

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08
Р32

*Рекомендовано до друку вченою радою біологічного факультету
Харківського національного університету імені В.В. Каразіна
(протокол № 14 від 15 вересня 2011 року)*

Р32 Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти. — Матеріали II міжнародної наукової конференції (Харків, Україна, жовтень, 11–13, 2011 р.). — Харків, 2011. — 208 с. — укр., рос., англ.
ISBN 978-966-623-805-7

Збірник містить матеріали пленарних, секційних і стендових доповідей, представлених на II Міжнародній науковій конференції «Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти».

УДК 581.1 : 581.14 : 581.19 : 575.08

Науковий комітет:

Акад. НАНУ Гродзинський Д. І. — Київ
Чл.-кор. НАНУ Мусатенко Л. І. — Київ
Акад. НААНУ Мусієнко М. М. — Київ
Чл.-кор. НААНУ Пузік В. К. — Харків
Д.б.н., проф. Коць С. Я. — Київ
Д.б.н., проф. Колупаєв Є. Ю. — Харків
Д.б.н., проф. Лихолат Ю. В. — Дніпропетровськ
Д.б.н., проф., Файт В. І. — Одеса
Проф. Воробйова Л. І. — Харків
Д.б.н., проф., Романов Г. О. — Москва, Росія
Д.б.н., проф., Жмурко В. В. — Харків

Організаційний комітет:

Голова, проф. Л. І. Воробйова, співголова В. В., Жмурко, д.б.н., завідувач кафедри фізіології та біохімії рослин Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, доц. Красильникові Л. О., доц. Авксентьева О. О., доц. Тимошенко В. Ф., к.б.н. Віннікова О. І., к.б.н. Джаєєв В. Ю.

Відповідальний секретар — м.н.с. Юхно Ю. Ю.

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

Шановні колеги!

Нині істотно змінюються методологія та методи досліджень у фітофізіології. Ця наука, маючи вже вельми похилий вік — понад два століття — все більше осучаснюється, залучаючи до свого арсеналу найбільш досконалі методи дослідження, інтегруючись з молекулярною біологією, генетикою та біотехнологією рослин. Такий арсенал методів широко використовується у сучасній фітофізіології при дослідженні механізмів регуляції росту і розвитку рослин, особливості яких полягає у надзвичайній складності процесів, які зумовлюють їх перебіг у різноманітних умовах довкілля. Саме це спонукало нас обрати напрям уже Другої міжнародної конференції — фізіолого-біохімічні та генетичні аспекти регуляції росту і розвитку рослин. З'ясування різних аспектів їх регуляції має вельми вагоме фундаментальне значення для поглиблення уявлень про закономірності онтогенезу. Не менш вагомимі прикладні аспекти таких досліджень, бо саме процеси росту і розвитку зумовлюють формування продуктивності та якості урожаю та визначають адаптивність і стійкість рослин до факторів довкілля, їх взаємодію з мікроорганізмами. Найбільш повне з'ясування механізмів регуляції у їх взаємодії можливе за спільних зусиль фізіологів, біохіміків, генетиків та молекулярних біологів рослин. У збірці матеріалів конференції опубліковані дані, які висвітлюють результати вивчення різних аспектів регуляції росту і розвитку рослин.

Науковий комітет конференції

ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Фізіологія рослин – наука про функціональну активність рослинних організмів і механізми процесів рослинних систем різних рівнів їх організації — від субклітинних структур до цілих рослин. У свій час видатний фізіолог К.А. Тімірязєв писав: «Фізіологія рослин – це наукова основа землеробства». Таким чином, до завдань фізіології рослин входять розкриття сутності процесів, що протікають в рослинному організмі, встановлення їх взаємному зв'язку, зміна під впливом середовища, механізмів їх регулювання, фізіологічні дослідження та обґрунтування прийомів, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Як фундаментальна наука фізіологія рослин є теоретичною основою рослинництва, що визначає її практичне значення для землеробства та новітніх біотехнологічних розробок.

Саме з цим пов'язаний сучасний ренесанс фізіології рослин, оскільки подальше існування людської цивілізації неможливе без вирішення проблем продовольства та енергетики. Зелена рослина, яка фактично є акумулятором сонячної енергії, перетвореної на енергію хімічних зв'язків органічних речовин, є ключем до вирішення цих завдань. Однак це поновлюване джерело органічної енергії, матеріалів, продуктів харчування та екологічно чистого біопалива потребує подальших значних вдосконалень кількісних і якісних ознак, а також: технологічних властивостей.

Останнім часом наукова спільнота все більше усвідомлює необхідність інтеграції знань, отриманих при вивченні процесів, що відбуваються на різних рівнях організації живих систем, починаючи з молекулярного і закінчуючи ценотичним. Це викликало появу в біологічній науці таких термінів, як геноміка, протеоміка, метаболоміка, які на даний час активно вживаються і у фізіології рослин. В основі цих понять лежить саме поєднання молекулярно-біологічних, генетичних і фізіологічних підходів для кращого розуміння загальних принципів функціонування організму та його окремих систем в усій складній їх взаємодії. Головна мета таких досліджень повинна полягати у пошуку шляхів підвищення продуктивності рослин та їх резистентності до впливу несприятливих чинників. Це забезпечить максимальне розкриття генетичного потенціалу урожайності за нестабільних умов навколишнього середовища.

Основні зусилля фізіологів світу в галузі росту і розвитку рослин, вирішенню питань яких присвячена Ваша конференція, спрямовані на дослідження гормональної регуляції клітинного циклу та морфогенезу, молекулярних аспектів дії фітогормонів; вивчення фітогормоніндукованих ростових реакцій, росту і розвитку мутантних та трансгенних рослин, ролі фітогормонів у стресових реакціях, біології клітин *in vitro*, розробку біотехнології та багато інших питань. Виключно важливим є захист посівів зернових культур від вилягання.

Аналіз стану розвитку фізіології рослин на сучасному етапі показує, що головним завданням цієї науки повинно стати проведення фундаментальних досліджень механізмів фізіологічних процесів, які б наблизили нас до розуміння основ життєдіяльності рослин і управління цими процесами на організаційному рівні.

Фізіологія рослин як наука особливо важлива для України, яка знаходиться серед потужних держав — виробників сільськогосподарської продукції. Завдання фізіологів полягає в тому, щоб бути на рівні сучасної науки, підтримувати її прогрес, зробити свій вагомий внесок у розвиток фізіології рослин та використати її здобутки на благо народу України.

З повагою,

Президент Українського
товариства фізіологів рослин,
академік НАН України



В.В. Моргун

ЗМІСТ

Секція 1

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ

Активность лектинов и содержание абсцизовой кислоты у неординаковых по засухо- и жаростойкости сортов пшеницы на разных фазах развития растений Адамовская В. Г., Молодченкова О. О., Литвиненко Н. А., Узлякова И. В., Тихонов П. С.	13
Физиолого-биохимическая регуляция темпов развития изогенных линий пшеницы <i>Triticum aestivum</i> L. Авксентьева О. А.	15
Изменения фитогормонального комплекса спорофитов <i>Equisetum arvense</i> L. в процессе онтогенеза Веденичева Н. П., Васюк В. А., Войтенко Л. В., Мусатенко Л. И.	17
Содержание цитокининов в побегах в ответ на локальное воздействие на корень. Участвуют ли цитокинины в передаче сигнала из корня в побег? Высоцкая Л. Б.	19
Органоспецифічна експресія ліпідтрансферного протеїну на різних етапах онтогенетичного розвитку сосни звичайної Груник Н. І., Ковальова В. А., Гут Р. Т.	21
Фотопериодический и яровизационный контроль развития растений как система физиолого-биохимических и молекулярно-генетических механизмов Жмурко В. В.	23
Фізіолого-біохімічні аспекти впровадження в озеленення промислових міст основних представників квітучих газонів Зайко Г. А., Лихолат Ю. В.	25
Донорно-акцепторна взаємодія прапорцевого листка, колоса і стебла у продукційному процесі рослин озимої пшениці Кірізії Д. А., Крупа Н. М.	27
Зміна характеристик лектинів листя льону олійного (<i>Linum humile</i> Mill.) протягом онтогенезу Левчук Г. М.	29
Влияние красного света (660 нм) на морфометрические показатели гипсофилы в условиях различной длины дня Мартынченко И. А.	31
Гиббереллиновый контроль зацветания мутантов <i>Arabidopsis thaliana</i> Миляева Э. Л., Романов Г. А.	33
Вплив мульчування ґрунту та внесення абсорбентів вологи на фізіологічні показники в листках саджанців винограду Подуст Н. В.	35

Приспособленность сеянцев дуба черешчатого в свете активности синтеза в листьях некоторых первичных и вторичных метаболитов Полякова Л. В., Журова П. Т.	37
Фитогормональная регуляция водного обмена у омелы белой (<i>Viscum album</i> ssp. <i>Album</i> L.) Садовниченко Ю. А., Сапожникова В. А.	39
Параметри індукції флуоресценції листків <i>Deschampsia antarctica</i> в умовах жорсткого ультрафіолетового випромінювання Стороженко В. О., Таран Н. Ю., Светлова Н. Б.	41
Изменения в углеводном обмене у растений разных фотопериодических групп после облучения красным светом Тимошенко В. Ф., Жмурко В. В., Малик Ю. А., Димитриева А. И.	43
Вплив червоного світла на активність сахарозсинтази у листках розсади томатів Щоголев А. С., Жмурко В. В.	45

Секція 2

ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ І РОЗВИТКУ

Культура <i>in vitro</i> — модель для исследования контроля роста и развития изогенных линий пшеницы Авксентьева О. А., Петренко В. А.	47
Фотопериодическая регуляция накопления и распределения между органами азотсодержащих метаболитов у изогенных линий пшеницы Авксентьева О. А., Хан Бинь, Жмурко В. В.	49
Фотопериодическая, гормональная и сахарозная регуляция клубнеобразования у фитохромных трансформантов картофеля <i>in vitro</i> Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Голяновская С. А., Сергеева Л. И., Романов Г. А.	51
Ефективність використання ДНК-маркерів для ідентифікації <i>Ppd-B1</i> генотипів пшениці Балашова Г. А., Файт В. І., Мутерко А. Ф.	53
Хімічно модифіковані крохмалі як чинники морфогенезу у культурі піяків <i>in vitro</i> ярого ячменю Білинська О. В., Дульнев П. Г.	55
Особливості яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості миронівських сортів озимої м'якої пшениці Булавка Н. В.	57
Вычленение генетических эффектов физиологических систем контроля темпов развития озимой пшеницы Герасименко В. Ф., Стельмах А. Ф., Файт В. И., Саранча М. А.	59
Полиморфизм инбредных линий кукурузы по RAPD — маркерам и прогнозирование уровня гетерозиса Китаева С. С., Кириченко В. В.	61
Регенерація виду <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. в культурі <i>in vitro</i> за дії регуляторів росту Коломієць Ю. В.	63

