілу *a* у гібриду кукурудзи Премія 190 МВ статистично достовірно зменшувався у варіантах коли обидва метали у мінімальних і максимальних концентраціях на 28 і 14% відповідно. Тоді, як у гібриду Євро 401 СВ спостерігається дещо інша закономірність. У всіх варіантах досліді кількість статистично достовірно змінюється, а саме зростає до 10%. У свою чергу у рослин Євро 401 СВ кількість хлорофіл *b* у всіх досліджуваних варіантах збільшувалась від 22 до 68% відносно контролю, тоді як у гібриду Премія 190 МВ стабілізувалась на рівні контролю.

Після трьох діб вирощування рослин на розчинах важких металів отримані наступні дані: вміст хлорофілу *a* у гібриду Премія 190 МВ статистично достовірно зростає у всіх досліджуваних варіантах від 12% до 75%, тоді як у гібриду Євро 401 СВ цей показник зростав не суттєво, окрім варіанту коли іони хрому і нікелю вносили до поживного середовища у концентрації 1 ГДК (на 23%), в інших випадках його кількість знаходилась на рівні контролю. Можливо це пов'язано з різною металотолерантністю гібридів до сумісного впливу іонів хрому і нікелю, яка була показана раніше (Гришко, 2019).

Виявлена дещо, відміна закономірність і для хлорофілу *b*. Так, у гібриду Премія 190 МВ відмічено зростання рівня хлорофілу *b*, на середовищі з важкими металами у варіантах: $1\text{ГДКNi}^{2+}+1\text{ГДКCr}^{3+}$ на 52%, $10\text{ГДКNi}^{2+}+10\text{ГДКCr}^{3+}$ на 88%, а у гібриду Євро 401 СВ подібна закономірність прослідковується лише коли важкі метали у концентрації 1 ГДК, цей показник зростав майже у 2 рази порівняно до контролю. У інших варіантах не виявлено змін цього пігменту у обох гібридів.

Таким чином, підсумовуючи результати наших досліджень можна стверджувати, що за дії іонів хрому і нікелю значніше зростає вміст хлорофілу *a* і *b* у переважній більшості варіантів на 72 годину, ніж 24 годину впливу. Для гібриду Премія 190 МВ спостерігається суттєвіше підвищення концентрації основних фотосинтетичних пігментів, порівняно з Євро 401 СВ.

THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEADS OF MAIZE HYBRIDS BY THE COMBINED ACTION OF CHROME AND NICKEL

Lysenko O. I.

The aim of the study was to determine the changes in the content of chlorophylls *a* and *b* in corn leaves by the combined action of chromium and nickel ions. The experiments were carried out under laboratory conditions with different maize hybrids (Premiya 190 MV and Yevro 401 SV) in the following variants: control (distilled water) 1MPC (maximum permissible concentration) $1\text{MPCNi}^{2+}+1\text{MPCCr}^{3+}$; $10\text{MPCNi}^{2+}+1\text{MPCCr}^{3+}$; $1\text{MPCNi}^{2+}+10\text{MPCCr}^{3+}$, $10\text{MPCNi}^{2+}+10\text{MPCCr}^{3+}$. In the experiments it was assumed that MPC Cr 6 mg MPC Ni 4 mg/l. After 24 and 72 hours of exposure to heavy metal ions, the content of chlorophylls in the leaves was determined. The results show that the action of chromium and nickel ions significantly increases the content of chlorophyll *a* and *b* in most variants for 72 hours than 24 hours. For the hybrid Premiya 190 MV, there is a significantly higher increase than the Yevro 401 SV.

ВПЛИВ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕННЯ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ Й РІСТ ПРОРОСТКІВ *PORTULACA GRANDIFLORA* HOOK.

Пристапа І. В.

Запорізький національний університет,
каф. садово-паркового господарства та генетики
вул. Жуковського 64, м. Запоріжжя – 69000, Україна
e-mail: artemisia.iryana@gmail.com

Портулак великоквітковий – перспективна рослина для озеленення південного сходу України. Портулак в природних умовах тропічного клімату – багаторічна рослина, проте у помірному кліматі вирощується як однорічна рослина. Портулак великоквітковий – ґрунтопокривна рослина, яка цвіте дуже рясно з червня (через 60–70 діб після висівання) до приморозків, добре росте на супіщаному, зволоженому ґрунті, світлолюбна, теплолюбна, посухостійка, стійка до хвороб та шкідників (Чипляк, Яцкевич, 1999).

Квітник з однорічників є одним з кращих способів прикрасити ділянку і будинок. Краса, простота, функціональність – ось далеко не повний перелік переваг такого квітника. Нові сорти однорічників, що з'являються щорічно, дозволяють експериментувати з кольоровим оформленням (Кисленко, 2012).

В умовах промислового міста рослини знаходяться під впливом ряду забруднюючих речовин. Так, вміст важких металів у ґрунті та воді неухильно підвищується головним чином за рахунок техногенного забруднення (Бессонова, 2006). Іони важких металів не схильні до біохімічного розкладання і можуть утворювати леткі газоподібні і високотоксичні металоорганічні з'єднання. Виявлено, що чим глибше в ґрунт проникають коріння рослин, тим менше в них накопичуються важкі метали. Також чим нижче температура проростання насіння, тим активніше ці рослини накопичують важкі метали.

Однією з серйозних проблем є засолення ґрунту, обумовлене як природними, так і антропогенними причинами. Згідно з рядом досліджень, розвиток коренів у меншій мірі піддається впливу сольового стресу, ніж формування надземної частини рослин, хоча також зафіксована обернено пропорційна залежність між відносною швидкістю приростання коренів і концентрацією NaCl в розчині (Alwan, 2015).

Нами була взята сортосуміш, яку часто використовують для міського озеленення. Дослід проводили в лабораторних умовах. Досліджували відсоток проростання насіння, довжину гіпокотилію та коренів. Оцінку стану проростків проводили на 5-у добу. Концентрація розчинів натрію хлориду була 100 мМ, Cu^{2+} та Pb^{2+} 1 мМ. Отримані результати оброблені статистично (Лакин, 1990).

Схожість насіння у контролі складала 76,5 %. Насіння портулаку великоквіткового виявилось чутливим до сольового стресу та дії солей важких металів. Під впливом засолення схожість насіння достовірно знижувалась у порівнянні з контролем, цей показник дорівнював 46,7 %. При дії важких металів схожість складала 20,8 % (міді) та 19,5 % (свинцю).

Довжина гіпокотилію та головного кореня була більшою у контролі. Цей показник був 17,2 мм та 23,4 мм відповідно. При дії хлоридного засолення ці показники знижувались. Довжина головного кореня при дії хлориду натрію складала 15,8 мм, а гіпокотилію - 19,6 мм. При дії солей міді та свинцю спостерігали значне гальмування росту гіпокотилей та коренів. При дії міді та свинцю насіння розвивалося дуже повільно. На 5-у добу довжина головного кореня складала 7,3 мм та 5,2 мм відповідно. Гіпокотиль не розвивався.

Таким чином, хлоридне засолення та солі міді й свинцю знижували лабораторну схожість насіння, ріст гіпокотилу та головного кореня проростків портулаку великокріткового. Більш значним зниження цих показників було при дії солей міді та свинцю.

THE INFLUENCE OF CHLORIDE SALINIZATION AND HEAVY METALS ON SEED SIMILARITY AND SEEDLINGS GROWTH OF *PORTULACA GRANDIFLORA* HOOK.

Prystupa I. V.

Portulaca grandiflora - a promising plant for landscaping southeastern Ukraine. We have taken a variety mix, which is often used for urban landscaping. The experiment was conducted under laboratory conditions. The percentage of seed germination, the length of the hypocotyl and the roots were examined. Chloride salinization and copper and lead salts reduced the laboratory germination of seeds, the growth of the hypocotyl and the main root of the seedlings of *Portulaca grandiflora*. More significant decrease of these indicators was at the action of copper and lead salts. On the 5th day of observation under the influence of heavy metals hypocotyl did not develop.

ВПЛИВ ҐРУНТОВОЇ ПОСУХИ НА ФОТОСИНТЕЗ ТА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ У СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

**Соколовська-Сергієнко О. Г., Поліщук Г. І., Кедрук А. С., Кірізі́й Д. А.,
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: Sokolovska_oksana@ukr.net

Мета нашої роботи полягала у вивченні реакції на ґрунтову посуху вмісту фотосинтетичних пігментів, інтенсивності фотосинтезу, активності ферментів антиоксидантного захисту і зернової продуктивності у сучасних сортів озимої пшениці.

Дослідження проводили на рослинах озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сортів Подолянка, Хуртовина, Вінничанка і Придніпровська, які вирощували у вегетаційних посудинах на 10 кг ґрунту, удобрених 10 г нітроамофоски, за природного освітлення. Кількість рослин в посудинах становила 15 шт. Добрива вносили в рівних кількостях при наповненні посудин ґрунтом і в середині фази виходу в трубку (ВВСН 34).

До початку цвітіння, а в контрольному варіанті впродовж всієї вегетації, вологість ґрунту підтримували на рівні 70 % повної вологоємності (ПВ). У фазу цвітіння припиняли полив рослин дослідного варіанта, знижуючи протягом 4 діб вологість ґрунту до рівня 30 % ПВ, який підтримували протягом наступних 10 діб. Загальний період вирощування рослин за зниженого вологозабезпечення становив 14 діб, охоплюючи фази цвітіння і початку молочної стиглості. Після цього полив дослідних рослин відновлювали до рівня контролю (70 % ПВ), який підтримували до кінця вегетації. Вологість ґрунту в посудинах контролювали гравіметрично двічі на добу. Визначення показників водного режиму, вмісту фотосинтетичних пігментів, інтенсивності газообміну та активності антиоксидантних ферментів хлоропластів прапорцевих листків контрольних і дослідних рослин проводили за досягнення рівня вологості ґрунту 30 % ПВ (далі – перша доба посухи), через сім діб вирощування за 30 % ПВ (сьома доба посухи) та на четверту добу після поновлення поливу до рівня контролю.

Досліджувані сорти істотно різнилися за реакцією фотосинтетичного пігментного апарату на ґрунтову посуху, зокрема за змінами вмісту хлорофілу. На ранніх етапах посухи (зниження вологості ґрунту до 30 % ПВ) статистично достовірне зниження вмісту хлорофілу (на 17 %) було зафіксоване тільки в сорту Придніпровська. Після семи діб вирощування рослин за низького вологозабезпечення істотне зменшення вмісту хлорофілу (приблизно на 20 %) було виявлене в сортів Придніпровська і Вінничанка, тоді як у сортів Подолянка і Хуртовина воно було статистично недостовірним (відповідно 10 і 5 %). Після поновлення поливу до рівня контролю вміст хлорофілу в листках дослідних рослин не підвищився. Пошкодження фотосинтетичного апарату, спричинені посухою, зберігалися, вміст хлорофілу в прапорцевих листках підданих стресу рослин був менший порівняно з контролем у сортів Хуртовина і Подолянка відповідно на 10 і 12 %, у сортів Придніпровська і Вінничанка – на 20 і 23 %. Інтенсивність фотосинтезу листків контрольних рослин протягом дослідженого періоду варіювала в межах 25-30 мг CO₂ / (дм² · год). Найбільшим цей показник був у рослин сорту Подолянка, найменшим – у сорту Хуртовина. У дослідних рослин вже на першу добу посухи спостерігалось істотне зниження інтенсивності фотосинтезу. В цей час у рослин сортів Подолянка і Хуртовина інтенсивність фотосинтезу прапорцевих листків за умов посухи становила близько 70 % контролю, у Вінничанки – 60, у Придніпровської – 26 %. Подовження посухи до 7 діб призвело до подальшого зниження інтенсивності фотосинтезу у рослин сортів Подолянка, Хуртовина і Вінничанка відповідно до 56, 47 і 40 % контролю, а у Придніпровської цей показник залишився на тому ж рівні, що й на третю добу.

Важливою складовою захисту фотосинтетичного апарату за стресових умов є активне функціонування систем знешкодження АФК, зокрема ферментативних. Нами виявлено, що активність двох головних антиоксидантних ферментів хлоропластів – СОД і АПО – за дії посухи як правило істотно підвищувалась. Лише у рослин сорту Придніпровська активність СОД мала тенденцію до зменшення. В хлоропластах листків рослин сорту Подолянка активність цього ферменту на першу добу посухи практично не змінилась порівняно із контролем, проте на сьому добу перевищувала контроль на 36 %. На четверту добу після поновлення нормального поливу дослідних рослин цей показник повернувся практично до контрольного значення. У рослин сорту Хуртовина вже на першу добу посухи спостерігалась тенденція до підвищення активності хлоропластної СОД, а на сьому добу вона перевищувала контроль на 34 %. Після поновлення поливу цей показник зменшився майже до контрольного значення. Найсильніше підвищення активності СОД за умов посухи спостерігалось у рослин сорту Вінничанка як на першу (на 30 % порівняно з контролем), так і на сьому добу (на 61 %). Навіть через тиждень після поновлення поливу цей показник у дослідних рослин перевищував контрольні значення на 17 %.

Динаміка активності АПО у хлоропластах прапорцевих листків підданих посузі рослин дещо різнилась від такої СОД. Вже на першу добу посухи активність АПО істотно збільшилась у рослин усіх сортів, причому найсильніше у Подолянки і Придніпровської (відповідно на 65 і 86 %). У рослин сортів Хуртовина і Вінничанка на першу добу посухи активність АПО також підвищилась, хоча і в меншій мірі (відповідно на 31 і 50 %), ніж у двох інших сортів (нагадаємо, що за активністю СОД спостерігалась протилежна картина). До сьомої добу посухи в цих двох сортів активність АПО залишилась майже на тому ж рівні відносно контролю, в рослин сортів Подолянка і Придніпровська продовжувала зростати і більш як удвічі перевищила контрольні показники. На четверту добу поновлення поливу активність АПО хлоропластів листків рослин усіх сортів повернулася до контрольних значень.

Ґрунтова посуха впродовж 14 діб у фазу цвітіння суттєво знижувала зернову продуктивність головного пагона і цілої рослини в досліджуваних сортах озимої пшениці. Маса зерна з однієї рослини знижувалась порівняно з контролем у сорту Хуртовина на

13 %, у сорту Подолянка на 16 %, у сорту Придніпровська на 23 % і у сорту Вінничанка на 33 %. Найважливішими чинниками були зменшення накопичення біомаси і озерненості колоса. Значення показників зернової продуктивності підданих посузі рослин відносно контролю у досліджених сортів тісно позитивно корелювали із ступенем збереження вмісту хлорофілу та інтенсивності фотосинтезу прапорцевого листка.

INFLUENCE OF SOIL DROUGHT ON PHOTOSYNTHESIS AND ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN WINTER WHEAT VARIETIES

Sokolovska-Sergiienko O. G., Polishchuk G. I., Kedruk A. S., Kiriziy D. A., Stasik O. O.

Essential differences in drought impacts on chlorophyll content, intensity of photosynthesis, activity of antioxidant enzymes in flag leaf and grain productivity between winter wheat varieties were found. Maintaining photosynthetic function under conditions of water deficit plays a determining role for the differences in the grain productivity losses between winter wheat varieties.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ-ОДНОЗЕРНЯНКИ К БОЛЕЗНЕТВОРНЫМ ОРГАНИЗМАМ

Фу Хао, Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
каф. физиологии и биохимии растений и микроорганизмов
площадь Свободы 4, г. Харьков – 61022, Украина
e-mail: fuhaoinua@gmail.com

Пшеница – культурная однозернянка *Triticum monosocum* L., $2n=14$ – первый вид пшеницы, введенный в культуру древними земледельцами более 10 тыс. лет тому назад. В последнее время она привлекает к себе все большее внимание как источник зерна для здорового питания, поскольку она может употребляться людьми, страдающими от непереносимости глютена мягкой и твердой пшениц. Другое ценное качество однозернянки – генетически обусловленная устойчивость к болезням и вредителям, что позволяет выращивать её без применения химических средств защиты, следовательно, обуславливает экологичность возделывания. Установлена высокая устойчивость однозернянки к мучнистой росе (*Erysiphe graminis* DC. f. *tritici* Em. Marchal); бурой листовой (*Puccinia recondita* Rob ex Desm. f. sp. *tritici* Ericks. & Henn.), желтой (*P. striiformis* West.) и стеблевой ржавчинам; септориозу (*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg and Crous); пыльной (*Ustilago tritici* Jens.) и твердой (*Tilletia levis* Kuehn) головням (Дорофеев и др., 1979; Г.В. Волкова и др., 2016), фузариозу колоса (*Fusarium graminearum* Schwabe) (Fedak et al., 2007). Отмечена устойчивость к вредителям – зеленоглазке, гессенской и шведской мухам (Вавилов, 1964), видам тли (Гандрабур, Верещагина, 2017), вредной черепашке, пилильщикам, пьявице (Радченко, 2017). Однозернянка является источником генов устойчивости к болезням и вредителям для селекции основных возделываемых пшениц – мягкой и твердой.

Геном *T. monosocum* содержит различные гены устойчивости к мучнистой росе и является потенциальным источником эффективных генов. В пределах вида *T. monosocum* обнаружен значительный полиморфизм в отношении устойчивости к мучнистой росе. Устойчивость большинства образцов к популяциям и клонам гриба определяется доминантными генами, в редких случаях – рецессивными генами или одним, двумя или тремя олигогенами. Гены рецессивной устойчивости *T. monosocum*

отличаются от рецессивного гена *Pm5*, определяющего устойчивость *T. aestivum* (Лебедева, Пеуша, 2006). У образцов однозернянки выявлены доминантные гены *Mlm2033* и *Mlm80*, аллельные друг к другу и оба связанные с маркером *Xgwm344* на длинном плече хромосомы 7A и удаленные на расстоянии 2 cM от STS маркера *Xmag2185* (Yao, Zhang, Yang et al., 2007).

Стеблевая ржавчина представляет собой угрозу для глобального производства пшеницы. Особенно опасна недавно сформировавшаяся расовая группа Ug99, объединившая вирулентность против большинства генов устойчивости пшеницы к этой болезни. Выявлен лейцин-богатый белок (NLR), связанный с геном *Sr21* из *T. monococtum*, определяющим устойчивость к Ug99. Причем этот ген значительно активнее транскрибируется при высоких температурах, и это связано со значительным повышением уровня устойчивости при этих температурах. Интрогрессия *Sr21* в гексаплоидную пшеницу позволила получить линии с высокой устойчивостью к этой болезни (Chen, Zhang, Bolus et al., 2018). У однозернянки идентифицирован доминантный ген *Sr22*, расположенный на хромосоме 7A и отличающийся от генов *Sr8*, *Sr13* и *Sr15*, также находящихся в геноме A. Этот ген обуславливает устойчивость к семи расам ржавчины (Kerber, Dick, 2011). Выявлены также эффективные гены *Sr35* и новый ген, определяющий устойчивость к семи вирулентным расам Ug99 (Rouse, Jin, 2011). Недавно обнаружен новый расоспецифический ген *Sr60*, который кодирует белок с двумя предполагаемыми киназными доменами (WTK2) и обеспечивает промежуточные уровни устойчивости (Chen, Rouse, Zhang et al., 2020).

У однозернянки обнаружены доминантные гены устойчивости к бурой ржавчине: *Lr6* (Kolmer et al., 2010), *Lr10* и *Lr21* (Feuillet et al., 2003), *Lr50* (Mago et al., 2002; Blaszczyk et al., 2004). Гены локализованы на хромосомах 1A, 5A и 6A (Hussien et al., 1998), 3A (Valkoun et al., 1986). На хромосоме 1A локализован ген *LrTm*, также присутствующий у *T. timopheevii* (Mcintosh et al., 2013). Оценка устойчивости к бурой ржавчине 598 образцов диплоидной пшеницы показала, что 84% образцов культурной однозернянки были устойчивыми, тогда как у диких однозернянок все образцы *T. urartu* и почти все *T. boeoticum* были восприимчивы (Corine, Anker, Rients and Nicks, 2001). У некоторых образцов устойчивость была прегаусториальной, т.е. наблюдалась до образования спорой гриба гаустории, это не соответствовало реакции сверхчувствительности (Anker, Nicks, 2001).

QTL, контролирующий устойчивость к желтой ржавчине, локализован на хромосоме 2A культурной однозернянки (*QYrtm.pau-2A*) и на хромосоме 5A дикой однозернянки *T. boeoticum* (*QYrtm.pau-5A*) (Chhunneja et al., 2008).

Устойчивость к септориозной пятнистости контролируется геном *TmStb1*, который связан с микросателлитным локусом *Xbarc174* на хромосоме 7AS (Jing, Lovell, Gutteridge, 2008).

QTL, устойчивости к фузариозу колоса локализован на хромосоме 5A *T. monococtum* и связан с маркером *Xwme705* (Fedak, 2011).

Передача генов устойчивости путем прямого скрещивания крайне затруднена из-за генетической несовместимости. Эта несовместимость преодолевается при использовании в скрещиваниях вместо диплоидных форм однозернянки её аутотетраплоидов (2n=28) (Belea, 1992), амфидиплоидов с рожью (Sodkiewicz, Strzembicka, 2004), с *Aegilops speltoides* (Kerber, Dyck, 1990).

GENETIC MECHANISMS OF EINCORN WHEAT RESISTANCE TO PATHOGENIC ORGANISMS.

Fu Hao, Zhmurko V. V.

The eincorn (*Triticum monococtum* L.) is resistant to a complex of diseases and pests, so its cultivation is environmentally friendly. The eincorn is highly resistant to powdery mildew; leaf, yellow and stem rusts, septoria; loose and covered smut, Fusarium head blight and also

resistant to pests - green-eyed fly, Hessian and Swedish flies, corn bug, stem sawflies, cereal leaf beetle. The einkorn is a genetic source of resistance to diseases and pests for breeding of the main cultivated wheats - bread and durum. Transfer of a resistance genes to wheat and triticale by direct crossbreeding is extremely difficult due to genetic incompatibility which may be overcome by using, instead of diploid forms, autotetraploids of einkorn ($2n = 28$) and its amphidiploids.

ЗМІНИ СТАНУ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ У РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ РІЗНОЇ СТІЙКОСТІ ЗА ДІЇ ПОСУХИ ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Шевченко В. В., Бондаренко О. Ю.

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

Посуха та висока температура – основні чинники природного середовища, які негативним чином впливають на рослини і знижують їхню продуктивність. В результаті потепління клімату їх навантаження постійно збільшується. Значні площі, зайняті під сільськогосподарське виробництво, в Україні та всьому світі відчувають дефіцит вологи. Тому перед дослідниками постійно стоїть задача створення сортів з високою жаро-посухостійкістю. Значну роль в стійкості рослин грає стійкість фотосинтетичного апарату (Креславский и др., 2007) як структури, яка створює високоенергетичні молекули, такі як АТФ та НАДФН, та забезпечує ними всю рослину для боротьби із стресом. Хоча дія високої температури та посухи на фотосинтетичний апарат досліджується вже давно, вивченню особливостей дії стресових чинників у сортів різної стійкості приділено досить мало уваги. Тому, дослідження присвячені важливій фундаментальній задачі – вивченню особливостей адаптації та стійкості фотосинтетичного апарату рослин озимої пшениці, набувають особливої актуальності в умовах глобального потепління клімату.

Метою даної роботи є пошук специфічних механізмів стійкості фотосинтетичного апарату у озимої пшениці до дії високих температур та посухи.

Для досліджень використовували чотири сорти озимої пшениці з різною жаро-посухостійкістю - Подолянка, Перлина Лісостепу, Достаток, Одеська 267. Після перезимівлі у відкритому ґрунті рослини було пересаджено у 10-ти кг вегетаційні посуди. Для контрольних рослин здійснювали полив для забезпечення 60-70% повної вологості ґрунту (ПВ). Для дослідних рослин на фазі цвітіння створювали умови посухи протягом 10 днів при 30% ПВ. На відібрані листки та хлоропласти додатково накладали короточасний (5 хв.) температурний стрес при 45°C. Хлоропласти виділяли з прапорцевих листків, як описано раніше (Кочубей и др., 2010). Кількість пігментів в листках визначали спектрометрично, за методикою (Welburn, 1994). Вміст пігмент-білкових комплексів в мембранах хлоропластів визначали методом електрофоретичного розділення протеїнів в ПААГ за (Laemmli, 1970). Запис спектрів низькотемпературної флуоресценції проводили, як описано раніше (Кочубей и др., 2014).

Були проведені вимірювання низькотемпературної флуоресценції хлоропластів озимої пшениці 4-х досліджуваних сортів. Встановлено, що у менш стійких сортів структура короткохвильової смуги флуоресценції, яка відповідає випромінюванню фотосистеми II, за дії посухи суттєво змінюється, а у стійких сортів, лише зменшується її інтенсивність. Структура довгохвильової смуги флуоресценції за дії посухи майже не змінювалась. Додатковий короточасний прогрів викликав більш сильні зміни структури

та інтенсивності короткохвильової смуги у контрольних рослин всіх сортів. У випадку, коли короточасний прогрів при 45 °С накладався на рослини, які протягом 10 днів зростали в умовах посухи то посилення дії спостерігалось лише у менш стійких сортів – Перлина Лісостепу та Достаток. У більш стійких сортів, Подолянка та Одеська 267, не відмічалось посилення руйнування фотосистеми II за сумісної дії посухи та прогріву. Фотосистема I виявилась більш стійкою до дії цих чинників, і структура довгохвильової смуги флуоресценції майже не змінювалась.

Аналіз відмінностей вмісту протеїнів по сортах показав різну наповнюваність протеїнами хлоропластів. Первинна фотореакція ФС2 локалізована на гетеродимері D₁-D₂, саме білки D₁, D₂ утворюють активний реакційний центр ФС2. Зона наповнення цими білками в контрольних варіантах хлоропластів рослин пшениці знаходилась в чисельно близьких значеннях. Вважається, що для стабілізації розділених зарядів в реакційному центрі ФС2 обов'язкова кооперація внутрішньої та периферійної антен (CP47 та CP 43). Показано, що співвідношення внутрішньої та периферійної антен (зони CP47 та CP 43) коливаються в близьких межах $\approx 1,5$ по всіх досліджуваних сортах. Але, спостерігаються суттєві відмінності наповнення зон осідання білку 36 кДа (так звана пластохінолоксидаза), білків стабілізуючих ФС2: 21 кДа (водорозчинний хлорофіл-білок, що індукується стресом), 16 кДа (функція тримеризації ФС1 та стабілізації системи) та 14 кДа (забезпечення необхідної конформації для щільного зв'язування Ca⁺⁺ та Cl⁻). Наповнення зон цих протеїнів показують зменшення їх вмісту в напрямку: Одеська 267 – Подолянка – Достаток – Перлина Лісостепу.

Аналіз вмісту протеїнів хлоропластів за дії 10 денної посухи показав, що суттєва зміна структури короткохвильової смуги флуоресценції, може бути обумовлена руйнуванням білку реакційного центру D₁, а також антенного білку CP 47. Зменшення вмісту цих протеїнів спостерігалось у всіх досліджуваних сортів, але в різному ступені, в ланцюгу від більшого до меншого: Перлина Лісостепу-Достаток-Подолянка-Одеська 267. Збільшений синтез D₁-білку в стресових рослинах та його низький вміст передбачає, що цей білок не накопичується завдяки його посиленій деградації при стресі.

Було визначено, що в варіантах посухи на електрофоретичних доріжках посилюється інтенсивність та ширина смуг зони 36, 21, 16 та 14 кДа протеїнів по всім сортам.

Таким чином виявлено, що стійкі сорти вже у контрольних рослинах відрізняються за вмістом протеїнів захисних низькомолекулярних протеїнів – 36 кДа (пластохінолоксидаза), 21 кДа (інгібітор протеаз), 16 кДа (тримеризація фотосистеми I та стабілізація системи), які захищають мембранні структури фотосинтетичного апарату від руйнування.

SUMMARY. CHANGES OF THE STATE OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS IN WINTER WHEAT PLANTS OF DIFFERENT RESISTANCE UNDER DROPT AND HIGH TEMPERATURES

Shevchenko V. V, Bondarenko O. Yu.

Changes in the state of the photosynthetic apparatus in 4 varieties of winter wheat of different resistance to drought and high temperatures were investigated. It is shown that in unstable varieties, the structure of the shortwave fluorescence band, which corresponds to the radiation of the photosystem II, changes significantly during stress, and in the resistant varieties, it mainly decreases the intensity. The authors explain this change in the study of protein composition. It was found that resistant varieties already in the control plants differ in protein content of 36 kDa (plastoquinol oxidase), 21 kDa (protease inhibitor), 16 kDa (photosystem I trimerization and system stabilization), which protect the membrane structures of the photosynthetic apparatus from destruction.

ОСМОТОЛЕРАНТНІСТЬ ОКРЕМИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ: ЛАБОРАТОРНИЙ СКРИНІНГ

Шкоропад О. Б., Фецюх А. Б., Романюк Н. Д.

Львівський національний університет імені Івана Франка,
кафедра фізіології та екології рослин
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: olenashkoropad21@gmail.com

Осмотичний стрес, зумовлений умовами засолення, посухами, низькими температурами, істотно пригнічує ріст і призводить до значних втрат продукції рослинництва у світі (Worland, 2016). Врожайність пшениці, однієї з найважливіших харчових культур світу, теж серйозно обмежена впливом засолення та ґрунтової посухи (Wang, 2018). Кліматичні зміни, що супроводжуються збільшенням тривалості бездощових періодів, суховіїв, є причиною виникнення осмотичного стресу. А це негативно впливає на проростання насіння, ріст, фотосинтез, засвоєння поживних речовин та врожайність рослин (Hasegawa, 2000, Бабич, 1993).

Метою роботи було в умовах вегетаційного експерименту попередньо оцінити солета посухостійкість 24 сортів ярої пшениці за такими характеристиками, як здатність насіння до проростання в умовах натрій хлоридного засолення, ростові параметри, показники водного режиму, вміст фотосинтетичних пігментів і флюоресценція хлорофілу, на ранніх етапах росту. В роботі використано сорти пшениці ярої Злата, Панянка, Струна миронівська, Світлана, Божена, Харківська 40, Етюд, Миронівський оксамит, Провінціалка, Сімкода, Героїня, Елегія миронівська, Улюблена, Дубравка, Колективна 20 (м'яка) та Ізольда, Голіковська, Тера, Жізель, Райдужна, Династія, Діана, Чадо, Спадщина (тверда).

Солестійкість оцінювали за здатністю насіння проростати в умовах засолення: визначали енергію проростання і схожість насіння на 0,15% NaCl (дослід) або воді (контроль). Для дослідження посухостійкості насіння пшениці с. Етюд, Панянка, Світлана, Райдужна, Ізольда, Голіковська, Спадщина і Чадо пророщували на вологому фільтрувальному папері у чашках Петрі при температурі 20 ± 1 °C протягом 3 днів, після чого вирівняні за розміром проростки пересаджували у вегетаційні горщики, заповнені перлітом. Полив спершу здійснювали водою, а через тиждень поживним розчином Хогланда-Арнона. Через 3 тижні після початку росту полив припиняли до появи візуальних ознак в'янення, після чого полив відновлювали і через тиждень аналізували ростові показники, визначали індекс виживання, водоутримну здатність листків, водний дефіцит і відносний вміст вологи (RWC). Флюоресценцію хлорофілу і фотосинтетичних пігментів у листках 3-го ярусу визначали через два тижні після відновлення поливу.

В ході експерименту встановлено, що високою енергією проростання і схожістю в умовах 1,5 % NaCl засолення характеризувалося насіння сортів Панянка, Чадо і Героїня, а найнижчими показниками схожості вирізнялося насіння сортів Злата, Миронівський оксамит, Божена, Тера, Жізель і Спадщина.

В умовах штучно індукованої посухи на початкових етапах росту рослини с. Етюд, Світлана і Спадщина мали високий індекс виживання. Найменшою посухостійкістю характеризувався сорт Ізольда. Найнижчу водоутримну здатність мали листки пшениці с. Голіковська і Райдужна, найвищу – с. Етюд і Світлана. Сума хлорофілів *a* та *b* у листках у перерахунку на суху речовину корелювала з ростовими показниками для с. Етюд, і Спадщина. Високий вміст каротиноїдів виявлено у листках пшениці полби с. Голіковська та пшениці м'якої Світлана. За даними літератури існує взаємозв'язок між вмістом води у листках та пошкодженнями реакційних центрів PSII або різних компонентів ланцюга

передачі енергії PSII (Rapacz et al., 2019). Результати визначення флюоресценції хлорофілу у листках пшениці досліджуваних сортів підтвердили високий рівень посухостійкості пшениці с. Етюд за всіма параметрами світлової індукції.

Таким чином, за попередньо отриманими даними, досліджені сорти пшениці ярої м'якої та твердої мають різну стійкість до засолення і посухи, відносно солестійкими є с. Панянка, Чадо і Героїня, тоді як посухостійким с. Етюд.

OSMOTIC TOLERANCE OF SELECTED SPRING WHEAT VARIETIES: LABORATORY TESTING

Shkoropad O. B., Fetsiukh A. B., Romanyuk N. D.

Yields of wheat, as one of the most globally important crops, is severely limited by the salinity and drought causing osmotic stress. 24 spring wheat varieties were tested for osmotic tolerance in the laboratory conditions by determining seed germination rates, seedlings growth and water status parameters, photosynthetic pigments content and chlorophyll fluorescence. It was revealed that varieties Panianka, Chado and Heroinia were tolerant to the 1,5% NaCl impact, whereas Etude was the most drought-resistant.

ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ SO₂ ТА NO₂ НА ДИНАМІКУ ВМІСТУ ЗАГАЛЬНОГО БІЛКУ В ЛИСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ЧАГАРНИКІВ

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 деревних і кущових декоративних порід у техногенних умовах зростання необхідна рання діагностика порушень їх життєдіяльності, інформацію для якої можуть дати фізіолого-біохімічні дослідження, оскільки метаболічні зміни з'являються раніше ніж зміни морфометричних показників (Зайцева, Долгова, 2010; Юсипіва, 2017). За дії екстремальних чинників докіль неспецифічні реакції метаболізму рослин проявляються перш за все у зменшенні інтенсивності фотосинтезу, посиленні процесу фотодихання та зміні вмісту пластичних речовин рослинної клітини, у тому числі білків (Колупаєв, 2001; Шматько та ін., 1989).

Об'єкти дослідження – листки трьох кущових порід: карагани дерев'янистої *Caragana arborescens* Lam. (родина Fabaceae Lindl.), дерену кров'яно-червоного *Cornus sanguinea* (L.) Opiz (родина Cornaceae L.) та птелеї трилистої *Ptelea trifoliata* L. (родина Rutaceae L.). Ці інтродуценти мають високі декоративні якості та широко застосовуються в озелененні м. Дніпра.