Реакція рослин винограду на осмотичний стрес в умовах культури тканин <i>in vitro</i> Ковбасюк О. І.	65
Генетичний контроль розвитку квітки та плоду в <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh. Медвідь О. М., Сигідіненко Л. І.	67
Вплив чужинного генетичного матеріалу на розвиток, цвітіння та адаптивні ознаки інтрогресивних ліній озимої м'якої пшениці Моцний І. І.	69
Використання мультіплексної плр для визначення <i>Ppd-d1</i> генотипів у сортів м'якої пшениці Мутерко О. Ф., Балашова І. А.	71
Физиолого-биохимические и цитологические аспекты каллюсогенеза и морфогенеза <i>in vitro</i> изогенных по генам <i>ppd</i> линий пшеницы. Петренко В. А., Жмурко В. В.	73
Морфология хлоропластов в зависимости от типа хлорофилльной недостаточности у льна масличного Полякова И. А., Левчук А. Н., Яранцева В. В., Лях В. А.	75
Незвичайно глибока затримка початкового розвитку у сорта озимої пшениці Істра-1 Стельмах А. Ф., Файт В. І., Саранча І. О.	77
Системи контролю темпів початкового розвитку сучасних сортів озимих пшениці та ячменю СГІ-НЦНС Стельмах А. Ф., Файт В. І.	79
Частоти <i>Ppd</i> і <i>Vrd</i> генотипов набору сортів озимої пшениці Файт В. І.	81
Эффекты генов <i>Ppd</i> и <i>Vrd</i> на хозяйственно-ценные признаки озимой пшеницы Файт В. И.	83
Генетичний контроль формування суцвіття у <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh. Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.	85
Влияние <i>Rht</i> -генов на высоту растений озимой мягкой пшеницы в условиях юга Украины Чеботарь Г. А., Моцный И. И., Чеботарь С. В., Сиволап Ю. М.	87
Активність поліфенолоксидази у міжвидових гібридів соняшнику Чигрин Т. В., Задорожна О. А.	89
Effects of phytohormones on the frequency of callus formation in culture of ovaries and seed germs <i>orchids in vitro</i> Sheyko E. A., Musatenko L. I.	91

Секція 3

РІСТ І РОЗВИТОК ЗА УМОВ СТРЕСУ

Детерминация генами контроля темпов развития степени жаро- и засухоустойчивости изогенных линий пшеницы <i>Triticum aestivum</i> L. Авксентьева О. А., Головина И. В., Данилюк И. А.	93
Вплив іонів важких металів та регулятора росту трептолеуму на пігментну систему рослин соняшнику Бакун В., Пацула О., Терек О.	95

Механізми стійкості рослин до впливу важких металів та їх сполук Вакерич М. М., Ніколайчук В. І., Денчиля-Сакаль Г. М., Глюдзик М. Ю.	97
Роль пігментних комплексів у формуванні продуктивності злаків за умов дефіциту води Жук В. В., Мусієнко М. М.	99
Вплив природної посухи, по та інгібітору аквапоринів на ультраструктуру клітин листового мезофілу ярої пшениці Жук І. В., Мусієнко М. М.	101
Формування продуктивності озимої пшениці за умов дефіциту води у ґрунті Жук О. І.	103
Індукція флуоресценції хлорофілу листків для прогнозування жаростійкості винограду Зеленяньска Н. М.	105
Влияние жасмоновой кислоты на образование активных форм кислорода в coleoptилях пшеницы и их теплоустойчивость Карпец Ю. В., Колупаев Ю. Е., Мусатенко Л. И.	107
Зміни вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у листках озимої пшениці за дії посухи та обробки саліциловою кислотою Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Фаткова Н. М.	109
Компоненти складу запасних білків ярої м'якої пшениці залежно від дії гамма-променів Панкова О. В.	111
Вплив забруднення важкими металами на деякі фізіолого-біохімічні процеси в листках деревних рослин Піскова О. М.	113
Реакція насіння сортів озимої пшениці на дефіцит вологи в ґрунті при проростанні Подуст Ю. І.	115
Біохімічні маркери стійкості дерев сосни звичайної (<i>Pinus silvestris</i> L.) Самойленко О. М.	117
Солеустойчивость неполного амфидиплоида НАД (<i>Triticum aestivum</i> × <i>Thinopyrum ponticum</i>) Сечняк А. Л., Полинено А. А., Давиденко В. Ю.	120
Залежність темпів акумуляції відновленої форми глутатіону у рослин вуличних посадок від рівня загазованості атмосферного повітря Сишиков Д. В.	122
Вплив потреби в яровизації і фоточутливості на морозостійкість озимої пшениці Стельмах А. Ф., Файт В. І., Погребнюк О. О.	124
Фітогормональний статус кореневої системи сортів озимої пшениці за дії екзогенного ауксину в умовах ґрунтової посухи Ткачов В. І., Ярошенко О. А., Антонюк В. П.	126
Регуляція толерантності мохів до водного дефіциту Хоркавців Я. Д., Лобачевська О. В.	128
Влияние салициловой и янтарной кислот и их структурных аналогов на активность внеклеточной пероксидазы и генерацию супероксидного анион-радикала в coleoptилях пшеницы Ястреб Т. О., Колупаев Ю. Е., Швиденко Н. В.	130

Секція 4

РІСТ І РОЗВИТОК У ВЗАЄМОДІЇ РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ

Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата пшеницы яровой инокулированной diaзотрофами рода <i>Azospirillum</i> <i>Адамчук-Чалая Н. И.</i>	132
Ризосферная микофлора изогенных по генам Vrn линий пшеницы <i>Винникова О. И., Коновалов Д. А.</i>	134
Абсцизова кислота, як ауторегуляторний елемент бобово-ризобіального симбіозу <i>Волкогон М. В., Грищук О. О., Коць С. Я.</i>	136
Роль грибов рода <i>Trichoderma</i> в регуляции роста растений <i>Долинская Е. В., Голованова Т. И.</i>	139
Синтез цитокінінів <i>Bradyrhizobium japonicum in vitro</i> як критерій оцінки біологічної активності штамів <i>Драгатов І. В., Леонова Н. О., Гутинська Г. О.</i>	141
Влияние салициловой и янтарной кислот на продуктивность и устойчивость растений проса к гипертермии и возбудителям корневых гнилей <i>Коц Г. П., Ястреб Т. О., Мирошниченко Н. Н., Батова Е. Н., Колупаев Ю. Е.</i>	143
Вплив гранульованих бактеріальних препаратів на проростання насіння сої та формування бобово-ризобіального симбіозу <i>Курдиш І. К., Мельникова Н. М., Мар'юшкін В. Ф.</i>	145
Перспективи застосування бактеріальних препаратів комплексної дії для корекції мікробних процесів у агроєкосистемах <i>Курдиш І. К., Рой А. О., Скороход І. О., Чоботарьов А. Ю., Погорєлова В. В., Церковняк Л. С.</i>	147
Влияние экзогенного лектина на метаболические процессы у растений бесклубеньковой сои <i>Маменко П. Н., Шиманская Д. Ф., Коць С. Я.</i>	149
Ростові процеси <i>Lupinus albus</i> L. за застосування мікробних препаратів та їх композицій <i>Пида С. В., Конончук О. Б., Ковалевська Т. М., Седюкова Н. Б., Костриба І. І.</i>	151
Формирование симбиотического аппарата у изогенных линий сои под действием короткого фотопериода <i>Попова Ю. В., Юхно Ю. Ю., Жмурко В. В., Хасанова Г. У.</i>	153
Фитогормонсинтезирующие ризобактерии и их действие на рост и гормональный баланс растений <i>Соколова М. Г., Вайшля О. Б., Акимова Г. П.</i>	155
Возможная роль генов <i>Vrn</i> в процессе ассоциативной азотфиксации у пшеницы <i>Самойлов А. М., Жмурко В. В.</i>	157
Вплив салицилової кислоти на вміст пероксиду водню в інфікованих грибом <i>Heterobasidion annosum</i> (fr.) Bref. проростках <i>Pinus sylvestris</i> L. <i>Чемеріс О. В.</i>	159

Секція 5

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКТИВНОСТІ

Вплив агростимуліну на рівень фізіологічної адаптації гороху до сумісної дії сполук нікелю і кадмію <i>Артюшенко Т. А.</i>	161
Регуляция роста и развития луговых фитоценозов на основании функции линейного роста злаковых трав <i>Богданов В. Л., Шмелева И. В.</i>	163
Сумісне застосування гербіцидів та мікроелементів для обробки рослин пшениці <i>Гуральчук Ж. З., Трач В. В., Мордерер Є. Ю.</i>	165
Влияние регуляторов роста природного происхождения на показатели жизнедеятельности и устойчивости растений космеи дваждыперистой в условиях южной Якутии <i>Зайцева Н. В.</i>	167
Вплив аміноцукру N-ацетил-D-глюкозаміну при передпосівній обробці насіння на розвиток і продуктивність рослин ярої пшениці <i>Кириченко О. В.</i>	169
Біосурфактанти як антифітопатогенні агенти <i>Конон А. Д., Софілканич А. П., Покора Х. А., Монастерецька І. О., Пирог Т. П.</i>	171
Вплив строків сівби на фотосинтетичну продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи <i>Князюк О. В.</i>	173
Підвищення адаптації зернових культур та сої до несприятливих погодних умов <i>Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф.</i>	175
Растения — концентраторы цинка <i>Кривицкая И. А., Яковенко М. Г., Корниенко Е. М., Россихин В. В.</i>	177
Влияние водных экстрактов почвы из-под разных посевов на всхожесть семян кресс-салата <i>Кучкова А. Г., Джамеев В. Ю., Жмурко В. В., Витанов А. Д.</i>	179
Роль кальцію у дії трінексапак-етилу <i>Лузін О. Г., Вірич П. А.</i>	181
Влияние амарантина на некоторые показатели метаболизма прорастающих семян сорго в условиях засоления <i>Луценко Э. К.</i>	183
Ефективність бакових сумішей для регуляції росту, розвитку та продуктивності ярого ячменю <i>Мар'юшкіна В. Я., Пилипчук М. П., Ярошенко Л. М.</i>	185
Індукція апоптозу в клітинах меристеми коренів <i>Hordeum vulgare</i> та <i>Rhaphanus sativus</i> після обробки новими похідними 2,6-динітроаніліну, комерційними грамініцидами та їх композиціями <i>Ожерєдов С. П., Спивак С. І., Ємець А. І., Блюм Я. Б.</i>	187
Вплив мікроелементів на ріст проростків робінії звичайної в умовах комплексного забруднення повітря <i>Присєдський Ю. Г.</i>	189