Проби листя відбирали протягом липня–вересня (після закінчення росту листків) з південно-східного боку крони на гілках II порядку галушення на висоті 1,7 м. Кількість модельних чагарників – 3 на кожній пробній площі. Моніторингова точка I розташована на території Ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара – це контрольна (умовно чиста) зона, в якій концентрації забруднювальних речовин не перевищують ГДК (Екологічний паспорт ..., 2018). Моніторингова точка II розміщена на відстані 2 км від ЗАТ «Дніпропрес» (м. Дніпро). Пріоритетні забруднювальні сполуки викидів підприємства – токсичні гази SO₂ та NO₂ (Екологічний паспорт ..., 2015). Вміст загальної кількості білка визначали за методикою Н.Н. Третьякова (Грицаєнко та ін., 2003). Отримані дані оброблені статистично.

Результати експерименту показали, що у рослин *C. sanguinea*, що зростають у Ботанічному саду ДНУ імені Олеся Гончара, вміст білку в листках практично не змінюється протягом періоду досліджень і коливається в межах 0,21–0,25 мг/г сухої речовини. У *C. arborescens* динаміка накопичення білку в асиміляційних органах в умовно чистій зоні має таку спрямованість: з липня по серпень його кількість у листках знижується, а з серпня по вересень – дещо зростає. У дослідних рослин цих об'єктів дослідження спостерігається така ж тенденція зміни вивченого показника, як і в умовно чистій зоні.

Однак у виду *P. trifoliata* крива зміни вмісту загального білку у листках контрольних рослин відрізняється від такої у *C. sanguinea* та *C. arborescens*: у липні значення показника складає 0,46 мг/г сухої речовини, у серпні має місце підйом концентрації білку (1,16 мг/г) в асиміляційних органах рослин цього виду, а в період із серпня по вересень – його спад (до 0,68 мг/г сухої речовини відповідно). Причиною може бути згасання процесів метаболізму в листках і відтік пластичних речовин в інші частини рослини. У модельних рослин *P. trifoliata* дослідної ділянки протягом періоду досліджень спостерігається поступове зниження кількості загального білку у листках. Зниження протягом вегетаційного періоду вмісту білку в асиміляційних органах представників роду *Philadelphus* L. в умовах Ботанічного саду ДНУ імені Олеся Гончара було показане Долговою Л.Г. та Вербицькою О.О. (2009).

Кількісний аналіз вмісту загального білка у листках усіх вивчених нами декоративних чагарників свідчить про пригнічення його синтезу в умовах промислової зони протягом усього періоду досліджень. Так, у листках *C. arborescens* даний показник складає 65,7%, 69,6 % та 77,6 % від значень цього параметра у рослин із умовно чистої зони у липні, серпні та вересні відповідно. Слід зазначити, що зростання у листках білоксинтезуючої активності наприкінці вегетації у ряду видів роду *Syringa* L. було відзначене у роботі (Zaitceva & Dolgova, 2005).

У *P. trifoliata*, що зростають у сфері дії викидів ЗАТ «Дніпропрес», концентрація протеїнів є близькою до вмісту білку у контрольних рослин у липні, однак суттєво зменшується порівняно з показниками рослин із Ботанічного саду ДНУ імені Олеся Гончара у серпні (на 54,3 %) та вересні (на 27,9 % відповідно). Менш вразливим до дії SO₂ та NO₂ видом декоративних чагарників виявився *C. sanguinea*, у листках якого в умовах промислового забруднення в усі дати відбору проб вміст загального білка зменшувався не так суттєво порівняно з іншими видами і становив 69,8 %, 76,5 % та 83,8 % відповідно від показників рослин умовно чистої зони.

Таким чином, за дії інгредієнтів промислових викидів ЗАТ «Дніпропрес» протягом всього періоду досліджень спостерігається зниження вмісту загальної кількості білку у листках усіх видів декоративних чагарників порівняно з рослинами умовно чистої зони. Цей показник виявився чутливим до впливу токсичних газів SO₂ та NO₂ та може використовуватися як інформативний тест-параметр у моніторингових дослідженнях стану декоративних чагарників у промисловій зоні міста (тест-об'єкт *P. trifoliata*).

THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL POLLUTION OF SO₂ AND NO₂ ON THE DYNAMICS OF TOTAL PROTEIN CONTENT IN LEAVES OF ORNAMENTAL SHRUBS.

Yusypiva T. I.

The dynamics of total protein content in the leaves of *Caragana arborescens* Lam., *Cornus sanguinea* (L.) Opiz and *Ptelea trifoliata* L. under the action of the toxic gases SO₂ and NO₂ were studied. The decrease in the protein concentration in the assimilation organs of all ornamental shrubs growing in the field of industrial emissions is shown during the growth season.

RESEARCH OF COLD AND FROST RESISTANCE IN ISOGENIC BY GENES OF WINTER SOFT WHEAT *PPD* LINES

Avksentieva O. O., Gnetko L. V

V. N. Karazin Kharkiv National University, Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms, Sq. Svobody, 4, Kharkiv, 61022
e-mail: avksentyeva@karazin.ua

Wheat is the most valuable food crop occupying a leading position in the world and the grain balance of Ukraine. The productivity of soft wheat depends on the realization of genetically laid potentials of yield, as well as the influence of specific weather and climatic conditions, acting at a certain stage of plant development. The duration of ontogenesis and the rate of development in soft wheat are known to be genetically determined traits (Cockram et al., 2007). Among the genetic systems controlling these traits, the *PPD* gene system, which determines the degree of photoperiodic sensitivity of wheat, is important. At present, the genetic effects of these systems on several agronomic traits (Файт и Фёдорова, 2014) - crop structure, productivity, grain protein, resistance to phytopathogens, etc., have been researched. However, studies of the indirect effect of genetic systems data on wheat stress tolerance, including those caused by hypothermia are limited in the scientific literature. In the current climate change, accompanied by unstable temperature conditions during the growing season (Мопрын та ін., 2017), it seems relevant to study the effects of these genetic systems that control the rate of plant development on the degree of their cold and frost.

The purpose of this work was to conduct a comprehensive study of the cold and frost resistance of seedlings of isogenic lines by control genes of photoperiodic sensitivity of winter soft wheat of the Mercia variety.

The plants material of the study was the near isogenic lines (NILs) of the control wheat photoperiodic sensitivity (*PPD*) – photoperiodic sensitivity genes. The Mercia variety in the genophone of which isogenic lines were created, is a breeding variety from the UK – short-stemmed, disease-resistant and highly productive. Cold resistance was determined by the growth response, calculating the degree of their inhibition under the influence of positive low temperatures +4°C. For this purpose, the seeds of the plants were germinated at normal temperature, and after 3 days the seedlings were exposed to low positive temperatures of +4°C for a week and analyzed the growth response – the total length of the seedlings and the length of the aboveground and underground parts. In the study of frost resistance, the sterile seeds were germinated in Petri dishes for 10 days, then the experimental seedlings were exposed to negative temperatures of -19°C, after which they were again cultured for 2 days at normal temperature and determined the growth reaction and the content of reducing sugars and cryoprotectant – sucrose.

The inhibition of growth is an integral indicator of the manifestation of the plant organism's stress reactions, which we observed in our experiments under the influence of hypothermia. According to the results of the study of the influence of low positive temperatures on the growth response, it is established that such conditions are sublethal for the investigated isolines since growth processes significantly inhibit for all isolines by 90-95 % to control. The root system is more adapted to the effects of positive temperatures, since the inhibition of growth by cold stress is significantly less than in the aboveground seedlings in all lines. There are differences in responses among the researched isolines, which may be indirectly related to the genetic determination of *PPD* genes. The most sensitive to the effect of the stressor were seedlings of isoline *PPD B1a* and variety. The degree of inhibition of growth processes was minimal in isoline *PPD A1a* compared to other isolines and cultivar, which may indicate that plants of this genotype are insensitive to stressor action. A study of the influence of negative

temperatures (-19°C for 2 days) on the growth response of 2-week-old seedlings showed that all isolines inhibit growth under the influence of stress. But the extent of this inhibition also depends on the isolate genotype. The most sensitive to frost are *PPD A1a* and *PPD D1a* isolines (inhibition of total seedlings length occurs by 20 % and 16 % compared to control), and the most resistant are seedlings of sort and *PPD B1a* isolines (10 % and 6 %, respectively to control). The results of our experiments show that cold stress leads to a decrease in the content of reducing sugars in all the studied lines, probably due to the decrease in synthetic activity, which is regulated by the activity of enzymes. The degree of inhibition of carbohydrate biosynthesis occurs to varying degrees, depending on the seedlings genotype, most notably in the *PPD A1a* isolate. Monosaccharides are the metabolically most active carbohydrates - they are directly involved in the metabolic reactions of the processes of respiration and photosynthesis. According to the results of our experiments, the content of monosaccharides under the action of stress factor is significantly reduced – by 36-50 %, which indicates a significant inhibition of these processes in experimental plants. Oligosaccharides in seedlings of experimental isolines are predominantly represented by sucrose. Sucrose is the major transport carbohydrate in the plant organism, which performs energy, constructive, signaling functions and is a native cryoprotectant in the plant. The studies on the content of oligosaccharides in seedlings of isogenic genes of *PPD* lines of the Mercia variety have shown that, unlike the sum and monosaccharides, the effect of negative temperatures leads to an increase in the sucrose content in the experimental seedlings of all isolines except for the *PPD A1a* isolines.

Therefore, the results of the studies show that low positive temperatures are sublethal for the studied isolines of the Mercia variety since growth processes are significantly inhibited. It is shown that the influence of hypothermia - manifests itself in inhibiting the growth response of the aboveground seedlings to a greater extent than the root system. It is revealed that under the influence of negative temperatures in the seedlings of the studied lines, there is a decrease in the content of the sum of reducing and mono sugars, but the content of the main cryoprotector – sucrose increase. The maximum resistance to the effects of negative temperatures according to the investigated parameters is shown by the *PPD B1a* isolate and sort, the minimum resistance (maximum sensitivity) is the *PPD A1a* isolate. Thus, it has been shown that the genetic system for controlling the photoperiodic sensitivity of soft wheat - the *PPD* gene system, may indirectly control the manifestation of quantitative traits - cold and frost resistance in Mercia seedlings of NILs.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХОЛОДО- ТА МОРОЗОСТІЙКОСТІ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *PPD* ЛІНІЙ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Авксентьєва О. О., Гнетко Л. В.

В роботі представлені результати дослідження холодо- та морозостійкості ізогенних за генами *PPD* ліній озимої м'якої пшениці сорту Мерсія. В результаті проведених досліджень показано, що низькі позитивні температури є сублетальними для досліджуваних ізоліній сорту Мерсія, гальмування ростової реакції надземної частини проростків проявляється більшою мірою ніж кореневої системи, відбувається зниження вмісту суми відновних та моноцукрів, але збільшення вмісту основного кріопротектора - сахарози. Максимальну стійкість до дії негативних температур за дослідженими параметрами проявляють ізолінія *PPD B1a* та сорт, мінімальну стійкість (максимальну чутливість) – ізолінія *PPD A1a*. Припускається, що генетична система контролю фотоперіодичної чутливості пшениці м'якої – система генів *PPD* опосередковано контролює прояв кількісних ознак - холодостійкості та морозостійкості у проростків NILs.

Секція 4 / Section 4

ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ «РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ»

INTERACTIONS IN THE SYSTEM «PLANT-MICROORGANISM»

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ PGPR-МІКРООРГАНІЗМАМИ НА РІСТ, РОЗВИТОК *HORDEUM VULGARE* ТА ЙОГО СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ

Глушач Д. В.

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

Важливим чинником розвитку рослин є мікробіота ґрунту та ризосфери, що відносять до PGPR-групи. Вони забезпечують рослину мінеральними речовинами, продукуючи фітогормони здатні підвищувати ростову активність, а виділяючи антибактеріальні та фунгіцидні речовини в середовище – контролювати розвиток фітопатогенів (Ahemad, 2014). Ці властивості можуть використовуватись фермерами для підвищення якісних та кількісних показників врожаю. Але на сьогодні залишається відкритим питання застосування мікроорганізмів для передпосівної обробки насіння.

Тому метою роботи було визначення впливу екзометаболітів мікроорганізмів, якими проводили передпосівну обробку насіння, на проростання, вміст цукрів та білку, а також структуру врожаю ячменю в польових умовах.

У якості об'єктів дослідження були вибрані: насіння ячміню *Hordeum vulgare*, сорт «Одісей» (отримане з господарства у Харківській області); мікроорганізми, якими проводили обробку – ґрунтові бактерії *Azospirillum brasillense*, *B. cereus*, *B. mesentericus*; ґрунтові мікроміцети – *Trichoderma viride*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium camemberti*, *Aspergillus niger*; ґрунтові водорості – *Tetracystis sp.*, *Bracteacoccus sp.* Мікроорганізми були отримані з відповідних колекцій кафедри ФБРіМ, а водорості були виділені з ґрунту злакового агроценозу на території м. Харкова. Для отримання накопичувальних культур, мікроорганізми вирощували на відповідних середовищах: бацили – на МПА, азоспірили – на МДА, фототрофи – на середовищі Болда, а мікроміцети – на суслі-агарі. Бактеризацію насіння проводили після стерилізації насіння розчином 10% перекису водню протягом 30 хвилин. 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 дистильованої води. Після обробки ячмінь висаджували на експериментальній ділянці кафедри (знаходиться на території ботанічного саду університету). Сівбу проводили вручну на початку травня 2018 р. Рослини вирощували

на ділянці розміром 1 м², у дворазовій повторності (по 350-400 шт на кожну повторність). Фіксували схожість, визначали довжину надземної та підземної частин, а також вміст цукрів та білку у листах на стадії кущення, а також структуру врожаю (на стадії повної стиглості).

Був встановлений 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 встановлена стимуляція 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 досліджу, мало місце у разі обробки насіння бацилами та водоростями у суміші та *A. brasilense* разом с фототрофами. Однак в останньому варіанті досліджу має місце позитивний вплив на відносну довжину кореневої системи.

Максимальні показники вмісту редуруючих цукрів спостерігали у варіанті з обробкою насіння сумішшю асоціативних діазотрофів разом з водоростями. Підвищення вмісту цукрів було відмічене і в інших варіантах досліджу, окрім варіанту з обробкою насіння сумішшю мікроміцетів та фототрофів. У цьому варіанті досліджу було відмічене статистичне незначуще зниження вмісту відновлюючих вуглеводів.

Максимально високі значення вмісту загальних вуглеводів спостерігали у варіанті з обробкою ячменю азоспірилами разом з фототрофами. В усіх інших варіантах також виявлені підвищені відносно контролю значення. Це можна пояснити тим, що азоспірили є асоціативними азотфіксаторами, чим забезпечують рослину біологічно доступними формами азоту. Це впливає на вміст загального білку, в тому числі і рибулозобісфосфаткарбоксилази – ключового ферменту циклу Кальвіна, протягом якого відбувається фіксація вуглекисню (Stancheva, 1992).

Найбільший вміст білку в листах на стадії кушення спостерігали у варіанті з обробкою насіння азоспірилами разом з фототрофами, та у варіанті з обробкою сумішшю суспензій усіх мікроорганізмів.

У фазу повної стиглості збирали врожай ячменю та визначали деякі показники структури врожаю: висота рослини, кількість насінин в колосі, масу тисячі зерен, крупність зерна. Майже в усіх варіантах досліджу довжина надземної частини, у порівнянні з контролем, зменшується. Статистично не значущі результати отримали у варіанті з обробкою насіння бацилами разом с водоростями. Також майже в усіх варіантах зменшується кількість зерен у колосі. Незначущий вплив на кількість зерен був виявлений у варіантах з обробкою насіння фототрофами окремо бацилами і фототрофами. Не впливають бацили разом з фототрофами і на показники маси тисячі зерен; в усіх інших варіантах значення цього показника зменшувалися. Майже аналогічні дані отримали і за крупністю: в усіх варіантах досліджу спостерігали зменшення крупності зерен.

Також нами було визначено важливий параметр для пивоварного ячменю – загальний білок в зерні. Відомо, що кількість білку впливає на екстрактивність ячменю: чим більше білку тим менша екстрактивність (Нарцис, 2007). Було визначено, що обробка насіння діазотрофами майже у 1,5 рази підвищує вміст білку, а обробка насіння сумішшю суспензій усіх мікроорганізмів навпаки – знижує. Це пов'язано з тим, що азоспірили постачають рослинам азот у формі, досяжній для них, що впливає на азотне живлення рослин в цілому, і на вміст білку. В усіх інших варіантах досліджу вплив на вміст білку в зернах ячменю виявився статистично не значимим.

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PRE SOWING SEED TREATMENT WITH PGPR-MICROORGANISMS ON GROWTH, DEVELOPMENT OF *HORDEUM VULGARE* AND CROP'S STRUCTURE

Hlushach D. V.

In the study, the effects of the influence of microorganisms that were used in presowing seed treatment were studied. The treatment of barley seeds with algae, algae + *Bacillus sp.* and algae + *A. brasilense* the positive effect on the germination was shown. The algae, algae + micromycetes and all organisms increase length of vegetative part. *A. brasilense* + algae increase length of underground part of plant. The max contains of carbohydrates was observed by treating barley seeds with algae and algae + *Bacillus sp.* Seed treatment by all microorganisms and algae + *A. brasilense* increased the protein content in the leaves. Inoculation of seeds in all variants of the experiment, with the exception of bacilli + phototrophs, negatively affects the main indicators of crop. A significant increase in protein content in grain was also determined during treatment with azospirillum+algae.