Вплив рутину на ростові процеси рослин при різних умовах зволоження <i>Росіцька Н. В.</i>	191
Ріст і продуктивність рослин поліплоїдних півчистих пшениць <i>Triticum dicosum</i> (Schränk) Schuebl. і <i>Triticum spelta</i> <i>Ружицька О. М., Заболотна А. П., Якименко І. А.</i>	193
Корекція морфологічних показників і підвищення насінневої продуктивності рослин газонних трав регуляторами росту та мікроелементами <i>Серга О. І., Светлова Н. Б., Улинець В. З., Григорюк І. П.</i>	195
Вплив хлорхлориду на морфометричні параметри та фотосинтетичну активність рослин гречки звичайної <i>Смірнов О. Є., Косик О. І.</i>	197
Активність супероксиддисмутази хлоропластів та CO ₂ -газообмін прапорцевого листка у сортів озимої пшениці різної продуктивності <i>Соколовська-Сергієнко О. Г.</i>	199
Спосіб обробки рослин гербіцидами класу грамініцидів <i>Трач В. В.</i>	201
Регуляція адаптивних процесів у злакових культур до дії гербіцидів на ранніх етапах онтогенезу в умовах підвищення температури <i>Філонік І. О., Вінниченко О. М.</i>	203
Микроудобрение Сизам как фактор регуляции роста, развития и продуктивности растений <i>Черныш М. А., Жмурко В. В.</i>	205
ПОКАЖЧИК АВТОРІВ	207

Секція 1

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНА РЕГУЛЯЦІЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ

Активность лектинов и содержание абсцизовой кислоты у неодинаковых по засухо- и жаростойкости сортов пшеницы на разных фазах развития растений

Адамовская В. Г.¹, Молодченкова О. О.¹,
Литвиненко Н. А.¹, Узлякова И. В.¹, Тихонов П. С.²

¹Селекционно-генетический институт-Национальный центр семеноведения и сортоизучения, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина
e-mail: olgamolod@ukr.net

²Одесский государственный аграрный университет, ул. Пантелеймоновская, 13, г. Одесса, 65012, e-mail: pavth@ukr.net

Засуха и повышенные температуры являются одной из острых проблем современной биологии растений в связи с глобальным изменением климата. В ходе изучения воздействия гипертермии и водного дефицита на клетки растений выявлена целая группа неспецифических реакций, к которым относятся прежде всего изменение проницаемости клеточных мембран, синтез стрессовых белков, липидов и растворимых углеводов. Вместе с тем, в формировании защитных реакций растений вовлекаются и некоторые присущие норме белки, о чем свидетельствует стресс-индуцированное увеличение их синтеза и содержания (Ramagopal S., 1996; Hurkman W., 1996). К таким белкам можно отнести и агглютинин зародыша пшеницы (АЗП), экспрессия генов которого индуцируется абсцизовой кислотой (АБК) (Hurkman W., 1996; Шакирова М. В., 2003). Показано, что в ответ на действие стрессовых факторов разной природы в вегетирующих растениях пшеницы наблюдается 2–7-кратное возрастание уровня АЗП, которому предшествует резкое транзитное возрастание АБК (Бабоса А. В., 2008; Безрукова М. В., 2001).

Исходя из этого, в нашей работе приведены данные изменения активности лектинов и содержание АБК у разных по засухо-жаростойкости сортов пшеницы на разных фазах развития растений (фаза кущения, активная трубка перед колошением, 3, 5, 7 день после цветения, молочная и восковая спелость). Объектом исследования служили устойчивые (Сирена, Одесская-16), слабозасухоустойчивые (Serio-15, Serio-16) сорта пшеницы (*Triticum aestivum* L.), выращенные на полях СГИ-НЦСС. Активность лектинов (ЛА) и содержание АБК определяли по методическим принципам (Луцик М. Д., 1981; Комарова Э. Н., 1987; Ермаков А. И., 1987).

Полученные нами данные изменения активности лектинов на разных этапах развития растений позволяют нам предположить о наличии двух пиков ЛА. Максимальная ЛА отмечается в фазу кущения растений, в корнях. Второй пик ЛА был зарегистрирован нами в зерне в фазе восковой спелости. При этом у засухоустойчивых сортов уровень их активности значительно выше, чем у слабозасухоустойчивых (в 5,1; 5,6 и 4,7 и 2,4 раза соответственно). Переход растения из одной фазы развития в другую часто коррелирует с иммунологически важными сдвигами гормональной системы, и, прежде всего, это относится к АБК. Резюмируя полученные данные по накоплению АБК в растениях можно отметить следующее: значительный подъем уровня АБК, как и повышение ЛА у засухоустойчивых и у слабозасухоустойчивых сортов отмечается в фазе кущения (корни) и в фазе восковой спелости зерна, при этом у засухоустойчивых сортов количественное содержание АБК выше, чем у слабозасухоустойчивых (1,32, 1,52, раза соответственно). Таким образом, динамика изменения ЛА имеет, по-видимому, ранний транзитный пик и более позднее количественное изменение его активности в процессе развития растений. Аналогичная тенденция прослеживается по изменению содержания АБК. Установленные нами закономерности изменения ЛА и содержания АБК свидетельствуют о том, что они принимают участие в процессах жизнедеятельности растений пшеницы на всех этапах их развития. С учетом вышеизложенного представляют практический интерес экспериментальные данные о неодинаковом уровне ЛА и содержания АБК у разных по засухо-жаростойкости сортов пшеницы.

Физиолого-биохимическая регуляция темпов развития изогенных линий пшеницы *Triticum aestivum* L.

Авксентьева О. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: avksentyeva@univer.kharkov.ua

Контроль темпов развития в растительном организме осуществляется при взаимодействии нескольких регуляторных систем, среди которых важнейшими являются генетическая, трофическая и фитогормональная регуляция. Известно, что переход растений мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) от вегетативного состояния в генеративное контролируется двумя основными системами генов (Стельмах, 2000). Гены *VRN* (потребность в яровизации) детерминируют тип развития яровой/озимый, а гены *PPD* — фото-периодическую чувствительность. В настоящее время интенсивно исследуются молекулярные механизмы экспрессии этих генов, имеющее весьма важное значение для углубления представлений о молекулярно-биологических механизмах контроля развития пшеницы (Cockram et al., 2007; Distelfeld et al., 2008). Вместе с тем, эффекты этих генов на физиологические процессы, координирующие трофическую и фитогормональную регуляцию в жизнедеятельности растения, не исследуются. Исходя из выше сказанного, изучение показателей физиолого-биохимических процессов в связи с темпами развития растений мягкой пшеницы является актуальным. Целью данной работы было выявление возможных эффектов генов, контролирующих тип и скорость развития изогенных линий пшеницы на некоторые показатели физиолого-биохимических процессов: темпы развития, фитогормональный баланс, содержание метаболитов и активность окислительно-восстановительных ферментов. Материалом исследования служили моногеннодоминантные по генам *VRN* (vernalization) изогенные линии, созданные в генофоне озимого сорта пшеницы Мироновская 808. Опыты проводили в 2008–2011 годах с использованием полевых и вегетационных экспериментов. Результаты изучения темпов развития моногеннодоминантных изогенных линий по генам *VRN* показали, что период всходы-колошение наиболее продолжительным был у линии *Vrn B1a*. У растений

этой линии активность каталазы была ниже, а пероксидазы и полифенолоксидазы — выше, чем у линий *Vrn A1a* и *Vrn D1a*. Изучение дневной динамики углеводов показало, что в течение дня в листьях линии *Vrn B1a* накапливалось углеводов больше, чем у линий *Vrn A1a* и *Vrn D1a*. Эти различия могут определяться не только способностью линии *Vrn B1a* к более интенсивному накоплению, но более интенсивным дневным оттоком углеводов у линий *Vrn A1a* и *Vrn D1a*. Результаты исследования фитогормонального баланса показали, что у быстроразвивающихся линий содержание ИУК и ГК было существенно, а ЦК — незначительно выше, в то время как АБК — значительно ниже, чем у медленноразвивающихся линий *Vrn B1a* и озимого сорта (полный рецессив по генам *VRN 1–3*). Отношение ростактивирующий гормон / АБК у быстроразвивающихся линий выше, чем у медленноразвивающихся линий и озимого сорта. Наибольший эффект на фитогормональный статус, уровень углеводов в листьях и апикальных меристемах и активность оксидаз проявляет доминантный ген *Vrn B1a*. Вероятно эффекты генов *VRN* на исследованные процессы являются одним из важных факторов физиолого-биохимической регуляции темпов развития мягкой пшеницы.

Литература

1. Стельмах А. Ф., Файт В. И., Мартынюк В. Р. Генетические системы типа и контроля скорости развития пшеницы // Цитология и генетика. — 2000. — Т.34, №2. — С.39–45.
2. Cockram J., Jones H., Leigh F. J., O'Sullivan D., Powell W., Lourie D. A., Greenland A. J. Control of flowering time in temperate cereals: genes, domestication, and sustainable productivity // Journal of Experimental Botany. — 2007. — V.58, N6. — P.1231–1244
3. Distelfeld A., Tranquilli G., Li Ch., Yan L., Dubcovsky J. Genetic and Molecular Characterization of the *VRN 2* loci in Tetraploid Wheat // Plant Physiology Preview. — 2008. — P. 108.129353.

Изменения фитогормонального комплекса спорофитов *Equisetum arvense* L. в процессе онтогенеза

Веденичева Н. П., Васюк В. А., Войтенко Л. В., Мусатенко Л. И.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01601, Украина,
e-mail: phytohormonology@ukr.net

Фитогормоны обнаруживаются у представителей практически всех отделов и классов растений от прокариотических организмов до высших. Однако механизмы функционирования фитогормональной системы, роль фитогормонов в регуляции роста и развития изучались главным образом у цветковых, в основном культурных, растений. Что касается споровых растений, то информация о роли фитогормонов у этой группы организмов ограничивается небольшим количеством сообщений об идентификации у них ауксинов, цитокининов, АБК, гиббереллинов, либо о влиянии этих веществ на развитие растений в культуре *in vitro*. Тем не менее, в последнее время эволюционный подход к изучению гормональной системы все более привлекает внимание исследователей (Ross, Reid, 2010). Была предпринята попытка проследить эволюцию АБК от продукта вторичного метаболизма до стрессового гормона (Hartung, 2010). Однако существенная нехватка фактического материала не дает возможности сделать конкретные заключения и даже обоснованные предположения относительно становления и усовершенствования фитогормональных механизмов регуляции в процессе развития живого мира.

Объектом нашего исследования были представители древнейших растительных организмов, процветавших в девонском и каменноугольном периоде и дошедших до наших дней — хвощи (*Equisetum arvense* L.). Методом ВЭЖХ изучали содержание ИУК, АБК, цитокининов и гиббереллин-подобных веществ (ГПВ) в органах спорофита на разных стадиях развития. В корневищах и веточках молодых спорофитов выявлены невысокие концентрации цитокининов (зеатина, зеатинрибозид, зеатинглюкозида, изопентениладенозина и изопентениладенина). Более высокие уровни зеатина и изопентениладенозина определялись в стеблях вегетативных побегов. Содержание цитокининов снижалось у взрослых растений за исключением корневищ, где

уровень изопентенильных форм оставался выше. Значительную активность проявляли ГПВ в верхних частях междоузлий и веточках зрелых спорофитов. Содержание АБК и ИУК было наиболее высоким в корневищах. Развитие растений сопровождалось уменьшением уровней АБК и ИУК в корневищах, тогда как ИУК в свободной и связанной форме накапливалась в веточках и стеблях вегетативных побегов. Полученные данные указывают на наличие коррелятивных взаимоотношений между соотношением эндогенных фитогормонов и интенсивностью ростовых процессов у *E. arvense*. Этот факт подтверждает возможность того, что фитогормоны выполняют функцию регуляторов роста и развития у споровых так же, как и у высших растений.

Литература

1. Hartung W. The evolution of abscisic acid (ABA) and ABA function in lower plants, fungi and lichen // Functional Plant Biology. — 2010. — 37, N 9. — P. 806–812.
2. Ross J. J., Reid J. B. Evolution of growth-promoting plant hormones // Functional Plant Biology. — 2010. — 37, N 9. — P. 795–805.

Содержание цитокининов в побегах в ответ на локальное воздействие на корень. Участвуют ли цитокинины в передаче сигнала из корня в побег?

Высоцкая Л. Б.

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, пр. Октября 69, г.Уфа, Россия
e-mail: vysotskaya@anrb.ru

Обмен гормональными сигналами между побегом и корнем необходим для контроля и координации роста растения (Jackson, 1993). Однако до сих пор остаются сомнения в том, что цитокинины могут участвовать в корневом сигналинге. Мы прибегали к разным воздействиям на растения пшеницы (св. *Bezenchukskaya 139*), которые вызывали активацию роста их корня: удаление 4-х из 5-ти корней и 10-тикратное разбавление питательного раствора Хогланда-Арнона (Х-А). Нагреванием до 40 °С корней трансгенных растений табака (*Nicotiana tabacum* L., св. Petit Havana, HSIPT) стимулировали дополнительную экспрессию *IPT*-гена. Для определения содержания гормонов использовали метод иммуноферментного анализа. Удаление части корней у 8-дневных растений пшеницы снижало концентрацию цитокининов (ЦК) в ксилемном соке. Поскольку у таких растений не изменялась скорость транспирации, доставка цитокининов в побег также была ниже по сравнению с интактными растениями. Восстановление потока цитокининов в побег наблюдали только через сутки после удаления корней. Неожиданным стало высокое содержание гормона в побеге уже через 1 ч после воздействия. Одним из механизмов поддержания высокого уровня цитокининов могло быть снижение скорости их распада. Активность цитокининоксидазы (ЦКО) оценивали по деградации изопентениладенина после добавления в инкубационную среду белкового экстракта из листьев. Экспрессию гена, кодирующего ЦКО, определяли при помощи метода RT-PCR. Обнаружили снижение активности фермента и экспрессии гена ЦКО. Накопление цитокининов в побеге растений с редуцированным корнем могло способствовать поддержанию роста побега непосредственно и/или через влияние на уровень фотосинтеза. Разбавление питательного раствора не вызывало изменения содержания цитокининов в ксилемном соке в течение первых суток, но содержание ЦК в побеге за это время снижалось

вдвое. В отличие от экспериментов с удалением корней дефицит питания приводил к накоплению в побегах АБК. Источником накопления АБК мог быть транспорт ее из корня в виде связанной формы, повышенное содержание которой мы обнаружили в ксилемном соке. По данным литературы АБК может влиять на метаболизм ЦК (Brugiere et al., 2003). Измерение активности ЦКО и экспрессии кодирующего ЦКО гена показало снижение обоих показателей. Следовательно, цитокининовый сигнал генерировался в самом побеге в результате влияния АБК на скорость деградации цитокининов. Поэтому при изучении роли гормональных сигналов во взаимодействии побега и корня следует анализировать не только транспорт гормонов из корней, но и механизмы генерирования гормональных сигналов в органе-мишени. Локальное нагревание корней *IPT*-трансгенных растений табака в течение 1 ч на протяжении пяти дней приводило к подавлению роста побега относительно контроля. Мы полагаем, что это было связано с накоплением АБК в побеге, которое наблюдалось через 3 ч после каждого теплового шока. Но уже через 0,5 ч было обнаружено повышение концентрации ЦК в ксилемном соке и в листьях, которое могло быть причиной зафиксированной повышенной скорости транспирации по сравнению с контрольными растениями. Быстрая потеря воды вызывала нарушение водного обмена, которое могло стимулировать синтез АБК. В работе также обсуждается взаимовлияние АБК и ЦК и роль ЦКО в регуляции содержания ЦК в побегах.

Результаты наших исследований доказывают, что ЦК наряду с АБК вовлекаются в корневой сигналинг и играют важную роль в координации роста побега и корня, а механизмы передачи сигнала зависят от внешних и внутренних факторов.

Органоспецифічна експресія ліпідтрансферного протеїну на різних етапах онтогенетичного розвитку сосни звичайної

Груник Н. І., Ковальова В. А., Гут Р. Т.

Національний лісотехнічний університет України
79057 м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 103
e-mail: rgoutmollab@ukr.net

Ліпідтрансферні протеїни (ЛТП) — це група антимікробних пептидів (АМП), які широко розповсюджені серед рослин та виступають важливим фактором прямого захисту рослинного організму проти бактерійних та грибових збудників (Franky, 1992). ЛТП є потенційними посередниками внутрішньоклітинного мембранного транспорту ліпідів, а також залучені в синтез кутикули, захист проти біотичних чинників, адаптації клітин до умов зовнішнього середовища, у рості, розвитку рослин та беруть участь в клітинному сигналюванні (Yubero-Serrano et al., 2003). ЛТП було виявлено у багатьох видів покритонасінних та голонасінних. Нещодавно ліпідтрансферний протеїн був виявлений у сосни звичайної співробітниками лабораторії молекулярно-генетичних маркерів рослин НЛТУ України і показано його атифунгальні властивості (Kovaleva, 2009).

Метою роботи було дослідити експресію гену ліпідтрансферного протеїну на рівні мРНК в вегетативних та генеративних органах на різних етапах онтогенетичного розвитку сосни звичайної. В досліді використовували зріле насіння, восьмиденні проростки, генеративні (макро- мікростробіли, пилки) та вегетативні органи (корінь, кора, хвоя, бруньки) 15-річної сосни. Експресію ЛТП визначали методом напівкількісної ЗТ-ПЛР зі специфічними праймерами з наступним розділенням продуктів ампліфікації у 1,5% агарозному гелі. Умови ампліфікації ЛТП сосни звичайної: 95°C — 5 хв.; 95°C — 1 хв., 54°C — 1 хв., 72°C — 1 хв.; 72°C — 5 хв. Довжина утворених продуктів становила 374 п.н.

Експресію ЛТП було виявлено у зрілому насінні, корі, коренях, хвої та вегетативних бруньках. Продукти ампліфікації ЛТП були виявлені у диференційованих частинах восьмиденних проростків (корінці, гіпокотилі та сім'ядолі) та в генеративних органах сосни звичайної (мікро- та макростробілах). У пилку не було виявлено продуктів гену ЛТП.

Наявність продуктів експресії ЛТП у насінні, проростках, вегетативних та генеративних органах вказує на те, що ЛТП залучений у механізми захисту від патогенів на різних етапах онтогенетичного розвитку сосни. В подальшому планується дослідити профілі експресії ЛТП сосни звичайної за дії фітогормонів та стресових чинників для з'ясування механізмів регуляції експресії цього гену та його ролі в адаптації сосни до стресових умов. Робота підтримана грантом ДФФД України (проект № Ф41.4 /049).

Література

1. Franky R. G. In vitro antifungal activity of a radish (*Raphanus sativus* L.) Seed protein homologous to nonspecific lipid transfer Proteins / R. G. Franky Terras, L. Inge Goderis, F. Van Leuven, J. Vanderleyden // *Plant Physiol.* — 1992. — P. 1055–1058.
2. Kovaleva V. purification and molecular cloning of antimicrobial peptides from Scots pine seedlings / V. Kovaleva, R. Kiyamova, R. Cramer, H. Krynytskyi, I. Gout and el. // *Peptides.* — 2009. — 30, N 12. — P.2136–2143.
3. Yubero-Serrano E. Identification of a strawberry gene encoding a non-specific lipid transfer protein that responds to ABA, wounding and cold stress / E.-M. Yubero-Serrano, E. Moyano, N. Medina-Escobar // *Journal of Experimental Botany.* — 2003. — 54, N 389. — P 1865–1877.