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НА АКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОЗУ СОЯ-*BRADYRHIZOBIUM* І ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЇ СОЇ. (*GLICINE MAX* (L.) MERR.)

Кисла І. С., Щоголев А. С.

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна,
кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: miss.iriss777@gmail.com

Вищі рослини, як і будь які інші живі організми, для виживання і успішного розмноження повинні адаптуватися до навколишнього середовища. У той же час вищі рослини – це прикріплені організми, які не здатні до активного руху і тому в онтогенезі не можуть покинути місцепроживання з несприятливими умовами. Як правило, на рослини одночасно діє безліч екологічних факторів і тому в процесі еволюції вони розробили складні сигнальні шляхи для ефективного сприйняття цих впливів і адекватного реагування на них. Один з таких екологічних факторів – це різні мікроорганізми. Сформовані між рослиною і мікроорганізмом довгострокові асоціації можуть переростати в високоінтегровані симбіози, в яких один або обидва партнери знаходять нові функції, корисні для виживання. Встановлення таких симбіотичних відносин пов'язано зі складними програмами розвитку, реалізованими під спільним контролем рослинного і мікробного партнерів, і базується на крос-регуляції їх генів (Perret, 2000; Тихонович, 2005; Коць, 2007; Глянько, 2015).

У досліджах використовувалися ізогенні за генами *E* ліній сої (*Glycine max* (L.) Merr): короткоденна лінія (КД) IR-903 та фотоперіодично-нейтральна лінія (ФН) IR-907. Бактеризацію насіння сої проводили штамами бактерій: симбіотичний азотфіксатор сої *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) 634б та азотфіксатор, що вільно мешкає *Azotobacter chroococcum* (Beijerinck).

Під час експерименту досліджувалися: морфометричні показники (довжина пагону і кореня, маса пагону і кореня, кількість бульбочок на коренях рослин) і фізіолого-біохімічні показники (вміст вуглеводів у листках і кількісний склад мікроорганізмів ризосфери та ризоплани).

Для визначення вмісту вуглеводів у листках сої проводився відбір та фіксація рослинного матеріалу. Для аналізу використовували повністю розвинені перший та другий листки, що відбирали о 9:00 та 12:00 годині на початку цвітіння, протягом 2 днів. Визначення розчинних цукрів проводили за мікрометодом Швецова та Лук'яненко.

Було з'ясовано, що за умов бактеризації насіння бактеріями роду *Br. japonicum* та діазотрофами роду *Azotobacter* вміст моноцукрів зростає у листках сої КД лінії. У листках рослин ФН лінії сої за бактеризації *Br. japonicum* + *Az. chroococcum* вміст моноцукрів збільшувався о 9:00 але о 12:00 кількість моноцукрів була значно нижчою ніж у контролі. Вміст олігоцукрів в листках сої КД лінії істотно зменшувався, а у ФН лінії зростає, порівняно до вмісту у контрольному варіанті досліду.

Для оцінки кількісного складу мікроорганізмів ризосфери та ризоплани рослин було відібрано по 3 рослини від кожної групи окремої лінії сої. Розділення зон ризосфери та ризоплани проводили за допомогою методу змивів. ґрунт, що був змитий з коренів використовували для визначення мікроорганізмів ризосфери, а коріння – ризоплани. Отримані суспензії використовували для посіву на щільні живильні середовища МДА, РС та Ешбі.

Було встановлено, що комплексна бактеризація впливає на кількість азотфіксуючих бактерій в ризосфері та ризоплані, а також виявлено, що чисельність азотфіксуючих бактерій залежить від генотипу ліній сої. Це пов'язано з компліментарністю штаму бактерій відносно відповідної лінії сої.

Також було виявлено, що бактеризація насіння істотно не впливає на висоту рослин. Але істотно збільшує довжину кореня у ФН лінії, у КД лінії істотно зростає маса пагона, порівняно до контролю.

Загалом було встановлено позитивний вплив комплексної бактеризації на бобово-ризобіальний симбіоз у КД лінії сої. А також встановлено, що бактеризація призводить до зменшення використання асимілятів рослинами на збільшення вегетативної маси.

INFLUENCE OF COMPLEX BACTERIZATION ON THE ACTIVITY OF SOY-*BRADYRHIZOBIUM* SYMBIOSIS AND THE PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL PROCESSES OF SOYBEAN LINES, ISOGENIC FOR *E* GENES (*GLICINE MAX* (L.) MERR.)

Kysla I. S., Schogolev A. S.

The purpose of the study was to find out the effect of seeds bacterization on growth, development, and carbohydrate content of the soybean lines that are isogenic for the *E* genes. The objects of the study are soybean lines, isogenic for *E* genes (*Glycine max* (L.) Merr) IR-903, IR-907 and nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) 634b, *Azotobacter chroococcum* (Beijerinck). It has been established that bacterization of seeds influences the growth, development and carbohydrate content of soybean plants, isogenic for *E* genes. It has been investigated that complex bacterization of soybean seeds influences the number of nitrogen-fixing bacteria in the rhizosphere and risoplan, but the number of nitrogen-fixing bacteria depends on the genotype of the soybean lines. This is due to the complementarity of the bacterial strain relative to the corresponding soybean line.

ВПЛИВ БАКТЕРІЙ З РИЗОСФЕРИ СОЇ ТА ГОРОХУ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ

Мельникова Н. М.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
вул. Васильківська 31/17, м. Київ – 03022, Україна
e-mail: mnn_knu@ukr.net

Ризосферні мікроорганізми, які знаходяться в прикореневій зоні рослин, зокрема бобових, відіграють важливу роль у розвитку макроорганізму. Пряма дія ризосферних мікроорганізмів пов'язана із забезпеченням фосфорного та азотного живлення рослин, збільшенням поглинальної здатності коренів, секрецією фітогормонів у прикореневу зону. Опосередковано бактерії ризоплани та ризосфери можуть впливати на рослини, пригнічуючи активність фітопатогенів, трансформуючи шкідливі речовини, тощо. Разом з тим, ризобактерії можуть значною мірою впливати на ростову та біологічну активність представників інших видів і родів ґрунтової мікрофлори, що призводить до зміни рістстимулювальної дії мікроорганізмів. Зазначені властивості обумовлюють функціональну активність ризосферних бактерій і дозволяють їм модулювати процеси, пов'язані з ростом і розвитком рослин, а також з формуванням ними рослинно-мікробних систем, зокрема бобово-ризобіального симбіозу. Відомо, що ризосферні мікроорганізми відрізняються між собою за здатністю продукувати біологічно активні речовини, рівнем азотфіксації та іншими рістстимулювальними властивостями.

Метою роботи було вивчити особливості впливу бактерій, ізольованих із ризосфери сої і гороху, в моно- та бінарних композиціях із бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* 6346 на розвиток рослин сої. Рослини вирощували у піщаній культурі з додаванням середовища Гельрігеля. Насіння поверхнево стерилізували та інокулювали суспензіями мікроорганізмів, що включали бульбочкові бактерії та один із ізолятів ризобактерій.

Експериментальні дані показали, що монокультури мікроорганізмів, виділених із ризосфери сої, більшою мірою сповільнювали проростання і розвиток рослин сої у фазі сім'ядольних та примордіальних листків порівняно до ризобактерій гороху. При поєднанні ризосферних мікроорганізмів гороху з бульбочковими бактеріями сої в бінарних композиціях спостерігалась тенденція до сповільнення росту проростків макросимбіонта протягом початкових етапів онтогенезу, тоді як ризобактерії сої у змішаних культурах із ризобіями сприяли проростанню насіння сої та розвитку рослин. У результаті бактеризації насіння сої монокультурами ризосферних мікроорганізмів, а також бінарними композиціями за їх участю не спостерігалось суттєвих відмінностей між ризобактеріями щодо впливу на формування надземної частини сої у фазі примордіальних, одного трійчастого та трьох трійчастих листків. Бактерії прикореневої зони гороху в змішаній культурі з ризобіями стимулювали наростання вегетативної маси рослин на початку цвітіння. Водночас ризобактерії сої у бінарній композиції не мали позитивного впливу на формування надземної частини макроорганізму в цей період. Слід відзначити, що у фазу цвітіння за інокуляції насіння сої монокультурами ризосферних ізолятів сої маса коренів рослин була більшою порівняно до використання ризобактерій гороху. Мікроорганізми прикореневої зони сої дещо сповільнювали розвиток кореневої системи макросимбіонта у бінарних композиціях із бульбочковими бактеріями сої.

Отже, ризобактерії, виділені із прикореневої зони сої і гороху, за рістстимулювальним впливом на ріст і розвиток рослин сої відрізнялись між собою, виявляючи певну специфічність дії, обумовлену їх належністю до мікробіоти ризосфери

тієї чи іншої рослини. Водночас, спрямованість ефекту ризосферних мікроорганізмів залежала від способу їх використання, а саме: у вигляді моно- чи змішаної культури з бульбочковими бактеріями сої.

EFFECT OF BACTERIA FROM SOYBEAN AND PEA RHIZOSPHERE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN

Melnykova N. M.

So, rhizobacteria isolated from the root zone of soybean and pea differed from each other in respect of their growth promoting influence on soybean and revealed certain specificity of their action which may be related to their affiliation with rhizosphere microbiota of a plant. At the same time the effect of rhizobacteria depended on how they have been applied into soybean seeds namely in the form of monocultures or mixed compositions with soybean nodule bacteria.

ВПЛИВ ДІАЗОТРОФІВ НА ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЇ З РІЗНОЮ ФОТОПЕРІОДИЧНОЮ РЕАКЦІЄЮ

Міренкова Я. І., Раєвська І. М.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
e-mail: mirneska_u@ukr.net

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур залежить від їх забезпечення елементами мінерального живлення, головним чином – азотом. Джерелом екологічно чистого біологічного азоту в ґрунті є мікроорганізми, які здатні фіксувати молекулярний азот атмосфери (Ситников, 2012). Соя характеризується високою специфічністю споживання елементів мінерального живлення. Щодо азоту, критичні періоди його споживання припадають на фази бутонізації-цвітіння та наливу бобів. Якщо в цей період рослині бракує азоту, то урожайність культури та вміст протеїну в насінні значно знижуються. Основним прийомом підвищення ефективності азотфіксації є інокуляція насіння сої активними штамми бактерій роду *Bradyrhizobium* (Пономаренко, 2015). Так, метою роботи було визначити вплив асоціативного та симбіотичного діазототрофів на фізіолого-біохімічні показники сої з різною фотоперіодичною реакцією.

Об'єктом дослідження були ізогенні за генами *E* лінії сої сорту Clark (*Glycine max* (L.) Merr.), надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України. У роботі використовували короткоденну лінію з генотипом *E1E2E3* та фотоперіодично нейтральну лінію з генотипом *e1e2e3*. Бактеризацію насіння проводили штамми симбіотичного азотфіксатора *Bradyrhizobium japonicum* 634 b та асоціативного азотфіксатора *Azospirillum brasilense* 410, які були отримані з колекції культур азотфіксуючих бактерій відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ. У роботі були використані наступні варіанти: контроль (без бактеризації); *Br. japonicum*; *Br. japonicum* + *Az. brasilense*. Рослини вирощували у факторостатній камері кафедри фізіології, біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна у піщаній культурі на 16-годинному фотоперіоді. У роботі проводили оцінку активності функціонування симбіозу соя-*Bradyrhizobium*, чисельність азотфіксаторів підраховували методом граничних розведень та виражали у розрахунку на 1 г коренів чи ґрунту для ризоплани та ризосфери. Активність поліфенолоксидази у листках сої визначали фотометричним методом.

Результати дослідження показали, що бактеризація та комплексна бактеризація впливали на показники співвідношення надземної до підземної частин рослин сої. Так у короткоденної лінії більш інтенсивний розвиток надземної частини рослин був за умов бактеризації *Bradyrhizobium*, а у фотоперіодично нейтральної – комплексної бактеризації. За умов бактеризації та комплексної бактеризації у коротко денної лінії сої відбувалося зменшення маси коренів на 25 та 38 % відповідно, у фотоперіодично нейтральної лінії – збільшення на 39 та 83 %. Встановлено, що бактеризація впливала на активність функціонування симбіозу соя- *Bradyrhizobium*. Так за умов інокуляції та комплексної інокуляції насіння у короткоденної лінії спостерігалось збільшення кількості бульбочок у 2-3 рази, а у фотоперіодично нейтральної лінії сої у 6 разів. За умов комплексної бактеризації кількість азотфіксаторів у ризосфері та ризоплані була більшою у порівнянні з контрольним варіантом та варіантом з бактеризацією штамом *Br. japonicum*, що можливо пов'язано з компліментарністю штаму відносно відповідної лінії сої. За умов комплексної бактеризації насіння активність поліфенолоксидази у листках сої обох досліджуваних ліній збільшувалася.

EFFECT OF DIAZOTROPHS ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SOYBEAN WITH DIFFERENT PHOTOPERIODIC REACTION.

Mirenkova Y. I., Raievska I. M.

The effect of associative and symbiotic diazotrophs on the physiological and biochemical parameters of soybean with different photoperiodic reaction was investigated. The stimulating effect of bacterization on the activity of soybean-*Bradyrhizobium* symbiosis was established. Bacterization has been shown to have a positive effect on the number of nitrogen-fixing microorganisms in the soybean rhizosphere and soybean rhizoplane. It was found that the activity of the enzyme polyphenol oxidase in soybean leaves increased under the conditions of complex bacterization of seeds.

ЕФЕКТИВНІСТЬ СОЄВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ ЗА ПРОТРУЄННЯ НАСІННЯ ФУНГІЦИДАМИ ФЕВЕР І СТАНДАК ТОП

Омельчук С. В.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, відділ симбіотичної азотфіксації
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ – 03022, Україна
e-mail: azot@ifrg.kiev.ua

Вивчено вплив фунгіцидів Стандак ТОП і Февер на функціонування та ефективність симбіотичних систем сої сорту Алмаз у вегетаційних умовах. Встановлено, що протруєння насіння досліджуваними фунгіцидами в день посіву супроводжувалось пригніченням процесів формування й функціонування симбіотичних систем сої, що максимально проявлялось у першу половину вегетації рослин. У фазу бутонізації та в подальшому на рослинах сої, насіння якої було протруєне фунгіцидами, формувалась така ж кількість бульбочок, як і на контрольних рослинах, при цьому у варіанті застосування Стандаку ТОП показник маси бульбочок перевищував такий як у контролі, що вказує на меншу токсичність Стандаку ТОП порівняно із Февером щодо процесу формування симбіотичного апарату сої.

Протруєння насіння бобових культур, без якого не можна уявити сучасне сільськогосподарське виробництво – це одна із основних перешкод для ефективного формування і функціонування бобово-ризобіального симбіозу. Відомо, що ряд фунгіцидів знижують ефективність симбіозу бульбочкових бактерій із рослиною-

хазяїном. Гальмуючи або пригнічуючи розвиток фітопатогенів, фунгіциди можуть негативно впливати як на природні популяції бульбочкових бактерій, так і на інтродуковані штами, що часто призводить до зниження активності симбіотичної азотфіксації. Це питання набуває значної актуальності за необхідністю поєднання процесів протруювання насіння та його бактеризації. Поєднання протруювання із інокуляцією ризобіями можливе лише за умов використання штамів, резистентних до застосованих фунгіцидів.

Обсяги виробництва та споживання сої у світі в цілому та в Україні мають тенденцію до зростання. Втрати врожаю зерна сої тільки від хвороб, які викликають фітопатогенні організми, досягає 30 – 40 % (Сергієнко, 201). Тому однією із найважливіших складових технології вирощування сої, у зв'язку із сказаним вище, є захист її від фітопатогенів.

Метою наших досліджень було вивчити реакцію симбіотичної системи сої, утвореної за участю ефективного штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634б, на протруювання насіння фунгіцидами Стандак ТОП і Февер у день посіву у вегетаційних умовах.

Сою вирощували на вегетаційному майданчику Інституту фізіології рослин і генетики НАН України у 8-кілограмових посудинах Вагнера на ґрунтовому субстраті (ґрунт : пісок – 3:1) із додаванням поживної суміші Гельрігеля, збідненої на азот (0,25 норми). Ефективність симбіозу визначали за показниками: наростання надземної маси і маси кореня, вірулентності ризобій (кількість утворених бульбочок на коренях), маси бульбочок і їх азотфіксувальної активності, яку вимірювали ацетиленовим методом, а також продуктивністю рослин. У контрольному варіанті проводили передпосівну обробку насіння сої ризобіями без застосування фунгіцидів. У дослідних варіантах насіння обробляли фунгіцидами Стандак Топ і Февер у концентрації, рекомендованій виробником (1 норма). Відбір рослинного матеріалу здійснювали після настання фаз: бутонізації – початку цвітіння, повного цвітіння, початку утворення бобів. Повторність у досліді 6-разова. Статистичну обробку здійснювали методом дисперсійного аналізу.