Фотопериодический и яровизационный контроль развития растений как система физиолого-биохимических и молекулярно-генетических механизмов

Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина
e-mail: zhmurko@univer.kharkov.ua

Исследования биологической природы фотопериодизма и озимости растений продолжают уже около столетия. По их результатам сформулирована гормональная теория развития растений (Чайлахян, 1988), трофические закономерности фотопериодизма (Цыбулько, 1998) и озимости растений (Цыбулько, Жмурко, Гридин, 2000). Высказаны гипотезы о роли термопериодизма и яровизации в развитии озимых и двулетних растений (Влаауw et al., 1930), эндогенной ритмичности (Бынning, 1958), фитохромная гипотеза (Parker et al., 1946) о регуляции развития растений в условиях разного фотопериода. В этих теориях и гипотезах отражены те или иные стороны сущности физиолого-биохимических механизмов фотопериодического и яровизационного контроля развития растений.

Идентификация генов фотопериодической чувствительности (PPD) и потребности в яровизации (VRN) у ряда растений позволила установить зависимость молекулярно-генетических механизмов экспрессии этих генов от фотопериодических условий и яровизации (Cockram et al., 2007).

Анализ названных теорий и гипотез, а также многих литературных данных показывает, что подавляющее число авторов главную роль в регуляции развития фотопериодических групп растений, а также яровых и озимых форм отводят или только фитогормонам (флоригену), или только трофическим процессам, или фитохромному контролю, либо же только генетической детерминации процесса развития. Несомненно, что все эти механизмы функционируют в процессе регуляции развития растений. Однако, результаты наших многолетних исследований (Жмурко, 2009) позволяют считать, что каждый из них сам по себе не может определять характер роста и развития растений в условиях разной длины дня или под влиянием яровизации. Их координи-

нация в пространстве и во времени обеспечивается только при условии, что фитогормональные, трофические, энзиматические, фитохромные и генетические механизмы функционируют как целостное единство, то есть как комплементарная система. Такое ее функционирование возможно лишь в благоприятных для развития фотопериодических условиях и при яровизации, что проявляется более раннем переходе растений к цветению и плодоношению, чем в неблагоприятных для развития условиях, когда комплементарность системы нарушается.

Література

1. Жмурко В. В. Фізіолого-біохімічні аспекти фотоперіодичного і яровизаційного контролю розвитку рослин. — Автореф. дис. докт. біол. наук — 03.00.12 — фізіологія рослин. — ІФРІГ НАН України, Київ, 2009. — 40 с.
2. Цыбулько В. С. Метаболические закономерности фотопериодической реакции растений. — К.: Аграрна наука, 1998. — 182 с.
3. Цыбулько В. С., Жмурко В. В., Гридин Н. Н. Метаболическая теория озимости растений. — Харьков: ИР им. В.Я. Юрьева УААН, 2000. — 140 с.
4. Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. — М.: Наука, 1988. 560 с.
5. Blaauw V. H., Luyten J., Harsema A. H. Shifting of periodicity. Adaptation and export of the Southern hemisphere hyacinth and tulip//Verh. Kon. Nen. Akad. Westensch, 1930. — Bd.26. — Blz. 1–105
6. Bynning E. Die Physiologische. — Uhr.Heidelberg: Springer, 1958. — 183 S.
7. Cockram J., Jones H., Leigh F. J., O'Sullivan D., Powell W., Lourie D. A., Greenland A. J. Control of flowering time in temperate cereals: genes, domestication, and sustainable productivity // Journal of Experimental Botany. — 2007. — V.58, N6. — P.1231–1244
8. Parker M. M., Hendricks S. B., Borthwick H. A., Scully N. J. Action spectra for photoperiodic control of floral ignition in short-day plants// Bot.Gaz. — 1946. — 108, N1. — P. 1–26

Фізіолого-біохімічні аспекти впровадження в озеленення промислових міст основних представників квітучих газонів

Заїко Г. А., Лихолат Ю. В.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
кафедра фізіології та інтродукції рослин, пр. Гагаріна, 72, 49010,
Дніпропетровськ, Україна
e-mail: kuzdra77@rambler.ru

До систем захисту рослинного організму від ушкоджень за дії несприятливих факторів довкілля належать ферменти, які знешкоджують вільні радикали і пероксиди: каталаза та пероксидаза [1]. Підвищенню стійкості рослин сприяють у значній мірі аскорбінова кислота і глутатіон. Мета нашої роботи на основі проведених досліджень активності ферментів антиоксидантного комплексу та дії глутатіон-аскорбінової системи основних представників декоративних трав виділити найбільш перспективні квітково-декоративні види для створення квітучого газону.

Об'єкти досліджень — 13 представників трав'янистих декоративноквітучих рослин: *Achillea submillefolium* Klok. et Kytzka, *Artemisia vulgaris* L., *Barkhausia rhoeadifolia* Bieb., *Cichorium intybus* L., *Festuca orientalis* (Hack.) V. Krecz. et Bobr., *Lotus ucrainicus* Klok., *Poa angustifolia* L., *Potentilla argentea* L., *Sedum acre* L., *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg., *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L., *Viola odorata* L., що зростали на території ботанічного саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.

На основі проведених досліджень активності ферментів антиоксидантного комплексу, які гальмують реакцію супероксидат-залежної пероксидації ліпідів шляхом дисмутації вільних радикалів, що формуються в результаті вільно-радикальних реакцій, в перекис водню каталаза та пероксидаза, виявляючи антиоксидантні властивості, запобігають появі первинних продуктів перекисного окислення ліпідів і завдяки цьому сповільнюють вільно-радикальні процеси на певному рівні [1,4].

Зокрема, при дослідженні активності каталази рослинних об'єктів, виявили підвищену активність даного ферменту в осінній період порівняно з весняним. Аналогічна особливість відмічалася для активності пероксидази у всіх досліджуваних об'єктах. Підвищений рівень активності ензиму підтверджує той факт, що

джерелом активного кисню при каталітичній дії пероксидази можуть слугувати як перекис водню, так і органічні перекиси, в тому числі перекиси ненасичених жирних кислот і каротину. До субстрату, що окислюється пероксидазою у присутності перекису водню, можна віднести більшість фенолів та фенольних кислот [2].

Поряд з цим відмічений підвищений вміст аскорбінової кислоти та глутатіону – найважливіших протекторів процесів пероксидного окиснення ліпідів [3,5], що свідчить про реакцію рослинного організму на дію стресових чинників.

Види, які відзначалися високою активністю антиоксидантних ензимів та фоні підвищеного вмісту протекторів можна вважати пристосованими до несприятливих чинників зовнішнього середовища. Виходячи з цього в нашому досліді найстійкішими виявились такі рослини: *Achillea submillefolium*, *Artemisia vulgaris*, *Barkhausia rhoeadifolia*, *Cichorium intybus*, *Festuca orientalis*, *Poa angustifolia*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, — перспективні квітково-декоративні види для створення квітучого газону.

Література

1. Мартинова Н. В., Лихолат Ю. В. Активність окислювальних ферментів в вегетативних органах ґрунтопокривних рослин за умов дії стресу // Інтродукція рослин. — 2009. — № 4. — С. 77–81.
2. Растение и стресс. Курс лекций. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, «Уральский государственный университет им. А.М. Горького». — Екатеринбург. — 2008. — 267 с.
3. Alterations in the endogenous ascorbic acid content affect flowering time in Arabidopsis / Simeon O. Kotchoni, Katherine E. Larrimore, Madhumati Mukherjee, Chase F. Kempinski and Carina Barth // Plant Physiology. — 2009. — N 149. — P. 803–815.
4. Changes in the activity of catalase in relation to the dormancy of grapevine (*Vitis vinifera* L.) / G. Nir, Y. Shulman, L. Fanberstein, S. Lavee // Plant Physiol. — 1986. — N 81. — P. 1140–1142.
5. Smirnoff N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-faceted molecule // Curr. Opin. Plant Biol. — 2000. — 3. — P. 229–235.

Донорно-акцепторна взаємодія прапорцевого листка, колоса і стебла у продукційному процесі рослин озимої пшениці

Кірізій Д. А., Крупа Н. М.

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

Відомо, що інтенсивність фотосинтезу листків у донорно-акцепторній системі рослини може регулюватися запитом на асиміляти з боку споживаючих органів (Киризієв, 2004). В літературі є багато свідчень, що в процесі селекції пшениці була значно підвищена атрагувальна здатність колоса (Моргун та співавт., 2010; Murchie et al., 2009). Однак роль в асиміляційній діяльності рослини цього чинника разом зі здатністю стебла до тимчасового накопичення пластичних речовин ще до появи зернівки досліджена недостатньо. Ми розглянули особливості регуляції інтенсивності фотосинтезу листків за зміни атрагувальної сили акцепторів, а також значення тимчасового депонування асимілятів для стабілізації функціонування донорно-акцепторної системи рослини пшениці.

В умовах вегетаційного дослідів на рослинах чотирьох сортів озимої м'якої пшениці, що різнилися за висотою стебла та продуктивністю — Фаворитка, Смуглянка, Володарка та МIRONIVSЬКА 808, був вивчений характер донорно-акцепторної взаємодії між прапорцевим листком, колосом і стеблом та оцінений їх внесок у продукційний процес. В період цвітіння визначали інтенсивність фотосинтезу, розподіл маси сухої речовини по органах та вміст неструктурних вуглеводів. Наприкінці вегетації за повної стиглості визначили залишок розчинних вуглеводів у сухій речовині органів та елементи зернової продуктивності головного пагона.

Показано, що атрагувальна здатність зернівки у нових високопродуктивних сортів Фаворитка, Володарка і Смуглянка вища, ніж у старого менш продуктивного сорту МIRONIVSЬКА 808, що відповідало більшій інтенсивності фотосинтезу прапорцевих листків протягом наливу зерна. Видалення колоса призводило до значного (на 30–40 %) гальмування інтенсивності фотосинтезу листків та підвищення рівня фотодихання. У рослин із видале-

ним колосом спостерігалось підвищення вмісту розчинних цукрів у листках і стеблі, порівняно із інтактними.