У вегетаційних умовах показано, що протягом першої половини вегетації сої ріст рослин за використання фунгіцидів гальмувався, тоді як починаючи з фази бутонізації і надалі відзначено більш активний процес накопичення вегетативної маси рослин, особливо надземної частини, у варіантах із застосуванням фунгіцидів Стандак ТОП і Февер, яка відповідно збільшилась на 24 і 16 % та 5 і 17 % у фази бутонізації та утворення бобів і лишалась на рівні контролю у фазу масового цвітіння. Застосування Феверу, який містить у своєму складі речовину регуляторної дії, привело до активного росту рослин (висота рослин у досліджуваній фазі вегетації сої збільшилась на 39 та 20 % порівняно до рослин варіанту без дії фунгіциду). Аналогічна закономірність простежується і при аналізі результатів із сухої маси рослин сої. Максимально активно формували зелену масу рослини варіанту з протруєння насіння Февером.

Нами відмічено пригнічення процесу бульбочкоутворення на коренях сої (до 20 %) у фазу бутонізації за використання Феверу та поступове відновлення здатності рослин до формування симбіотичного апарату у другу половину вегетації сої (починаючи з фази масового цвітіння). При цьому і функціональна здатність утворених симбіозів була досить низькою (від 28 до 58 % менше за контрольні рослини). При обробці насіння Стандаком ТОП у фазу бутонізації сої спостерігали як досить активне бульбочкоутворення (на рівні рослин контролю за кількістю бульбочок та в 1,5 рази більше за їх масою), так і високу азотфіксувальну активність (в 1,4 рази більше контрольних рослин). Така закономірність спостерігалась і у попередні роки досліджень. У подальшому процес утворення бульбочок був аналогічним контрольним рослинам, тоді як їхня азотфіксувальна здатність була значно нижчою (на 41 – 46 % у фазу масового цвітіння та 17 – 23 % у фазу плодоутворення).

Рослини сої, насіння якої протруєно фунгіцидами Стандак ТОП і Февер, у вегетаційних умовах сформували урожай насіння на рівні контрольних рослин. При цьому при застосуванні Феверу, який містить рістрегуляторний компонент відзначено деяке підвищення показників структури урожаю, зокрема кількість бобів на рослину та у плодівузі збільшились на 11 %, кількість і маса насінин на рослину – на 9 і 6 % відповідно, урожай насіння з посудини – на 6 %. Маса 1000 насінин у дослідних варіантах була на рівні контролю.

EFFICIENCY OF SOYBEAN-RISOBIUM SYMBIOSIS UNDER THE TREATMENT OF SEEDS BY FUNICIDES FEVER AND STANDAK TOP

Omelchuk S. V.

The influence of the fungicides Standak Top and Fever on the functioning and efficiency of symbiotic systems of soybean (cv. Almaz) in pot experiments was studied. It was established that the seed treatment by the fungicides on the day of sowing led to suppression of the formation and functioning of symbiotic soybean-rhizobium systems, which was most manifested in the first half of plant vegetation. In the budding phase, and subsequently, the soybean plants, the seeds of which were treated with fungicides had the same number of nodules as control plants. In the variant, where Standak Top was applied the nodule weight was higher than in the control. This indicates that Standak Top has low toxicity in respect of formation of symbiotic apparatus in soybean compared to fungicide Fever.

ЕФЕКТИ ІНОКУЛЯЦІЇ НА СКЛАД ЕНДО- ТА ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *PPD* ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ

Раєвська І. М., Віннікова О. І.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
кафедра фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
raevskaya82@gmail.com

Відомо, що в процесі екскреції корені рослин виділяють речовини з різноманітною біологічною активністю та широким спектром дії. Кількість кореневих ексудатів змінюється в залежності від виду рослини, сорту, віку і стресових факторів. Тому вивчення кореневих ексудатів пшениці є перспективним напрямком не тільки для класичної біології, але й біотехнології (Кузнецова, 2009; Отрошко и др., 2016).

Об'єктом дослідження були ізогенні моногеннодомінантні за генами *Ppd* лінії пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.), створені у генофоні сорту Mercia. Сорт Mercia є рецесивом за генами *ppd-A1b*, *ppd-B1b*, *ppd-D1b*. Лінії мають наступні генотипи: Mercia / 2D Ciano 67 (*Ppd-D1a*, *ppd-B1b*, *ppd-A1b*); Mercia / 2B Chinese Spring (*ppd-D1b*, *Ppd-B1a*, *ppd-A1b*); Mercia / 2A C591 (*ppd-D1b*, *ppd-B1b*, *Ppd-A1a*). Бактеризацію насіння проводили штамом *Azospirillum brasilense* 410, з колекції культур азотфіксуючих бактерій відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ. Рослини вирощували у пластикових контейнерах на дистильованій воді за 16-годинного фотоперіоду. Зразки кореневих метаболітів відбирали на 14 та 21 добу. Досліджували вплив бактеризації насіння ізогенних за генами *Ppd* ліній м'якої пшениці штамом *Azospirillum brasilense* Tarrad. et al. на ростові процеси, вміст вуглеводів, загальних фенолів і флавоноїдів у кореневих виділеннях та коренях пшениці. Хемотаксичну реакцію *A. brasilense* до кореневих ексудатів пшениці оцінювали по діаметру хемотаксичного кільця на 5-ту добу культивування.

Результати дослідження показали, що бактеризація насіння пшениці впливала на ростові показники та показники біомаси рослин. Так, аналіз співвідношення довжини надземної частини до підземної показав, що у інокульованих рослин сорту та ліній 2D – *Ppd-D1a* і 2A – *Ppd-A1a* більш інтенсивно розвивається надземна, а у лінії 2B – *Ppd-B1a* – підземна частина рослин. Показники співвідношення маси бактеризованих рослин ліній 2B – *Ppd-B1a* і 2A – *Ppd-A1a* вказують на більш інтенсивний розвиток біомаси підземної частини, а рослин сорту – надземної. У рослин лінії 2D – *Ppd-D1a* показники були близькі до контролю. Вміст моноцукрів у кореневих метаболітах досліджених ліній пшениці за умов бактеризації насіння збільшувався в середньому на 11-26 %. Вміст моноцукрів у коренях рослин сорту та лінії 2A – *Ppd-A1a* за умов бактеризації знижувався на 18 та 32%, відповідно, а у рослин ліній 2D – *Ppd-D1a* і 2B – *Ppd-B1a* залишався на рівні контролю. Вміст фенолів та флавоноїдів у кореневих метаболітах бактеризованих рослин лінії 2A – *Ppd-A1a* зростав на 25-33 %, рослин сорту та лінії 2D – *Ppd-D1a* знижувався на 7-28 %. Вміст фенолів та флавоноїдів у коренях за умов бактеризації був більшим на 25-75 % ніж у контролі у ліній 2D – *Ppd-D1a* і 2A – *Ppd-A1a*, та меншим у рослин лінії 2B – *Ppd-B1a* на 35-40 %, у рослин сорту дані показники були на рівні контролю. За умов інокуляції насіння у рослин сорту та лінії 2B – *Ppd-B1a* спостерігалось збільшення діаметру хемотаксичного кільця, порівняно з варіантом без інокуляції на 39% та 36%, а у варіанті рослин лінії 2A – *Ppd-A1a* мало місце менш суттєве збільшення кільця – на 13%.

Таким чином, показано, що бактеризація насіння пшениці штамом *A. brasilense* впливала на ростові процеси рослин. В цілому, за умов бактеризації кількість моноцукрів, фенолів і флавоноїдів у кореневих екsudатах пшениці збільшувалась. Бактеризація по-різному впливала на вміст цукрів, фенолів і флавоноїдів у коренях пшениці, збільшуючи або зменшуючи його. Встановлено, що висока хемотаксична реакція *A. brasilense* була характерна до кореневих виділень рослин пшениці сорту Mercia та лінії 2B – *Ppd-B1a*.

EFFECTS OF INOCULATION ON THE COMPOSITION OF ENDO- AND EXOMETABOLITES IN WHEAT ISOGENIC PPD LINES

Raievska I. M., Vinnikova O. I.

Bacterization was found to have an effect on growth processes. Bacterization of seeds increases the number of monosaccharides, phenols, and flavanoids in the root exudates of wheat. Bacterization has different effects on the content of sugars, phenols and flavanoids in wheat roots, increasing or decreasing them. The high chemotactic response of *A. brasilense* was found to the root exudates of wheat of sorts Mercia and 2B – *Ppd-B1a* line.

ЕНДО- ТА ЕКЗОМЕТАБОЛІТИ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЙ СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) ЗА УМОВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ

Раєвська І. М., Щоголев А. С.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
каф. фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів
майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна
raevskaya82@gmail.com

Соя культурна є однією з найбільш важливих і цінних культур сільського господарства України. Кореневі екsudати сої чинять активний вплив на ризосферу та формування симбіозу з бульбочковими бактеріями (Левішко, 2014). Але не дивлячись на

важливість метаболітів в ризосфері, на сьогоднішній день досить мало відомо про склад та динаміку корневих метаболітів сої. Тому, метою роботи було з'ясування впливу бактеризації насіння на ріст, розвиток та склад екзо- та ендометаболітів у ізогенних за генами *E* ліній сої.

Об'єктом дослідження були ізогенні за генами *E* лінії сої сорту Clark. Використовували короткоденну лінію з генотипом *E1E2E3* та фотоперіодично нейтральні лінії з генотипами *e1e2e3*, *e1e2E3E4E5E7*, *e1e2e3E4e5E7*, надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Бактеризацію проводили штамом *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) 634b, який був отриманий з колекції культур азотфіксуючих бактерій відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ. Рослини вирощували у пластикових 300 мл контейнерах на дистильованій воді. Відбір зразків корневих виділень проводили на 14 та 21 добу. Визначення вуглеводів проводили за методом Швецова-Лук'яненко, загальних фенолів та флавоноїдів з реактивом Фоліна-Чокальтеу.

Було встановлено, що вміст моноцукрів за умов бактеризації у корневих метаболітах, коренях та листках сої лінії *e1e2e3E4e5E7* суттєво збільшується на 21 добу у порівнянні з 14 добою, в середньому на 30-55 %, така ж закономірність спостерігалася у коренях ліній *e1e2e3*, *E1E2E3* та *e1e2E3E4E5E7*. У короткоденної лінії сої *E1E2E3* за умов бактеризації відбувалося підвищення вмісту олігоцукрів у корневих метаболітах та зменшення у коренях, у той час як у листках рівень олігоцукрів суттєво не змінювався. Фотоперіодично нейтральні лінії *e1e2e3*, *e1e2E3E4E5E7* характеризувалися збільшенням рівня олігоцукрів у корневих метаболітах, у листках обох ліній та коренях лінії *e1e2e3*, проте у лінії *e1e2e3E4e5E7* відбувалось їх зменшення. Дослідження вмісту загальних фенолів та флавоноїдів, показало, що досліджені лінії сої мали протилежну реакцію на бактеризацію. Так у короткоденної лінії *E1E2E3* та фотоперіодично нейтральній лінії *e1e2e3* спостерігалася зменшення загальних фенолів у корневих метаболітах на 21 добу у порівнянні з 14 добою на 52 та 75 % відповідно, та їх збільшення у коренях на 15 та 63%. У фотоперіодично нейтральних ліній *e1e2E3E4E5E7*, *e1e2e3E4e5E7* спостерігалася протилежна закономірність. Так відбувалося збільшення вмісту загальних фенолів у корневих метаболітах на 52 та 62 %, та незначне зменшення у коренях на 15-18 %.

Отримані данні свідчать про те, що інокуляція *Bradyrhizobium japonicum* впливає на перерозподіл асимілятів сої на користь підземної частини рослини. Рівень моно- та олігоцукрів збільшується як у корневих метаболітах так і у коренях. Встановлено протилежні ефекти дії бактеризації на вміст загальних фенолів та флавоноїдів у досліджених ліній сої, можливо це може бути пов'язано з різним алельним станом генів *E*.

ENDO- AND EXOMETABOLITES PROFILING OF SOYBEANS ISOGENIC *E* LINES (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) UNDER THE CONDITIONS OF SEEDS BACTERIZATION

Raievska I. M., Schogolev A. S.

The influence of seeds bacterization on the level and composition of exo- and endometabolites soybean isogenic *E* lines was investigated. It was found that inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* strains influences the redistribution of soybean assimilates in favour of the underground part of the plant. Furthermore, the level of mono- and oligosaccharides is increased in the root exudates and in the roots. Despite effecting of bacterization on the content of total phenols and flavonoids in the soybean lines their level were different, possibly due to the different allelic status of *E* genes.

ВПЛИВ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ СИБІОТИЧНОГО АПАРАТУ І ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ *E* ЛІНІЇ СОЇ (*GLICINE MAX* (L.) MERR.)

Щоголев А. С.

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

На сьогодні питання скорочення використання синтетичних добрив одне із нагальних у сільськогосподарському виробництві. Так, у країнах ЄС запроваджують більш жорсткі обмеження норм внесення азотних добрив, які направлені на скорочення забруднення навколишнього середовища. Але це також може призвести до скорочення врожайності с/г культур та зменшення прибутку с/г виробників. Тому поглиблення вивчення питання ефективного використання бактерій азотфіксаторів є актуальним. Відомо, що соя утворює симбіотичний зв'язок з бактеріями роду *Bradyrhizobium*, але продуктивність цієї співпраці може змінюватися у широкому діапазоні. Метою наших дослідів було встановити зв'язок між генами *E*, які відповідають за фотоперіодичну реакцію, та утворенням і функціонуванням симбіозу, а також зміною вмісту вуглеводів у листках ліній сої.

У дослідях використовувалися ізогенні за генами *E* ліній сої (*Glycine max* (L.) Merr): короткоденні (КД) лінії IR-903 (*E1E2E3*), L-94-1110 (*E1E2E3E4e5E7*) та фотоперіодично-нейтральні (ФН) лінії IR-907 (*e1e2e3*), L71-920 (*e1e2e3E4e5E7*). Бактеризацію насіння сої проводили штамом *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) 6346. Контролем слугували рослини з не бактеризованого насіння. Рослини вирощували на 16 годинному штучному освітленні у піщаній культурі.

Для оцінки активності функціонування симбіозу «соя - бактерії роду *Bradyrhizobium*» рослини виймали з субстрату та відмивали коріння від піску на початку цвітіння, та підраховували кількість бульбочок у 10 рослин кожного варіанту дослідів. Вміст вуглеводів у листках визначали на початку цвітіння сої. Для аналізу використовували повністю розвинені перший та другий листки, що відбирали о 9:00 та 12:00 годині, протягом 2 днів. Вміст розчинних цукрів визначали за мікрометодом Швецова та Лук'яненко.

Результати показали, що за бактеризації відбулись істотні зміни у кількості бульбочок на рослину. Так, у фотоперіодично-нейтральних ліній IR-907 (*e1e2e3*) та L71-920 (*e1e2e3E4e5E7*) кількість бульбочок була більша на 40% та 25% відповідно ніж у КД ліній IR-903 (*E1E2E3*) та L-94-1110 (*E1E2E3E4e5E7*).

За нашими даними у ФН лінії IR-907 о 9 годині вміст моноцукрів був нижче ніж у КД лінії IR-903, також вміст олігоцукрів у IR-907 о 9 годині був істотно нижче ніж у КД ліній, проте у обох ФН ліній о 12 годині вміст олігоцукрів був вищим ніж у контролі та КД ліній.

Раніше у польових дослідях було показано, що нітрогеназна активність залежить від стану алелей генів *E* (Попова, Жмурко 2014) і автори припускають, що симбіотична азотфіксація у сої підлягає фотоперіодичному контролю, який здійснюється через зміну обміну вуглеводів.

Таким чином бактеризація насіння впливає на ефективність бобово-ризобіального симбіозу, стимулюючи утворення бульбочок на коренях рослин, але є відмінності у різних ліній сої. Вірогідно це пов'язано з компліментарністю штаму відносно відповідної лінії сої. У ФН ліній сої формується більша кількість бульбочок ніж у КД ліній за умов 16 годинного фотоперіоду. Також змінюється вміст цукрів у листках в залежності від

бактеризації та фотоперіодичної реакції лінії сої.

THE INFLUENCE OF SEEDS BACTERIZATION ON THE FORMATION OF THE SIMBIOTIC APPARATUS AND THE CARBON CONTENT IN SOYBEAN LINES ISOGENIC FOR *E* GENES (*GLICINE MAX* (L.) MERR.)

Schogolev A. S.

The purpose of the study was to establish a link between the *E* genes witch responsible for the photoperiodic response (late flowering and ripening, early maturity) and functional activities of symbiosis. The objects of the study are soybean lines, isogenic for *E* genes (*Glycine max* (L.) Merr) IR-903 (*E1E2E3*), L-94-1110 (*E1E2E3E4e5E7*), IR-907 (*e1e2e3*), L71-920 (*e1e2e3E4e5E7*) and nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum* (Kirchner) 634b. It has been established that bacterization of seeds influences the effectiveness of legume-rhizobial symbiosis, stimulating the formation of nodules on the roots of plants, but differently in different soybean lines. This is due to the complementarity of the strain relative to the corresponding soybean line. In soybean day neutral lines, more nodules were formed than in short day lines under 16-hour photoperiod.

MICRONUTRIENTS, WHEAT GRAIN QUALITY AND BACTERIAL ENDOPHYTES

¹Makar O. O., ¹Romanyuk N. D., ¹Patsula O. I., ¹Terek O. I., ¹Kavylych Y. Z.,

²Kuźniar A., ³Kozlovskyy V. I.