Виявлено, що питома інтенсивність фотосинтезу колоса у період цвітіння становила лише близько 10 % такої прапорцевого листка. Зроблено висновок, що важливішою для формування зернової продуктивності рослин пшениці є атрагувальна здатність колоса, яка стимулює активність головного донора асимілятів — фотосинтетичного апарату листків.

Показано, що у рослин пшениці депонувальна функція стебла відіграє подвійну роль — тимчасового запасання асимілятів для їх подальшого використання при наливі зерна, а також альтернативного акцептора, атрагувальна здатність якого стимулює активність фотосинтетичного апарату ще до появи зернівок. Знайдено тісний кореляційний зв'язок між потенційною депонувальною здатністю стебла та інтенсивністю фотосинтезу прапорцевого листка в період цвітіння. Рослини нових високоінтенсивних сортів пшениці мали вищу інтенсивність фотосинтезу і кращу ефективність ремобілізації неструктурних вуглеводів із стебла до зерна, ніж менш продуктивний старий сорт.

Література

1. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. — Киев: Логос, 2004. — 192 с.
2. Моргунов В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — 42, № 5. — С. 371–392.
3. Murchie E. H., Pinto M., Horton P. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research // New Phytol. — 2009. — 181, N 3. — P. 532–552.

Зміна характеристик лектинів листя льону олійного (*Linum humile* Mill.) протягом онтогенезу

Левчук Г. М.

Запорізький національний університет, кафедра садово-паркового господарства та генетики рослин, вул. Жуковського, 66
e-mail: anna.levchuck@yandex.ua

Поверхня рослинних клітин містить багато маркерних вуглеводів. На ряду з цим рослинні клітини містять протеїни, які здатні розпізнавати ці вуглеводи, — лектини. На протязі онтогенезу вуглеводні глікокон'юганти змінюються, внаслідок зміни метаболізму. На цю зміну реагують лектини, змінюючи при цьому свою конформацію, інформація про яку надходить у геном, що дає змогу рослині адекватно реагувати на зовнішні та внутрішні фактори (Антонюк В. О., 2005).

Завдяки цьому фізіологічна роль лектинів у рослині дуже різноманітна: вони беруть участь в процесах захисту насіння від патогенів при проростанні, упізнання клітин при диференціації, розпізнанню пилку при запиленні, зацвітання рослин (Луцик М. Д., 1981), формування адаптаційної стійкості при зміні умов оточуючого середовища (Шакирова Ф. М., 2001), у фотоперіодичній адаптації.

Така багатофункціональність передбачає наявність певного ізоморфного лектинового складу рослинного організму та окремої клітини, який змінюється на протязі онтогенезу. Просторова локалізація клітинних лектинів обумовлена їх біологічною дією всередині клітин.

Метою роботи було встановлення динамічних змін лектинової активності та вуглеводної специфічності листя льону олійного протягом наступних стадій онтогенезу: сходів, «ялинки», бутонізації та цвітіння.

Взагалі льон олійний широко використовується у фармакології, але в області лектинової активності є абсолютно невивченою культурою.

Лектини були виділені з різних клітинних фракцій (розчинні лектини, мембранні лектини та лектини клітинних стінок) листя льону олійного 13 різних генотипів, які мають різне географічне походження.

Виділені лектини були проаналізовані за двома характеристиками: якісною — вуглеводна специфічність; та кількісною — лектинова активність — LA (мкг/мл⁻¹), яку виражали через обернений показник — коефіцієнт лектинової активності (K_{LA}).

В результаті проведених досліджень було виявлено, що у процесі розвитку рослин льону лектини значною мірою змінювалися: на початковому етапі онтогензу (стадія сходів) коефіцієнт лектинової активності склав у середньому 1×10^7 мкг/мл, на стадії «ялинки» він збільшився до 1×10^9 мкг/мл. При переході до генеративної частини онтогенезу лектинова активність листя різко знизилася (стадія бутонізації) та склала 1×10^3 мкг/мл, а на стадії цвітіння досягла вихідного рівня — 1×10^7 мкг/мл. Однак, треба зауважити, що рівень активності також в деякій мірі залежав і від клітинної локалізації: незалежно від стадії розвитку найбільшу активність проявляли лектини клітинних стінок, а найменшу — мембранні лектини.

Однак найбільше значення для розвитку рослин льону має не кількісний показник лектинів, а якісний — здатність розпізнавати певні вуглеводи — вуглеводна специфічність. Вона також змінювалася і ці зміни були залежними від стадії онтогенезу та клітинної локалізації. Так, на стадії сходів лектини здатні розпізнавати манозу та глюкозамін, на стадії «ялинки» спектр вуглеводної специфічності лектинів звужується тільки до манози. На стадії бутонізації лектини листя льону здатні розпізнавати галактозу або глюкозу та арабінозу, а на стадії цвітіння — арабінозу та глюкозамін.

Література

1. Антонюк В. О. Лектини та їх сировинні джерела. — Львів, 2005. — 554 с.
2. Луцик М. Д., Панасюк В. М., Луцик А. Д. Лектины. Львов: Вища школа, 1981. — 156 с.
3. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция. — Уфа: Гилем, 2001. — 160 с.

Влияние красного света (660 нм) на морфометрические показатели гипсофилы в условиях различной длины дня

Мартыненко И. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина
e-mail: ilya777ua@mail.ru

Как известно, в основе многих реакций фотоморфогенеза лежат обратимые превращения фитохрома: $\Phi_K \xrightleftharpoons[\text{ДКС}]{\text{КС}} \Phi_{\text{ДК}}$ (Медведев С. С., 2004).

Эффект фитохромного действия зависит от уровня его активной формы — фитохрома дальнего красного. Количество же фитохрома дальнего красного изменяется в зависимости от спектрального состава света, который предшествовал темновому периоду, а также обусловлено длиной темнового периода. Это объясняется тем, что отношение энергий красных и дальних красных лучей в солнечном свете возле земной поверхности зависит от собственно светового периода суток. Оно снижается перед заходом солнца. Это влияет на содержание дальней красной формы фитохрома, а именно обуславливает снижение его содержания до конца дня. $\Phi_{\text{ДКС}}$ продолжает снижаться в течение ночи, в результате темнового превращения $\Phi_K \xrightleftharpoons[\text{ДКС}]{\text{КС}} \Phi_{\text{ДК}}$. С восходом солнца уровень $\Phi_{\text{ДКС}}$ снова повышается (Баврина Т. В., 1969; Пумпенская С. Л., 1975). Таким образом, интересно было выяснить как повлияет на морфометрические показатели растения некоторое увеличение фитохрома дальнего красного в конце светового периода суток.

В качестве объекта исследований было использовано растение гипсофила метельчатая (качим метельчатый) *Gypsophila paniculata*, сорт Bristol Fairy. Опытное растение выращивали на длинном (16 ч) и коротком (8 ч) дне. День укорачивали путем накрывания черным, светонепроницаемым агроволокном. В конце светлого периода, как на длинном так и на коротком дне, гипсофилу облучали красным светом (КС) с длиной волны 660 нм, в течение 15 минут.

Данный эксперимент проводили до момента массового цветения во всех вариантах опыта. В конце опыта подсчитывали количество дней до цветения, а также измеряли морфометрические показатели гипсофилы:

- высота двух главных побегов с каждого растения;
- число листьев;
- число цветков.

Полученные результаты обработаны статистически.

Из данных таблицы 1 видно, что КС оказал влияние на морфологию опытного растения.

На длинном дне КС оказал ингибирующее действие как на высоту главного побега, уменьшив ее на 7,8%, так и на число листьев, уменьшив их количество на 24,3%. На сроки цветения данный свет влияния не оказал.

На коротком дне показатели несколько другие. На высоту побега КС влияния не оказал, но уменьшил число листьев на 8,7%, менее значительно, чем на длинном дне (24,3%). Обращает внимание тот факт, что КС на коротком дне существенно ускорил цветение исследуемого растения, а именно на 11 дней.

Отметим, что в условиях короткого дня под влиянием облучения цветение растений наступило в те же сроки, что и на длинном. То есть, активация фитохромов приводила к ускорению цветения при неблагоприятном фотопериоде.

Таким образом, на коротком дне гипсофила задерживает цветение на 11 дней, по сравнению со сроками на длинном дне. То есть, реагирует на сокращение фотопериода, как длиннодневное растение. На неблагоприятном коротком фотопериоде красный свет ускорил цветение гипсофилы. На благоприятном фотопериоде КС не оказывал влияния на сроки перехода к цветению, но уменьшал высоту растения и число листьев.

Гиббереллиновый контроль зацветания мутантов *Arabidopsis thaliana*

Миляева Э. Л., Романов Г. А.

Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева Российской академии наук, Ботаническая 35, 127276, Москва, Россия
e-mail: e_milyaeva @ mail.ru

Согласно теории флоригена, предложенной М.Х. Чайлахяном (1988), внешние сигналы, такие как фотопериод, температура и др. вызывают образование в листьях растений универсального сигнального фактора флоригена, который перемещается по флоэме в апикальные стеблевые меристемы, где вызывает экспрессию генов цветения. Это приводит к кардинальным изменениям в апикальных стеблевых меристемах, в которых вместо вегетативных органов: листьев и стеблей начинают формироваться репродуктивные органы: элементы цветков и соцветий. По М.Х. Чайлахяну флориген состоит из двух групп фитогормонов: гиббереллинов (Г) и имеющих азотистую природу антезинов.

Современное направление изучения регуляции перехода к цветению основано на выявлении конкретных генов, участвующих в процессе, их взаимодействия с внешними факторами и друг с другом. Наиболее изученным в этом отношении является количественно длиннодневное растение *A. thaliana* L., у которого были обнаружены десятки генов, участвующих в регуляции зацветания и в отдельных фазах флорального морфогенеза. Были выявлены четыре основных пути регуляции перехода к цветению: фотопериодический, который инициируется под влиянием благоприятной для зацветания длины дня, яровизационный, автономный (возрастной) и гиббереллиновый. Молекулярные генетики пришли к выводу, что гиббереллиновый путь представляет собой обособленный, не имеющий отношения к фотопериодической индукции путь, что отличалось от представлений теории флоригена.