¹Ivan Franko National University of Lviv, Plant Physiology and Ecology Dept.,
Hrushevsky St., 4, 79005 Lviv, Ukraine

²The John Paul II Catholic University of Lublin, I Institute of Biotechnology,
Department of Biochemistry and Environmental Chemistry,
11 Konstantynów St., Lublin, 20-708, Poland

³Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine,
Kozelnytska St., 4, 79026 Lviv, Ukraine
e-mail: orysia.makar@lnu.edu.ua

Micronutrient malnutrition belongs to the most serious nutritional disorders, particularly in the areas where calories intake confined mostly by staple cereals (Welch et al., 1999; WHO, 2006). In particular, Fe-deficiency anemia affects over 30% of the world's population, and it is the most prevailing nutritional disorder that is responsible for 0.8 million deaths annually across the globe (Murgia et al., 2012; WHO, 2006). Mild to moderate Zn deficiency is also common for about one third of the world's population (Cakmak, 2008). Symptoms of Zn deficiency include impairments in physical development, immune system and brain function. In this regard, wheat grains, which satisfy human daily calorie intake, are inherently low in Fe and Zn, especially when grown on Fe and Zn-deficient soils (Cakmak, 2008). Fe, Cu and Zn are essential micronutrient for plants and are required for crop growth, fertility and grain yield formation (Zhang et al., 2014; Hafeez et al., 2013; McDonald et al., 2008). While the micronutrient-based fertilizers can rescue mineral deficiency, this strategy is not environmentally friendly, since led to the accumulation of toxic levels of Cu and highly toxic cadmium (Cd) in soils (Marschner, 1995; Shorrocks et al., 1988). The application of micronutrients also changes the soil microbiome (Wolińska et al, 2014). On the other hand, the micronutrients concentration in wheat grains to the great extent depends on rhizosphere microorganisms and endophytes (Kumar and Hyde, 2004; Pimentel et al., 2011, Wolińska et al., 2017). Researchers have indicated the presence of one or more types of endophytes in

every single plant studied to date (Strobel and Daisy, 2003). In recent studies, endophytes have been shown to have an important role in promoting plant growth and yield, suppressing pathogens, removing contaminants, solubilizing phosphate or contributing to nitrogen assimilation (Chen et al., 1995; Hallmann et al., 2006; Johnson et al., 2004; Rodriguez et al., 2008). Such ability could be considered as a novel strategy to mitigate the repercussions of global climate change on agricultural crops and arable lands. Therefore, in order to realize the potential of endophytes in agricultural industry, integrative study of all aspects of endophytism is essential (Mendes et al., 2011; Meena et al., 2016; Kumar et al., 2016). Over the past decade, our understanding of microbial diversity and their function in complex environments has increased significantly, primarily as a result of the introduction of next generation sequencing (NGS) (Lozupone et al., 2007). Present research aimed the identification of potentially beneficial bacterial endophytes present in a spring wheat plant tissues in order to reveal factors for improvement yield capacity and grain nutrient quality.

THE EFFECT OF THE PRE-TREATMENT WITH ACTIVE STRAINS OF SOIL MICROORGANISMS ON SEEDS GERMINATION AND MICROFLORA

Vinnikova O. I.

V.N. Karazin Kharkiv National University
Svobody Sq. 4, 61022, Kharkiv, Ukraine
o.i.vinnikova@karazin.ua

In recent years, a new promising direction has emerged from the theory of alternative agriculture – EM technologies (effective microorganisms) (Babadzhanova and Kalimbetova, 2013). A large number of fertilizing bioproducts based on the active strains of microorganisms have appeared on the market, but not all manufacturers maintain the quality of products, and in many cases such preparations are ineffective. Also, the analysis of the literature showed a serious disagreement of opinions regarding the efficiency of using the same strains of active microorganisms for different crops and different types of soil. In order to resolve this contradiction, a study was carried out to compare the effects of treating the seeds of different crops with active microbial strains.

The latter included micromycetes *Trichoderma koningi* and *Tr. viride*, and bacteria *Bacillus subtilis* isolated from agrocenosis soil (all three obtained from the collection of the Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms of V.N. Karazin Kharkiv National University); and also industrially manufactured fertilizing bioproducts “Fitodoctor Lyst” (Enzyme, Ukraine) and “Zhyve Dobryvo” (PE “BTU-Center”, Ukraine), both containing effective microorganisms. Tested seeds of cucumber (*Cucumis sativus* L.) sort Cornichon de Paris, and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) sort Bely Naliv 241 were soaked in water suspension of soil microorganisms or biopreparations. Seed germination was assessed, and microflora was studied in non-sprouted seeds.

The treatment of cucumbers seeds with either active strains from the collection of the microorganisms or manufactured biopreparations did not significantly affect the germination rate and total germination yield. Tomato seeds appeared to be more responsive by these parameters. The most pronounced positive effect on germination rate and total germination yield was observed after inoculation of tomato seeds with *Trichoderma* spores.

The use of biopreparations had almost no influence on the length of tomato seedlings, but accelerated the growth of cucumber seedlings. The inoculation of seeds by spores of *Tr.*

koningi or bacteria *B. subtilis* led to the significant lengthening of tomato seedlings compared to the respective controls.

Treatment of seeds with active strains of micromycetes, bacteria or bioproducts caused an increase in the activity of polyphenoloxidase that indicates the "positive virulence" of the microorganisms used. The decrease in mold intensity compared to the control occurred in all experimental series for tomato seeds, but not for cucumber seeds. This finding agreed with the absence of changes in the number of fungal propagules on non-germinated cucumber seeds, while the inoculation with active strains of microorganisms reduced the yield of CFU / ml on the surface of non-germinated tomato seeds. The use of fertilizing bioproducts also reduced fungi propagule numbers only in the experimental series with tomato seeds.

The analysis of mycobiota on the surface of non-sprouted seeds provided the identification of mainly potential phytopathogens – species from genera *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, and sterile dark-pigmented mycelium.

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ АКТИВНИМИ ШТАМАМИ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА ЙОГО МІКРОФЛОРУ

Віннікова О. І.

Вивчали ефекти обробки колекційними штамми мікроорганізмів та промисловими біопрепаратами на проростання насіння та ступінь пліснявіння непророслого насіння огірків і томатів. Виявилося, що за обробки як активними штамми мікроорганізмів, так і біопрепаратами прискорювався розвиток тільки огірків. Зниження пліснявіння насіння обох культур відбувалося більш суттєво за інокуляції насіння колекційними штамми мікроорганізмів.

Секція 5 / Section 5.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЇ РОСЛИН

APPLIED ASPECTS OF PLANT BIOLOGY

ЗАСТОСУВАННЯ АРАХІДОНОВОЇ КИСЛОТИ ЯК ЗАСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Алескєрова М. Т., Паузер О. Б., Якуба І. П.

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

Розвиток органічного землеробства у світі та в Україні підштовхує науковців до постійного пошуку та засобів екологічно чистих і нешкідливих для людей та довкілля засобів підвищення продуктивності рослин. Одним із таких засобів є обробка рослин арахідоновою кислотою. Ця жирна кислота відсутня у мембранах рослинних клітин, але міститься у мембранах грибів і тварин. Обробка рослин арахідоновою кислотою працює як щеплення, подає сигнал «хибної безпеки», викликаючи стресовий стан. Тобто арахідонова кислота є еліситором, що індукує підвищення стійкості до ураження фітопатогенами, а також зростання системної стійкості, включаючи стійкість до несприятливих абіотичних факторів (Васюкова, 2012; Savchenko, 2010). Зважаючи на те, що південь України є зоною ризикованого землеробства, продуктивність овочівництва регіону залежить від стійкості рослин овочевих культур до несприятливих умов вирощування. Тому метою дослідження було з'ясувати можливість використання арахідонової кислоти як засобу підвищення продуктивності овочевих культур в умовах Північно-західного Причорномор'я та дослідити механізми даного підвищення.

Обробку арахідоновою кислотою здійснювали шляхом передпосівного намочування насіння у препараті та обприскування вегетуючих рослин від появи 3-х справжніх листків кожні два тижні. Дослідження проводили на рослинах томату, огірка, салату та щавлю, які вирощували в умовах відкритого ґрунту у дрібноділянковому досліді. Повторність дослідів трикратна, розташування повторностей впорядковане, кількість рослин у повторності – від 30 (огірок) до 100 (щавель). Місце дослідів – с. Сухий лиман Овідіопольського району Одеської області. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний крупнопилкувато-середньосуглинковий. Дослід включав два варіанти – контроль, оброблений водою, та дослід, оброблений препаратом арахідонової кислоти. Виробник препарату з комерційною назвою «Оберіг» ООО Ортон. Концентрація діючої речовини арахідонова кислота 0,15 г/л. Протягом вегетації здійснювали визначення ростових показників, вмісту фотосинтетичних пігментів в листках, активності антиоксидантних ферментів, врожайності рослин та показників якості врожаю.

Застосування арахідонової кислоти протягом онтогенезу сприяла покращенню ростових показників. Вже за тиждень після обробки та протягом всього вегетаційного

сезону відмічено збільшення довжини пагонів томатів та огірка до 40 %, салату та щавлю до 10 %. Пропорційно збільшувалась вага рослин. На рослинах утворювалась більша кількість листків, в середньому на 15 %, а також збільшувалась середня площа листків на 10-20 %, у салата – до 40 %. Протягом онтогенезу за дії арахідонової кислоти відмічено стимуляцію утворення квіток в томату та огірка, що призводило до підвищення кількості плодів. Обробка арахідоною кислотою підвищувала вміст хлорофілів а, в та їх суми в листках, збільшувало вміст суми каротиноїдів, зокрема β -каротину лютеїну та зеаксантину, зменшувало – віолаксантину і неоксантину. Результатом відміченого позитивного ефекту на ріст рослин стало підвищення врожайності, яке досягало для огірків, томатів та салату 100 ц/га, що в середньому становило 30-35 %. Врожайність щавлю заростала в середньому на 5 %. Спостерігали покращення показників якості врожаю овочів: в плодах томату та огірка знижується вміст сухої речовини. В плодах томату та огірка та листках салату та щавлю підвищувався вміст вітаміну С, цукрів, знижувалась кислотність (окрім щавлю, де вона підвищувалась на 10 %). За дії арахідонової кислоти в листках овочевих культур показано збільшення активності ферментів антиоксидантної системи рослин: аскорбатоксидази на 12,9-64,6 % та каталази на 5,7-34,0 %. У оброблених рослин спостерігається підвищення активності поліфенолоксидази та пероксидази 7,6-27,4 % на перших тижнях вегетації та подальше поступове зниження активності порівняно з контролем на 5,6-33,4 %. Таким чином, покращення росту та продуктивності рослин овочевих культур є наслідком активації антиоксидантної системи рослин. Це підтверджує елісаторну дію препарату арахідонової кислоти при утворенні неспецифічної системної стійкості рослин та є необхідною передумовою отримання високих врожаїв овочів в умовах українського півдня.

APPLICATION OF ARACHIDONIC ACID FOR OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF VEGETABLE CULTURES IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN UKRAINE.

Alieskerova M. T., Pauzer O. B., Yakuba I. P.

The effectiveness of the application of arachidonic acid preparation at some vegetable crops was studied in the conditions of southern Ukraine. Application of arachidonic acid by pre-saw damping of the seeds and spraying vegetating plants was studies on tomatoes, cucumber, lettuce and sorrel. The improving of growth parameters, increasing number of flowers and fruits, amount of leaves and leaf surface, content of chlorophylls and carotenoids is shown. Application of arachidonic acid. Increases in the activity of catalase and ascorbatoxidase, as well as a decrease in the activity of peroxidase and polyphenol oxidase in the leaves of treated plants. It is confirmed that arachidonic acid increases harvest of tomatoes, cucumber, lettuce and sorrel and improves the biochemical parameters of fruits and leaves in the conditions of southern Ukraine.

АНДРОГЕНЕЗ *IN VITRO* У ЯРОГО ЯЧМЕНЮ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ І СПОСОБІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ, ЗАГУСНИКІВ ЖИВИЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

Білинська 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

Сучасні гаплоїдні технології дозволяють істотно прискорити селекційний процес за рахунок створення гомозиготних ліній подвоєних гаплоїдів на основі гібридів ранніх

поколінь, а також отримати цінний матеріал для генетичних і молекулярно-генетичних досліджень (Devoux, Kasha, 2009, Asif, 2013).

За результатами багаторічних комплексних досліджень з вивчення чинників, які впливають на процеси утворення морфогенних структур і регенерації рослин у культурі пиляків *in vitro* ярого ячменю нами запропоновано удосконалену технологічну схему гаплоїдної індукції і доведено її переваги над базовою технологією (Білінська Дульнев, 2019). Інноваційними елементами цієї схеми є довготривала попередня обробка ізольованого колосся за низької позитивної температури (патент 113261) та подальше культивування пиляків для індукції андрогенного розвитку мікроспор на живильних середовищах, загущених природними (патенти 34859, 42192, 103426) або хімічно модифікованими крохмалю (патент 52031). При цьому композицію регуляторів росту представлено 2 мг/л 2,4-Д та 0,5 мг/л БАП. Разом з тим відомо про позитивний вплив на регенерацію рослин менш активного регулятора росту ауксинової дії – НОК (Asakaviaute, 2008), що було підтверджено і в наших дослідженнях (Bilynska, 2018).

Оскільки хімічно модифіковані крохмалі на відміну від агар-агару мають трофічні властивості і є чинниками морфогенезу *per se*, зокрема сприяють формуванню ембріодів, котрі нагадують за будовою зиготичні зародки і забезпечують найбільш швидкий шлях отримання рослин-регенерантів, виникла необхідність дослідити ефект зменшення екзогенної ауксинової активності у середовищі, яке загущене новим препаратом хімічно модифікованого крохмалю Д5а-1 з покращеними гелеутворюючими і трофічними властивостями, та за довготривалої обробки ізольованого колосся.

Тож з метою з'ясування доцільності поєднання зазначених методичних прийомів в одному технологічному процесі пиляки двох контрастних за здатністю до андрогенезу генотипів – лінії ярого ячменю андрогенного походження ДГ00-126 і сорту Mebere – було висаджено після попередньої обробки ізольованого колосся впродовж 28 діб на живильні середовища, які містили замість агар-агару хімічно модифікований крохмаль Д5а-1 (12,0 %) і по 2 мг/л 2,4-Д та НОК. Контролем слугували варіанти, у яких було застосовано базову попередню обробку пагонів (4 °С, 5 діб у воді) і культивування пиляків на середовищах, які містили 2 мг/л 2,4-Д і були загущені агар-агаром (контроль 1) та хімічно модифікованим крохмалем (контроль 2).

Результати спостережень засвідчили позитивний ефект поєднаної дії обох регуляторів росту з тривалою попередньою обробкою та застосуванням хімічно модифікованого крохмалю у лінії ДГ00-126, яка мала генетично детерміновану високу здатність до андрогенезу *in vitro*. У цього генотипу мало місце істотне перевищення дослідних варіантів над контрольними за частотою морфогенних пиляків і регенерації рослин, хоча за між дослідними варіантами істотні відмінності за першим показником були відсутні. Зокрема, на середовищі, яке містило крохмаль і 2,4-Д, частота морфогенних пиляків становила 87,8 %, а на середовищі з крохмалем і НОК – 91,7 %. У кращому контрольному варіанті (контроль 2) цей показник не перевищив 56 %. У нечутливого до андрогенезу *in vitro* сорту Mebere істотно вищу частоту морфогенних пиляків (38,7 %) було отримано лише за поєднання удосконаленого способу попередньої обробки з культивуванням пиляків на середовищі з крохмалем і додаванням 2,4-Д.

Заміна агар-агару на хімічно модифікований крохмаль сприяла підвищенню частоти регенерації нормально пігментованих рослин у обох залучених до експерименту генотипів попри існування істотних генотипних відмінностей. Так, у лінії ДГ00-126 було отримано 69 рослин на 100 культивованих пиляків у контролі 2, що було майже вдвічі вище ніж у контролі 1. У дослідних варіантах більший стимулюючий ефект на регенерацію мала 2,4-Д, за використання якої було одержано близько 145 нормально пігментованих рослин на 100 культивованих пиляків.

Варто зазначити, що це є найвищим значенням цього показника за весь період досліджень з експериментального андрогенезу *in vitro* в Інституті рослинництва ім. В.Я.

Юр'єва і в Україні (з 1988 р.) та відповідає ефективності отримання андрогенних гаплоїдів ячменю у закордонних лабораторіях. Застосування НОК за поєднання інноваційних елементів технології дозволило отримати 110 зелених рослин на 100 вміщених на середовище пиляків, що також є доволі високим показником.

У сорту Mebere в обох дослідних варіантах було відмічено істотне зростання частоти регенерації зелених рослин порівняно з контрольними, але різниці між дослідними варіантами не було. Середнє значення у досліді перевищило контроль 1 у три і контроль 2 у дев'ять разів, хоча значення цього показника було невисоким – дев'ять рослин на 100 культивованих пиляків. Як і у раніше проведених експериментах з культивування *in vitro* пиляків сорту Mebere на середовищах з хімічно модифікованими крохмаллями (Білинська, Дульнєв, 2019), відбувалося утворення з досить високою частотою рослин-альбіносів. Особливо високим цей показник був за застосування у складі індукційного середовища НОК. Використання обох регуляторів росту у середовищах, загущених крохмалем, сприяло інтенсивному утворенню ембріоїдів та ембріогенного капусу, а також проростанню ембріоїдів. За меншої або однакової частоти регенерації зелені рослини-регенеранти, що утворилися на середовищі з НОК, мали більшу життєздатність за рахунок стимулювання ризогенезу.

Таким чином, підтверджено доцільність використання удосконаленого способу попередньої обробки колосся у поєднанні з культивуванням пиляків на оптимізованих за гелеутворюючим компонентом живильних середовищах. Вперше показано, що активність ауксинів у складі середовища, загущеного крохмалем, якому притаманні трофічні властивості і власний морфогенетичний ефект, є менш критичним фактором ніж у агаровому середовищі.

SPRING BARLEY ANDROGENESIS *IN VITRO* AT DIFFERENT REGIMES AND MODES OF PLANT MATERIAL COLD PRETREATMENT, MEDIUM GELLING AGENTS AND GROWTH REGULATORS

Bilynska O. V.

The investigations were aimed to evaluate the effect of some improvements for spring barley haploid production through anther culture *in vitro*. It was found that application of synthetic auxin, NAA, instead of 2,4-D had no advantage for androgenetic structure formation and plant regeneration, when anthers of two genotypes were cultivated on the media solidified with chemically modified starch D5a-1 after long-term cold pretreatment. In highly responsive line DH00-126 the number of morphogenic anthers reached almost 90 % regardless of growth regulator. At the same time green plant regeneration frequency was higher on medium supplemented with 2,4-D and exceeded 145 plants per 100 cultivated anthers.

НАСАДЖЕННЯ *GINKGO BILOBA* L. В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ (М. СУМИ)

Коваленко І. М., Клименко Г. О.

Сумський національний аграрний університет, каф. екології та ботаніки
вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми – 40021, Україна
e-mail: kovalenko_977@ukr.net; annaklimenko2014@gmail.com

Серед безлічі лікарських рослин *Ginkgo biloba* L. виділяється рядом особливостей. Це деревна рослина, релікт мезозойського періоду, який зустрічається в природному вигляді вкрай рідко (тільки в Китаї). Листя *G. biloba* відрізняються поєднанням унікальних лікарських властивостей і тому дерева *G. biloba* культивуються штучно в ряді країн світу

(Mohanta та ін., 2014, Торчик та ін., 2018).

Еколого-ценотична стійкість *G. biloba* відзначалася неодноразово при його вирощуванні у різних географічних регіонах (Торчик та ін., 2018, Meena, 2015). Палеоботанічні дослідження показали широке поширення виду по всьому світу в минулому і необхідність його збереження нині (Tewari та ін., 2017) шляхом проведення комплексних популяційних досліджень (Злобін та ін., 2013, Клименко та ін., 2017).

Дослід по вирощуванню *G. biloba* був закладений у 2014 році в трьох варіантах на дослідних ділянках СНАУ. Варіант № 1. Вирощування *G. biloba* у теплиці при вологості повітря 60–80 % і температурі не нижче + 27°C. Затінення (рівень затінення 60 %) зеленої агросітки. Варіант № 2. Вирощування у відкритому ґрунті. Затінення (рівень затінення 60 %) зеленої агросітки. Кліматичні умови типові для Сумської області. Варіант № 3. Вирощування у відкритому ґрунті. Затінення відсутнє. Кліматичні умови типові для Сумської області. Сіянци висаджували рядками з міжряддям у 0,8 м і відстанню між рослинами в рядках 2,5-3 м.

Аналіз рослин проведено у 2018-2019 роках. У рослин *G. biloba* вимірювали наступні морфометричні параметри (Клименко та ін., 2017): висоту рослин, величину річного приросту пагонів, кількість листків, розміри листя і величину листової поверхні, фітомасу пагонів, фітомасу листя і фітомасу стебла, діаметр пагонів.

Середні значення морфометричних параметрів рослин *G. biloba* показують, що рослини в різних варіантах дослідів відрізняються за низкою морфометричних параметрів. Найбільше варіювання при вирощуванні у теплиці або у відкритому ґрунті спостерігається у таких параметрів як величина річного приросту головного пагона і розмір листової поверхні.

При вирощуванні в теплиці (варіант 1) рослини *G. biloba* виділялись дещо більшою величиною річного приросту пагонів і відповідно висотою. Вирощування *G. biloba* у відкритому ґрунті при затіненні (варіант 2) сприяло посиленому розвитку надземної частини рослин. Ця технологія забезпечувала більшу фітомасу пагонів і більшу фітомасу листя. У варіанті 3 – відкритий ґрунт без затінення на рослинах формувалося більша кількість листя і була вище їх сумарна поверхня.

Статистично достовірними на рівні $p = 0,05$ або близькому до нього, як показують результати дисперсійного аналізу, за варіантами дослідів були відмінності особин *G. biloba* тільки за величиною річного приросту головного пагона і діаметру головного стебла. Це підтверджує, що вирощування сіянців *G. biloba* в умовах теплиці веде до отримання рослин, у яких істотно вище розміри річного приросту пагона у висоту, і відповідно самі рослини в порівнюваному календарному віці вищі. Проте, стебло має менший діаметр у порівнянні з рослинами відкритого ґрунту. За іншими морфологічними особливостями такі рослини не мають переваг, що свідчить про те, що в теплиці складається режим дефіциту фотосинтетично активної радіації. Тому рослини *G. biloba*, вирощені в умовах теплиці, можуть гірше приживатися при подальшій пересадці у відкритий ґрунт.

В умовах Північного Сходу України саджанці *G. biloba* можуть досить успішно вирощуватися в теплицях й у відкритому ґрунті як з 60%-им затіненням агросіткою, так і без нього. Відмінності між рослинами, що вирощуються в таких умовах виявляються незначними і статистично недостовірними. Отримані саджанці *G. biloba* до 3–4 років життя при різній технології вирощування мають висоту 25–30 см і формують 13–17 шт. листків на одну рослину.

Еколого-ценотична стійкість *G. biloba* відзначалася неодноразово, певним обмеженням вирощування *G. biloba* може бути те, що ця рослина світлолюбна і теплолюбна, але кліматичні умови Північного Сходу України для нього досить сприятливі. Наші дослідження показали перспективність і доцільність вирощування *G. biloba* в умовах Північного Сходу України для отримання лікарської сировини. Не

дивлячись на стресові умови вирощування для *G. biloba*, даний вид відрізняється високою стійкістю і адаптивністю, але з огляду на те, що вік саджанців незначний, подальші дослідження по визначенню адаптивності рослин *G. biloba* до умов зростання вкрай необхідні.

PLANTATION OF *GINKGO BILOBA* L. IN THE UKRAINIAN NORTH-EAST (SUMY TOWN)

Kovalenko I. M., Klymenko G. O.

Ginkgo biloba L. is the oldest relict plant in the existing gymnosperm with dinosaurs, be recognized as a "living fossil" and is a unique multi-purpose rare tree species in China. In recent years, interest in its cultivation has increased in Ukraine, and improving the technology of growing this plant in the Ukrainian North-East is a relevant problem. Studies of *G. biloba* plants growing in the experimental area of Sumy NAU were conducted. On the basis of morphometric analysis, a number of morphoparameters were measured (plant height, annual growth of shoots, number of leaves, leaf size and leaf area, phytomass of the shoots, phytomass of leaves and phytomass of the stem, diameter of the shoots). Complex studies have shown the prospects and feasibility of growing *G. biloba* in the conditions of the Ukrainian North-East as medicinal raw materials.

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ПРОДИХІВ ВИДІВ РОДУ QUERCUS L. РІЗНОГО БОТАНІКО-ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В КРИВОРІЗЬКОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ НАН УКРАЇНИ

Лаптева О. В.

Криворізький ботанічний сад НАН України
Україна, 50089 м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 50
e-mail: elenalapteva@bigmir.net

За розташуванням продихів листки досліджених видів роду *Quercus* L. належать до анізостоматичних (Зиман и др., 2004) Вони розташовані хаотично уздовж жилок над клітинами асиміляційної паренхіми. У результаті проведених досліджень було встановлено, що продихи зосереджені лише на нижньому епідермісі та відсутні поблизу жилок, знаходячись на рівні інших клітин епідермісу.

Рослини – вихідці з посушливих місць, а також в суху погоду випаровують більше води, ніж в умовах підвищеної вологості. Випаровування води, крім продихів, регулюється захисними отворами на шкірці листка. Ці отвори опушені волосками та знаходяться на нижній частині листка. При дослідженні трихом на листках у рослин видів роду *Quercus* L. встановлені деякі відмінності. Так, у видів *Q. robur* L., *Q. rubra* L., *Q. macranthera* Fisch. et. Mey, *Q. serrata* Thund. волоски прості, а у видів *Q. imbricaria* Michx, *Q. castaneifolia* C.A. Mey. – опушення у вигляді зірчастих волосків. Листки у рослин, зростаючих у ксеноморфних умовах, мають більш густе опушення за рахунок значного збільшення зірчастих за формою волосків на абаксимальній поверхні листової пластинки, що сприяє зменшенню надмірної транспірації в умовах посухи (Колесніченко, 2015) Такі пристосувальні зміни анатомо-морфологічної будови листків дозволяють стабілізувати водний режим рослин в умовах посухи.

Дослідження продихів на відбитках епідермісу листка проводили за методикою Молотковського (Бессонова, 2006) Мікроскопічні дослідження проводили за допомогою бінокулярного мікроскопу Granum R-4002. Фотографії виконували цифровим фотоапаратом Nikon D40, встановленому на мікроскоп з тринокулярною фотонасадкою

ULAB XSP-139TP. Заміри довжини та ширини продихів проводили з використанням програми AxioVision Rel. 4.8. Вимірювали довжину і ширину замикаючих клітин продиху та довжину щілини в закритому стані, кількість в одному полі зору, для визначення щільності. Також розраховували індекс форми k і площу продиху S (форми приблизно набуваемо, як еліпс). Виміри розмірів проводили на 50 продихах, щільність підраховували у 10 полях зору з трьох листків, отримані обчислені розрахунки усереднювали. Також визначали стандартне відхилення, щоб оцінити їх мінливість.

При анатомічних дослідженнях листка заслуговує уваги показник щільності продихів, тобто кількість їх в полі зору окуляра мікроскопу. Досліджені види за цим параметром можна розташувати в такій послідовності: *Q. robur* (27,63) – *Q. serrata* (28,83) – *Q. castaneifolia* (30,03) – *Q. rubra* (30,47) – *Q. imbricaria* (38,3) – *Q. macranthera* (40,18).

Результати досліджень показують, що відмінності між видами в щільності продихів не значні та не залежать від того, до якої секції та підроду належить вид. У двох видів дуба *Q. imbricaria* і *Q. macranthera* середня кількість продихів становить близько 40 шт., а у інших чотирьох – 28-30 штук в полі зору біокуляра мікроскопа. За показником коефіцієнту варіації можна сказати, що найбільший він у виду *Q. serrata* – 16,14, а найменший – у *Q. macranthera* – 9,48.

Формування продихів відбувається послідовно і здійснюється впродовж значного періоду зростання і розвитку листа (Оскворидзе, 1975). Формування певної щільності продихів на одиницю поверхні листа пов'язане передусім із забезпеченням і регулюванням газообміну і транспірації, спрямованих на оптимальну продуктивність фотосинтезу рослин в певних умовах, в той час як при посиленні промислового забруднення кількість продихів практично не змінюється (зменшується з 187 до 185 шт./мм²). (Зиятдинова, 2012). Адаптації рослин в цьому відношенні мають видову специфіку (Кулагин, 1974, Николаевский, 1990).

За нашими даними форма та розмір продихів у досліджених видів дубів дещо різняться. Так, найменша середня довжина продиху була у видів *Q. castaneifolia*, *Q. imbricaria*, *Q. macranthera* та складала 20-23 мкм, тоді як у інших – 25-26 мкм. Ширина продиху виглядала майже так само, лише у виду *Q. rubra* різниця між довжиною та шириною була незначна, тому індекс форми k був найменший (1,15), тобто продихи в нього мають більш кулясту форму.

Проте площа продихів між видами суттєво не різняться. Так, мінімальна площа продиху спостерігалася у виду *Quercus castaneifolia* (245 мкм), тоді як найбільша – у *Q. macranthera* (485 мкм).

Аналіз площі продихів видів роду *Quercus* за приналежністю їх до різних ботаніко-географічних зон за А.Л. Тахтаджяном (1978) показав, що площа продиху у видів з Циркубореальної та Ірано-Туранської флористичної області *Q. castaneifolia* становила 245 мкм, *Q. macranthera* – 285 мкм, *Q. robur* – 364 мкм, у видів з Атлантично-Північно-Американської – *Q. imbricaria* – 354 мкм, *Q. rubra* – 472 і зі Східно-Азійської *Q. serrata* – 429 мкм.

Таким чином, встановлено, що незважаючи на різні розміри продихів, відношення їх довжини до ширини мало відрізняється у досліджених видів дубів, більш укорочена форма продихів зменшує довжину продихової щілини, тому індекс форми характеризує не стільки розміри продихів, скільки пропорції продихового апарату. Так, у *Q. rubra* він найменший – 1,15, що свідчить про кулясту форму продихів. Площа продихів між видами значно не розрізняється, проте має видову специфіку. Дослідивши стан продихів представників роду *Quercus* L., які ростуть в умовах КБС, слід відмітити, що у *Q. macranthera* Fisch. et. Mey щільність продихів вища, ніж у інших видів, при цьому найменша щільність продихів в полі зору відзначена у *Q. robur* L.

PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF STOMATA OF SPECIES OF THE GENUS QUERCUS L. OF DIFFERENT BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL ORIGIN OF THE KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE.

Lapteva O. V.

We present the results of anatomical study of stomata for 6 species of genus *Quercus* L. originating from 3 floristic area in the collection of Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine. After examining the state of stomata of the representatives of genus *Quercus* L., it should be noted that, for *Q. macranthera* Fisch. et. Mey., the stomatal density is higher than for other species, while the lowest stomatal density in the field of view was noted for *Q. robur* L.

ВПЛИВ ФІТОГОРМОНАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕГЕНЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОРФОГЕНЕЗУ КАЛУСНОЇ КУЛЬТУРИ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Чумакова В. В.

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

Культура клітин і тканин рослин відіграє значну роль у вивченні шляхів морфогенезу, так як в системі *in vitro* виявляється найбільш широкий діапазон морфогенетичного потенціалу рослини. Програма реалізації морфогенезу детермінована комплексом ендогенних і екзогенних факторів, серед яких одним з найважливіших є склад живильного середовища (Дубровна та ін., 2014). Для оптимізації складу найпоширенішого і універсального живильного середовища Мурасіге і Скуга (МС) в якості регуляторів росту і розвитку використовують фітогормони ауксини і цитокініни, у тому числі для культивування озимої м'якої пшениці (Ying-Hua Su et al., 2011; Сельдимирова, 2017). Щодо використання гіберелінів у складі живильного середовища для індукції морфогенезу в культурі *in vitro*, то експериментальних даних недостатньо.

Метою роботи було дослідження впливу гіберелінів на фоні певного фітогормонального складу регенераційного живильного середовища на ефективність морфогенезу калусної культури озимої пшениці. Рослинним матеріалом слугувала калусна культура озимої м'якої пшениці *Triticum aestivum* L. сорту Альянс. В якості контрольного варіанту використовували регенераційне середовище МС з додаванням 3 мг/л БАП + 0,5 мг/л НОК, дослідними – 4 варіанти з додаванням вище вказаних фітогормонів та гібереліну (ГКЗ) різної концентрації: 0,1; 0,5; 1,0 та 10 мг/л. Протягом чотирьох тижнів культивування за умов освітлення 2 кЛк, 16-годинному фотоперіоду та температури 22±1 °С проводили спостереження та аналіз прояву гемо- та ризогенезу калусної культури пшениці сорту Альянс.

Було виявлено, що наприкінці першого тижня культивування калусів на МС з додаванням 0,1 та 0,5 мг/л ГКЗ стимулювався процес хлорофілогенезу та утворення надземних структур рослини - колеоптелів та листків. Після другого, третього і четвертого тижня спостерігалася аналогічна тенденція. Частота гемогенезу на даних живильних середовищах становила 26,6 та 30 % відповідно. Упродовж усього дослідного періоду калуси, культивовані на середовищах з додаванням 1 і 10 мг/л ГКЗ, характеризувалися нижчими показниками гемогенезу порівняно до контролю, що може свідчити про негативний вплив високих концентрацій ГКЗ на формування надземної

частини рослин-регенерантів пшениці м'якої. Стосовно динаміки позеленіння калусної культури, то на МС з додаванням 0,5 мг/л ГКЗ частота хлорофілогенезу різко зростала вже на другому тижні культивування і складала 100 %. Також ризогенез на усіх регенераційних середовищах, включно з контролем, відбувався майже однаково та досить інтенсивно. Після першого тижня культивування майже на усіх калусах утворились корінці. У результаті проведеного дослідження було показано, що додавання в живильне середовище ГКЗ у концентрації 0,1 і 0,5 мг/л для культивування пшениці м'якої сорту Альянс більшою мірою стимулювало процеси морфогенезу *in vitro*. Окрім цього, висока концентрація негативно впливала на прояв морфогенетичних реакцій калусних культур озимої м'якої пшениці.

Отже, для стимуляції морфогенетичного потенціалу калусної культури пшениці необхідно створювати та впроваджувати ефективний і оптимальний режим і умови культивування.