Целью нашей работы было выяснение роли Г в зацветании арабидопсиса в связи с фотопериодическим путём зацветания растений.

Объектами исследования были растения *A. thaliana* L. дикого типа расы Ler (Landsberg erecta) и Col (Columbia), а также 4 различные мутанта этих линий по гену CO. Мутанты Ler (№№ 176, 179) были получены с помощью химического мутагенеза

этилметансульфонатом, а мутанты Col №№ 3325, 3126 — с помощью рентгеновского излучения. Растения выращивали в климатических камерах при температуре 20–22°C в условиях ДД (16 часов света и 8 часов темноты) и КД (8 часов света и 16 часов темноты) и интенсивности освещения люминесцентными лампами 40 Вт/м². Обработку растений Г (фирма «Serva», ФРГ) проводили путём однократного опрыскивания раствором в концентрации 300 мг/л.

Опыты показали, что мутанты характеризовались различной задержкой цветения на ДД по сравнению друг с другом и с растениями дикого типа. Обработка Г в разной степени ускоряла зацветание растений дикого типа обеих рас и мутантов как на ДД, так и на КД, причем на КД ускорение было более значительно, чем на ДД.

Изучение изменений уровней экспрессии основных генов фотопериодического пути цветения *CO* и *FT*, проведенное с помощью ПЦР в реальном времени, выявило как у растений дикого типа, так и у мутантов, выращенных в условиях КД и обработанных Г, значительное усиление экспрессии этих генов.

Результаты проведенной работы дают основание считать, что в процессе перехода к цветению Г непосредственно участвует в активации экспрессии главных генов фотопериодического пути зацветания *CO* и *FT*, что приводит к ускорению перехода этих растений к цветению. Таким образом, полученные данные согласуются с теорией М.Х. Чайлахяна об участии Г в индукции зацветания.

Литература

1. Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. — М.: Наука, 1988.

Вплив мульчування ґрунту та внесення абсорбентів вологи на фізіологічні показники в листках саджанців винограду

Подуст Н. В.

ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова»,
сmt. Таїрове, м.Одеса, Україна
e-mail: iviv@te.net.ua, iviv_nnc@ukr.net

Ріст і розвиток саджанців винограду перш за все зумовлені і забезпечуються фізіологічними та біохімічними процесами в тканинах листків. Дослідження таких процесів важливе для виявлення механізмів дії прийомів мульчування і обґрунтовують доцільність практичного використання цих прийомів.

Дослідження проводили протягом 2007–2010 років у відділі розсадництва та розмноження винограду Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» НААН України. Матеріалом для досліджень були органи і тканини щеп виноградного сорту Загадка на підщепі Берландієрі × Ріпарія Телекі 46 селекції Опенгейма CO₄ (Б × Р CO₄). В дослідках використовували мульчуючі матеріали: поліетиленові плівки високого тиску: чорна плівка товщиною 60 мкм, комбінована (чорно-біла) товщиною 30 мкм та абсорбент води Аквасорб. Досліджували зміни вмісту пігментного комплексу та водозатримуючу здатність листків саджанців.

Встановлено, що динаміка вмісту пігментів в листках саджанців винограду на протязі вегетаційного періоду змінюється. Ці зміни пов'язані як з вегетативним розвитком рослин в результаті оптимізації умов під дією мульчування, так і з внутрішніми змінами в пластидах і фотосинтетичному апараті. Ближче до кінця вегетації кількість пігментів значно знижується.

Прийом мульчування оптимізує умови вирощування та зменшує стресові впливи на рослину, про що свідчить збільшення кількості каротиноїдів у контрольного варіанту (без мульчування ґрунту).

Дослідження водозатримуючої здатності листків рослин саджанців винограду свідчать про те, що найкращі умови вологозабезпечення при однакових умовах зволоження створювались при мульчуванні ґрунту комбінованою плівкою чорною стороною до ґрунту (легкозатримувана волога в середньому 54,28% від загального вмісту, що в 1,5 рази більше ніж у контролі).

При застосуванні абсорбенту вологи, зокрема в початковий період росту саджанців спостерігається оптимізація умов вологозабезпечення, при цьому кількість легкоутримуваної вологи в листках контрольного варіанту становила 42,57 %. В подальшому водоутримуюча здатність листків контрольного варіанту підвищувалась (Зеленянська, 2008; Подуст, 2010).

В процесі досліджень спостерігається зв'язок між показниками легкоутримуваної вологи та сумою хлорофілів «а + б». Зі збільшенням легко утримуваної вологи, яка характеризує рівень забезпечення рослин водою збільшується і сума хлорофілів «а + б». Це підтверджує кореляційна залежність між показниками. Наприклад, у варіантах досліду без внесення абсорбенту і з внесенням абсорбенту у ґрунт спостерігався високий коефіцієнт кореляції ($r = + 0,7834$ та $r = + 0,8670$).

Отже, прийом мульчування полімерними матеріалами суттєво впливає на фізичні параметри ґрунту, що оптимізує перебіг фізіологічних процесів, які забезпечують приживлення, ріст і розвиток саджанців винограду.

* Робота виконана під керівництвом доктора с.-г. н. Шерера В. О.

Література

1. Зеленянська Н. М. Флюоресценція хлорофілу та водний режим листків саджанців винограду / Н. М. Зеленянська, Є. В. Сарахан, Н. В. Буркан, Н. В. Тулінова // Вісник аграрної науки. — Київ. — 2008. — № 9. — С. 25–27.
2. Подуст Н. В. Водоутримуюча здатність тканин листків виноградних саджанців при мульчуванні ґрунту / Н. В. Подуст // Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів. — Київ: матеріали XI конференції молодих вчених: Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ, 2010. — С. 327–329.

Приспособленность сеянцев дуба черешчатого в свете активности синтеза в листьях некоторых первичных и вторичных метаболитов

Полякова Л. В., Журова П. Т.

УкрНИИ Лесного хозяйства и агролесомелиорации, 61024, г. Харьков, ул. Пушкинская, 24
e-mail: Polyakova_lv@mail.ru.

В данной работе представлены материалы изучения связи признаков продуктивности 2-хмесячных сеянцев дуба (*Quercus robur* L.) (64 особи полусибового потомства 600-летнего дерева) в свете активности синтеза первичных метаболитов — хлорофилла (ХЛ), белка (Б) и ряда вторичных — кверцетина (Кв), гидролизующих танинов (ГТ). В листьях сеянцев с высокой ростовой активностью синтезируется больше ХЛ, Б, но при этом наблюдается пониженное содержание Кв и ГТ. Это соответствует корреляционной структуре признаков: между высотой и первичными метаболитами корреляции достоверно положительные, в то время как корреляции с вторичными метаболитами отрицательные. Известно, что отношения приспособленности особей и их устойчивость часто носят обратный характер (Andrew R. L. et al., 2005). В данном случае вторичные компоненты, с которыми связана устойчивость к ряду заболеваний и вредителей (Кв и ГТ), действительно синтезируются более активно в листьях сеянцев с низкой ростовой активностью. Вследствие наличия пожелтевших и скрученных листьев, не все высокие сеянцы можно было отнести к наиболее приспособленным. По оптимальному сочетанию комплекса морфометрических характеристик выделили группу наиболее приспособленных (12 особей, 1-я группа), по противоположным характеристикам наименее приспособленных (12 особей, 2-я группа). Достоверные различия по биохимическим признакам таковы: содержание ХЛ в листьях 1 группы было на 40 % выше, содержание Б различалось недостоверно, а содержание Кв и ГТ на 11 % и 18 % соответственно выше во 2-й группе. Значительная роль в жизнедеятельности растительной клетки принадлежит соединению флавоноидной структуры — кверцетину. Этот компонент синтезируется в хлоропластах и как соединение высокой антиоксидантной активности, защищает клетку от избыточной УФ-радиации (Rean R.J. et al., 2002), участвует в снижении

фотоокисления липидов (Takahama U., 1983), относится к ингибиторам транспорта ауксинов (Brown D.E. et al., 2001), проявляет токсичность к некоторым видам патогенов. Полученные материалы показали, что повышенная ростовая активность, как правило, сопровождается пониженным уровнем Кв в листьях. Учитывая многофункциональность данного компонента, в этом случае можно ожидать снижения потенциальной устойчивости будущих деревьев. Тем не менее, вследствие вариабельности как морфологических, так и биохимических характеристик половины сеянцев 1-й группы обладали благоприятным сочетанием биохимических признаков, что позволяет с 50 %-ной надежностью использовать их для сохранения свойств лучших генотипов данного вида, а сеянцы, проверенные на соответствие материнскому биохимическому фенотипу, использовать для микроклонального размножения.

Литература

1. Marker-based quantitative genetics in the wild?: The heritability and genetic correlation of chemical defenses in eucalyptus / R. L. Andrew, R. Peacall, I. R. Wallis et al // Genetics. — 2005. — 171. — P. 1989–1998.
2. Flavonoid gene expression and UV photoprotection in transgenic and mutant Petunia leaves / R.G. Ryan, E.E. Swinny, K.R. Markham, C. Winefield // Phytochemistry. — 2002. — 59. — P. 23–32.
3. Takahama U. Suppression of lipid photoperoxidation by quercetin and its glycosides in spinach chloroplasts // Photochemistry and Photobiology. — 1983. — 38. — P. 363–367.
4. Flavonoids act as negative regulators of auxin transport in vivo Arabidopsis / D. E. Brown, A. M. Rashotte, A. S. Murphy et al // Plant Physiol. — 2001. — 126. — P. 465–476.