INFLUENCE OF PHYTOHORMONAL COMPOSITION OF REGENERATION MEDIUM ON EFFICIENCY OF MORPHOGENESIS OF CALLUS CULTURE OF SOFT WINTER WHEAT.

Chumakova V. V.

It was shown that it could be possible to stimulate the processes of organogenesis in callus culture of winter soft wheat, by optimizing the phytohormonal balance - the ratio of the content of phytohormones - gibberellins in combination with auxins and cytokinins.

ПАПОРОТЬ *SALVINIA NATANS* (L.) ALL. – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ВОДОЙМ ВИД ЗІ ЗНАЧНИМ АДАПТАЦІЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ

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

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, 01004, м. Київ, Україна
e-mail: chrom.botany@ukr.net

У результаті інтенсивного промислового виробництва в навколишнє середовище потрапляють важкі метали. Кадмій, свинець, ртуть і напівметал арсен згубно впливають на довкілля, і згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO, 2017), фігурують у списку десяти хімічних речовин, поширення яких є найбільш проблемним. Проникаючи у біохімічні цикли і нагромаджуючись в тканинах рослин, важкі метали представляють небезпечний вид забруднення, що не підлягає біодеструкції і зберігається в екосистемі практично нескінченно. Важкі метали належать до основних забруднювачів прісних водойм, оскільки індустриально розвинені регіони розташовані на берегах водосховищ і річок. Водночас, у межах міст невеликі замкнуті водойми також зазнають згубного впливу важких металів через відпрацьовані гази автотранспорту, слугують стічними резервуарами для природних опадів. Зважаючи на це, розробка ефективних, економічних методів фітореємедіації з використанням рослинної біомаси для видалення важких металів і поліпшення стану водних об'єктів належить до актуальних екологічних завдань.

Водні папороті роду *Salvinia* відзначаються високим темпами росту, адаптивністю та стійкістю до несприятливих екологічних чинників, здатні адсорбувати елементи, які прийнято вважати політантами водойм (Dhir, 2014). Сальвінія плаваюча (*Salvinia natans* (L.) All.) – однорічна папороть-гідрофіт із літньо-зеленим феноритмотипом – розповсюджена в Україні (Чорна, 2001; Дубина та ін. 2003). Росте на межі повітряного та водного середовищ, характеризується різною будовою плаваючих і занурених у товщу

води фотосинтезуючих органів – вай. Занурені ваї морфологічно нагадують корені. Спорадично розповсюджена у мезо-евтрофних і евтрофних, слабопроточних або стоячих водоймах. Вид внесений до Червоної книги України (2009), як реліктовий з неоціненим природоохоронним статусом. Проте, через пом'якшення клімату ареал папороті останнім часом значно розширився. Повідомлялось про появу значних популяцій *S. natans* на півночі Європи у дельті річки Вісли (Gałka and Szmeja, 2013). У південних регіонах Європи сальвінія утворює великі масиви площею до 800-1000 м² із високою щільністю, яка досягає більше 1000 особин на 1 м². Крім того, цей макрофіт легко видаляється з водної поверхні.

Раніше повідомлялось про здатність багатьох видів наземних папоротей переносити токсичні для інших видів рослин концентрації важких металів (Kachenko et al., 2007) і, відповідно, про можливість ефективного відновлення ґрунтів за допомогою цих рослин. Встановлено, що деякі види папоротей (*Dennstaedtia davallioides*, *Hypolepis muelleri*, *Nephrolepis cordifolia*, *Pteris vittata*) успішно розвивались за умов забруднення важкими металами (Kachenko et al., 2007). При цьому в тканинах акумулювалась значна кількість полютантів, адсорбованих з ґрунту. Відповідно, вирощування цих видів сприятиме стабілізації й фіторе mediaції забрудненого ґрунту. Періодичне видалення і прибирання вегетативної маси також сприятиме очищенню забруднених ділянок.

Водночас є дані, що близькоспоріднений з *S. natans* макрофіт *S. biloba* демонструє високу здатність до видалення з води іонів свинцю, яка залежить від концентрації металу. Адсорбція іонів свинцю досягала максимальної ефективності за його вмісту у воді – 12.62 мг на літр (Loria et al., 2019). Результати даного дослідження демонструють, що *S. biloba* має величезний потенціал накопичення іонів свинцю й проявляє величезну стійкість до високої концентрації цього елемента у воді, а також володіє ефективними механізмами детоксикації, включаючи клітинні антиоксидантні механізми, які відіграють головну роль у захисті фотосинтетичної системи від окислювального стресу. Крім того, завдяки таким особливостям, як висока швидкість накопичення біомаси в природних умовах, *S. biloba* є стійким та невибагливим вільноплаваючим водним макрофітом, що має велике значення для фіторе mediaції забруднених свинцем водних об'єктів (Loria et al., 2019). Крім цього, стійкість до свинцю доведена для виду *S. minima* (Estrella-Gómez et al., 2009). У даного виду механізми толерантності до важких металів пов'язують з високою активністю фітохелатинів у занурених ваях.

Нами досліджено ультраструктурну будову і вміст фотосинтетичних пігментів (Щербатюк та ін., 2016), морфобіологічні характеристики (Babenko et al., 2019; Kosakivska et al., 2019), а також фітогормональний баланс (Васюк та ін., 2017) плаваючих та занурених вай спорофіту *S. natans* в онтогенезі. За нашими спостереженнями вид, заселившись природнім шляхом, успішно розвивався на поверхні закритих водойм на лівому березі Дніпра в межах міста Києва. Дані водойми в значній мірі евтрифіковані, зазнали багаторічного забруднення свинцем через викиди відпрацьованих газів автомобільного транспорту і ртуттю з вже непрацюючого підприємства «Радикал» – одного з найбільш проблемних, екологічно небезпечних промислових об'єктів Києва. Нами було встановлено, що значне забруднення не перешкоджало водній папороті *S. natans* розростатися і розмножуватися, вкриваючи значну площу поверхні (до 20 %), Спираючись на результати досліджень інших авторів з видами роду *Salvinia* (Estrella-Gómez et al., 2009; Loria et al., 2019), можна припустити, що під час росту спорофіту *S. natans* у його органах відбувається накопичення розчинених полютантів. Оскільки приріст біомаси *S. natans* є надзвичайно швидким, є можливість періодично її збирати і вивозити для подальшого захоронення на полігонах, таким чином сприяючи поступовому очищенню даних водних об'єктів. Крім того, *S. natans* легко поширювати у незаселені нею водойми шляхом перенесення зелених вільноплаваючих спорофітів, які швидко розростаються.

Отже, завдяки високій толерантності до забруднення і здатності накопичувати речовини-забруднювачі, водна папороть *S. natans* є перспективним засобом для ефективного очищення водойм від полютантів, зокрема важких металів – солей свинцю, цинку, кобальту та ртуті. Наведені факти свідчать про високий потенціал локально доступного макрофіта *S. natans* для довгострокових стратегій очищення води. Проте, потрібно зазначити, що використанню даного виду для фіторемедіації перешкоджає її червонокнижний статус.

SALVINIA NATANS (L.) ALL. AS PERSPECTIVE FERN WITH SIGNIFICANT ADAPTATION POTENTIAL FOR PHYTOREMEDIATION OF WATER BODIES

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

All presented facts demonstrate a great ability of the water fern *S. natans* to eliminate heavy metals during an ontogenesis in water contaminated with heavy metals. *S. natans* has a great adaptation potential and may be considered as a plant useful in phytoremediation activity towards the management of residual water bodies contaminated with compounds of heavy metals. In addition, features of *S. natans* such as high biomass production under natural conditions proves to be a robust aquatic macrophyte with a great efficiency for phytoremediation. Presented data will allow us to determine tolerance and provide the basic information related to the potential use of these locally available macrophytes for long-term water purification strategies.

СИГНАЛЬНІ МОЛЕКУЛИ СВІЖОСКОШЕНОЇ ТРАВИ ТА ЧАСНИКУ (ОЛЬФАКТОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ)

¹Яковенко М. Г., ²Россіхін В. В.

¹Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, каф. біохімії,

²Харківська медична академія післядипломної освіти, каф. урології

Майдан Свободи 4, м. Харків – 61022, Україна

e-mail: m.yakovenko50@ gmail.com

Будь-яке ушкодження трави, у тому числі й газонокосаркою, запускає реакції руйнування жирів і фосфоліпідів за допомогою ферментів, вивільнених з ушкоджених клітин, що приводить до утворення лінолевої і ліноленової жирних кислот, які окисляються та руйнуються іншими ферментами. В результаті каскадних реакцій утворюються молекули, що містять дванадцять, або шість атомів вуглецю - альдегіди, спирти та складні ефіри. Вони утворюють запах свіжоскошеної трави, у складі якого: 39,5 % – цис-3-гексенілацетат; 12,3 % – цис-3-гексеналь; 9,4 % – метанол; 8,9 % – цис-3-гексенол; 7,5 % – транс-2-гексеналь; 3,6 % – етанол; 18,8 % – інші летучі органічні речовини (Токин, 1980; Atiba Vheir, 1987).

При цьому, найбільш яскраву та насичену ноту в ароматі, що визначає запах у цілому, дає - альдегід цис-3-гексеналь.

Поріг сприймання запаху цієї речовини людським носом дуже низький: 0,25 частин на мільярд у повітрі. Проте ця речовина не стійка та швидко перетворюється в інший схожий альдегід - транс-2-гексеналь, який більш стійкий, має приємний запах і більш високий поріг. Його, так само, як і спирт цис-3-гексенол, синтезують у промислових масштабах для виробництва парфумів та харчової промисловості.

Доцільність ароматичного каскаду наступна. Вважається, що компоненти запаху небезпечні для бактерій, забезпечуючи рослині можливість заліковувати порізи і загоювати рани. По-друге, сильний аромат є хімічним сигналом для інших рослин

включати захисні механізми. Наприклад, вони виділяють у повітря речовини, які приваблюють хижаків, що знищують шкідників цих рослин, або виробляють свої БАР, що дозволяють санувати рослину відразу після ушкодження.

Не менш складний біохімічний каскад спостерігається при утворенні часникового запаху, що з'являється тільки після того, як ушкоджуються зубчики часнику. При цьому, з вакуолей пошкоджених клітин вивільняється фермент алліциназа, що взаємодіє з алліїном, що перебуває в цитоплазмі. В результаті взаємодії утворюється алліцин, яким і пахне розрізаний часник (Токин, 1980; Daman, 2009; Kraus, 2008).

Потім алліцин перетворюється у чотири пахучих речовини: діаллілдисульфід, аллілметилсульфід, аллілмеркаптан та аллілметилдисульфід, що вносять суттєвий внесок у формування неприємного запаху часнику. Цікаво, що жодної із цих речовин немає в цілому зубчику часнику, вони утворюються тільки після руйнування клітин часнику. Найбільш стійкий запах має аллілметилсульфід. Він повільно руйнується, виводиться з організму при диханні, з потом і сечею, забезпечуючи часниковий запах протягом доби.

Знешкодити неприємний запах після споживання часнику можна за допомогою молока, пряної зелені (петрушки, кмину, м'яти й інших спецій) і яблук. Вважають, що перераховані продукти містять якісь ферменти (на сьогоднішній день невідомі), які прискорюють перетворення сірководневодень, що надають часнику антибактеріальні властивості. При цьому встановлено, що чим більше атомів сірки в молекулі, тим сильніший антимікробний ефект вона має, що вперше описав Луї Пастер ще в 1858 році.

Крім антисептичного ефекту, часник забезпечує людину життєво необхідними вітамінами та мікроелементами. Так, в 100 грамах часнику міститься 96 % добової потреби у вітаміні В6, 52 % у вітаміні С, 33 % необхідної міді, 21 % заліза, 18 % кальцію, 26 % селена та 73 % магнію.

Сьогодні вирощують близько 300 сортів часнику в усьому світі, і найбільше (66%) часнику виробляють у Китаї (Atiba Vheir, 1987).

SIGNAL MOLECULES OF FRESHLY CUT GRASS AND GARLIC (OLFACTOLOGICAL ASPECTS).

Yakovenko M. G., Rossikhin V. V.

A biochemical cascade of compounds that determine the olfactological aspect (signaling molecules) and physiological effects (antibacterial effect) arising from fresh damage to grass and garlic is described. It is shown that unpleasant smell of garlic can be removed using milk, spicy herbs and apples. In addition to the antiseptic effect garlic provides the human body with necessary vitamins and microelements.

ПОКАЗЧИК АВТОРІВ

Авксентьева О. О.	14, 66	Зубрич О. І.	28	Реліна Л. І.	41
Алескерова М. Т.	82	Кедрук А. С.	56	Реут А. А.	16
АлХамаденіХайдер		Кисла І.С.	69	Рибалка О. І.	20
Набіл Хуссейн	26	Кірізій Д. А.	56	Романенко К. О.	42
Бабенко Л. М.	42	Клименко Г. О.	85	Романюк Н. Д.	62
Батуєва Є. Д.	14	Кобилецька М. С.	46	Россихин В. В.	92
Білінська О. В.	83	Коваленко І. М.	85	Соколовська-Сергієнко О.Г.	56
Богуславський Р. Л.	41	Комариста В. П.	39	Стасик О. О.	34, 56
Бокатенко Ю. А.	51	Коропецький О. Ю.	51	Стельмах А. Ф.	20
Бондаренко О. Ю.	60	Косаківська І. В.	42, 90	Супрун О. Г.	41
Борисенко А. О.	44	Лаптева О. В.	87	Тарасюк М. В.	34
Василенко А. О.	44	Лисенко О. І.	53	Твердохліб О. В.	18
Васюк В. А.	90	Майорова О. Р.	18	Тимошенко В. Ф.	36
Вечерська Л. А.	41	Махаринська Н. М.	29	Фецюх А. Б.	62
Віннікова О. І.	75, 81	Мельникова Н. М.	71	Фу Хао	58
Войтенко Л. В.	90	Михалків Л. М.	31	Хархота М. А.	32
Вус Н. О.	44	Міренкова Я. І.	72	Чумакова В. В.	89
Глушач Д. В.	67	Міхно А. І.	32	Шевченко В. В.	60
Гнетко Л. В.	66	Омельчук С. В.	73	Шевченко Л. М.	44
Давлетбаєва С. Ф.	16	Паузер О. Б.	82	Шкоропад О. Б.	62
Данко Ю. Ю.	46	Пацула О. І.	51	Щербатюк М. М.	42, 90
Жмурко В. В.	19, 26, 27, 58	Поліщук Г. І.	32, 56	Щоголев А. С.	69, 76, 78
Жук О. І.	47	Приступа І. В.	55	Юсипіва Т. І.	63
Зайцева І. О.	49	Прядкіна Г. О.	32	Юхно Ю. Ю.	22
Зборівська О. В.	34	Раєвська І. М.	19, 72, 75, 76	Яковенко М. Г.	92
				Якуба І. П.	82

INDEX OF AUTHORS

Al HamadaniHayder		Kozlovskyy V. I.	79	Shevchenko L. M.	45
Nabeel	24	Kužniar A.	79	Shevchenko V. V.	61
Alieskerova M T.	83	Kysla I. S.	70	Shkoropad O. B.	63
Avksentieva O. O.	16, 65	Lapteva O. V.	89	Sokolovska-Sergiienko O. G.	56
Babenko L. M.	43	Lysenko O. I.	54	Stasik O. O.	36, 58
Batuieva Y. D.	16	Makar O. O.	79	Stelmakh A. F.	22
Bilynska O. V.	85	Makharynska N. M.	30	Suprun O. H.	40
Boguslavskiy R. L.	40	Mayorova O. R.	19	Tarasiuk M. V.	36
Bokatenko J.	53	Melnykova N. M.	72	Terek O. I.	79
Bondarenko O. Yu.	61	Mikhno A. I.	34	Tverdokhlib O. V.	19
Borysenko A. O.	45	Mirenkova Y. I.	73	Tymoshenko V. F.	37
Chumakova V.V.	90	Mykhalkiv L. M.	32	Vasylenko A. O.	45
Danko Y.	47	Omelchuk S. V.	75	Vasyuk V. A.	92
Davletbaeva S.F.	18	Patsula O. I.	53, 79	Vecherska L. A.	40
Fetsiukh A. B.	63	Pauser O. B.	83	Vinnikova O. I.	76, 80
Fu Hao	59	Polischuk G. I.	34, 58	Voytenko L. V.	92
Gnetko L. V.	65	Priadkina G. O.	34	Vus N. O.	45
Hlushach D. V.	69	Prystupa I. V.	56	Yakovenko M. G.	93
Kavylych Y. Z.	79	Raievskaya I. M.	20, 73, 76, 77	Yakuba I. P.	83
Kedruk A. S.	58			Yukhno Yu. Yu.	24
Kharkhota M. A.	34	Relina L. I.	40	Yusypiva T. I.	64
Kiriziy D. A.	58	Reut A. A.	18	Zaitseva I. O.	51
Klymenko G. O.	87	Romanenko K. O.	43	Zborivska O. V.	36
Kobyletska M.	47	Romanyuk N. D.	63, 79	Zhmurko V. V.	20, 24, 26, 59
Komaristaya V. P.	38	Rossikhin V. V.	93		
Koropetskiy O.	53	Rybalka O. I.	22	Zhuk O. I.	49
Kosakivska I. V.	43, 92	Schogolev A. S.	70, 77, 79	Zubrich O. I.	29
Kovalenko I. M.	87	Shcherbatiuk M. M.	43, 92		

ДЛЯ КОТАТКІВ // FOR NOTES