Фитогормональная регуляция водного обмена у омелы белой (*Viscum album ssp. Album L.*)

Садовниченко Ю. А.¹, Сапожникова В. А.²

¹Национальный фармацевтический университет, каф. биологии, физиологии и анатомии человека, ул. Мельникова, 12, г. Харьков-61002, Украина
e-mail: sadovnychenko@mail.ru

²Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, пл. Свободы, 4, г. Харьков-61022, Украина
e-mail: valeria93@ukr.net

Омела белая (*Viscum album ssp. album L.*, сем. Viscaceae) является одним из наиболее распространенных в мире эпифитных полупаразитов, ареал которого охватывает значительную часть территории Украины (Zuber, 2004). Из тела растения-хозяина этот полупаразит поглощает воду, растворенные в ней минеральные соли и органические вещества, что не может не отражаться на процессах роста и развития, а также декоративных свойствах первого (Becker, 2000; Escher et al., 2004; Zuber, 2004). Наряду с глобальным потеплением заражение омелой белой считается одной из основных причин усыхания древостоев альпийских еловых лесов, однако эффективных средств борьбы с этим полупаразитом пока не разработано (Dobbertin, Rigling, 2006). В связи с тем, что как проникновение полупаразита в ткани растения-хозяина, так и дальнейшее длительное сосуществование с ним невозможны без подключения регуляторных механизмов, целью данной работы был анализ взаимосвязи интенсивности транспирации омелы белой с ее фитогормональным статусом.

В ходе работы определяли интенсивность транспирации листьев омелы разного возраста и содержание в них цитокининов и АБК.

Исследование интенсивности транспирации листьев омелы, собранной с рябины, в течение года показало, что самой высокой она была у листьев данного года и с возрастом постепенно снижалась. Транспирация, хотя и на минимальном уровне, наблюдалась у полупаразита и в зимний период, что могло быть одним из факторов нарушения водного обмена растения-хозяина. Сравнение интенсивности транспирации однолетних листьев омелы со скоростью испарения воды листьями трех видов древесных расте-

ний — тополя, клена и рябины — показало, что она всегда была выше, чем у растений-хозяев.

Установлено, что больше всего цитокининов содержалось во фракции основной свободной формы фитогормона — зеатина, концентрация которого достигала максимума у растений, собранных с тополей, тогда как у клена была выше концентрация рибозида зеатина.

Изучение содержания АБК в листьях омелы белой показало, что содержание свободной формы фитогормона было относительно низким и слабо различалось у растений, собранных с различных видов растений-хозяев.

Таким образом, установлено, что интенсивность транспирации омелы белой в значительной степени определяется балансом цитокининов и АБК.

Литература

1. Becker H. European Mistletoe: Taxonomy, Host Trees, Parts Used, Physiology // Mistletoe: The Genus Viscum (Bussing A., ed.). — Harwood Acad. Publ., 2000. — P. 31–44.
2. Dobbertin M., Rigling A. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland // For. Path. — 2006. — 36, № 2. — P. 309–322.
3. Seasonal and spatial variation of carbohydrates in mistletoes (*Viscum album*) and the xylem sap of its hosts (*Populus* × *euamericana* and *Abies alba*) / P. Escher, M. Eiblmeier, I. Hetzger, H. Rennenberg // Physiol. Plant. — 2004. — Vol. 120, №2. — P. 212–219.
4. Zuber D. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. // Flora. — 2004. — 199, № 3. — P. 181–203.

Параметри індукції флуоресценції листків *Deschampsia antarctica* в умовах жорсткого ультрафіолетового випромінювання

Стороженко В. О., Таран Н. Ю., Светлова Н. Б.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
каф. фізіології та екології рослин,
пр. Глушкова, 2, м. Київ-03187, Україна
e-mail: vstoro@ukr.net

Геоботанічна зона прибережної частини Антарктиди є унікальною за видовим складом місцевої флори. Одним унікальних видів Антарктичного регіону є *Deschampsia antarctica* Desv. (волосяна трава). Його вегетативний та генеративний розвиток проходять в умовах низьких температур та полярного дня (унікальний фотоперіод).

Відомо, фотосинтетичний апарат цього виду здатний підтримувати фотосинтетичну активність на рівні 30 % від її оптимального рівня при температурі 0 °C. Водночас, онтогенез рослин *Deschampsia antarctica* проходить за наявності у світловому спектрі сонячного випромінювання підвищеного рівня жорсткого ультрафіолету (УФ-В).

Нами було досліджено вплив УФ-В на параметри індукції флуоресценції хлорофілу в листках *Deschampsia antarctica*, які відображають потенційні можливості та реалізацію адаптивного потенціалу рослин на рівні фотосинтетичного апарату у стресових умовах.

Відомо, що УФ-В індукує зміни флуоресцентних параметрів листків багатьох видів рослин, які полягають у зниженні максимальної фотохімічної ефективності (F_v/F_m), квантового виходу лінійного електронного транспорту через ФС II (ϕ_p) та підвищення нефотохімічного гасіння флуоресценції (NPQ).

УФ-В індукувало зниження максимальної (F_v/F_m) та реальної (F_v'/F_m') квантової ефективності фотохімії ФС II на 50 % та 60 %. Рівень максимальної флуоресценції (F_m) суттєво знижувався в умовах УФ-В випромінювання. Ці дані визначають стан гасіння світлозбирального комплексу ФС II. Фотохімічне гасіння (qP) яке характеризує долю відкритих центрів ФС II знижувалося на 12 % в умовах УФ-В випромінювання. Нефотохімічне гасіння (qN), яке пов'язане з рівнем теплової дисипації енергії на рівні СЗК II було вищим у рослин, які були опромінені УФ-В на

150 %. Для визначення реального квантового виходу лінійного електронного транспорту у ФС II використовували параметр Φ_{PSII} . Рослини, експоновані в умовах УФ-В випромінювання характеризувалися зниженням Φ_{PSII} (оп 63 %) при інтенсивності освітлення 200 мкмоль (квантів) $m^{-2}s^{-1}$.

Зниження потенційної (F_v/F_m) та реальної (F_v'/F_m') квантової ефективності фотохімії ФС II в листках рослин *D. antarctica* в умовах УФ-В відображало пригнічення фотосинтетичної функції.

Фотохімічне гасіння (qP) залежить від двох факторів: транспорту електронів до Q_A та їх відтоку до пулу PQ. Низьке значення qP , отримане на листках рослин, опромінених УФ-В може бути пов'язаним з повільним окисненням пулу PQ, яке є результатом зниження електронного транспорту до ФС I. Водночас, низький рівень електронного транспорту до Q_A асоціюється з високим qN (висока дисипація на рівні СЗК II) в листках рослин опромінених УФ-В. При цьому реальний квантовий вихід лінійного електронного транспорту у ФС II, Φ_{PSII} , був нижчим в листках дослідних рослин, що може бути пов'язане з низьким qP .

Отже, в умовах УФ-В випромінювання доля світлової енергії, поглинута фотосинтетичними пігментами, підвищувалася, але ця енергія не використовувалася на асиміляцію CO_2 , а більшою мірою на теплову дисипацію, що запобігало фотодеструкції ФС II.

Изменения в углеводном обмене у растений разных фотопериодических групп после облучения красным светом

Тимошенко В. Ф., Жмурко В. В., Малик Ю. А.,
Димитриева А. И.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
каф. физиологии и биохимии растений,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина
e-mail: V.Timoshenko@univer.kharkov.ua

В фотопериодической реакции растений важная роль принадлежит фитохромной системе (Parks, 2003; Sharkey et al, 2004). Фитохромы являются рецепторами растений, которые воспринимают световой сигнал в красной области спектра (660–730 нм). Известно, что под влиянием красного света изменяется накопление и отток ассимилятов, в том числе углеводов (Цыбулько, 1998; Щеголев, Жмурко, 2008; Тимошенко, Жмурко, 2011). Вместе с тем имеющиеся данные об изменении содержания углеводов под влиянием красного света не раскрывают характера регуляторного влияния фитохромной системы на углеводный обмен.

В связи с этим целью нашей работы было изучить влияние активации фитохрома на содержание крахмала и растворимых углеводов, а также амилазной активности в листьях короткодневных (КДР) и длиннодневных (ДДР) растений.

Объектами исследований были (КДР) соя (*Glycine max* (L.) Merr.) сорта Маша и (ДДР) горчица (*Sinapis alba*). Растения выращивали в вегетационной камере в почвенной культуре в условиях 16 часового фотопериода в течение 4–5 недель. Затем часть растений (опытные) после выключения света в течение 30 минут освещали красным светом (660) нм, а другие (контроль) красным светом не облучали. Содержание сахаров определяли микрометодом Швецова и Лукьяненко, крахмала — по Ястрембовичу и Калинин, активность амилаз — по Шмиту и Рою (Ермаков и др., 1987), изоферментный спектр амилаз анализировали после электрофоретического разделения белков в 7 % полиакриламидном геле.

Установлено, что в листьях сои под действием красного света происходит снижение содержания редуцирующих сахаров и рост общего содержания растворимых углеводов. Наблюдавшееся снижение содержания крахмала у облученной КДР сои коррелиро-

вало с ростом амилазной активности. У горчицы после облучения красным светом можно отметить тенденцию к росту общего содержания растворимых углеводов и снижения редуцирующих сахаров. На содержание крахмала и амилазную активность в листьях горчицы красный свет не влиял.

Изучение электрофореграмм белков листьев сои позволяет заключить, что облученные и контрольные растения содержат пять изоферментов амилазы. Красный свет вызывал усиление активности третьей и четвертой фракций от начала электрофореграммы. У горчицы обнаружена лишь одна фракция амилазы. Отличий в ее подвижности и активности между контрольными и опытными вариантами не наблюдалось.

Снижение содержания запасного углевода — крахмала, усиление его гидролиза и рост количества сахаров у короткодневной сои может быть связано с активацией красным светом использования углеводов на ростовые процессы. На это же указывает и снижение содержания редуцирующих сахаров, которые первые включаются в обменные процессы. Отсутствие аналогичных изменений в углеводном обмене (ДДР) горчицы, вероятно, связано с тем, что активация фитохромов в конце длинного дня не вызывает изменения темпов развития длиннодневных растений (Сакс, Бернье, Кине, 1989).

Литература

1. Цыбулько В.С. Метаболические закономерности фотопериодизма растений. — Киев: Наукова думка, 1998. — 187 с.
2. Щеголев А. С., Жмурко В. В. Влияние красного света на содержание углеводов в листьях томатов // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія». — 2008. — № 814. — С. 205–210.
3. Parks В.М. The red side of photomorphogenesis // Plant Physiology. — 2003. — 133. — Р. 1437–1444.

Вплив червоного світла на активність сахарозосинтази у листках розсади томатів

Щоголев А. С., Жмурко В. В.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
пл. Свободи 4, м. Харків, 61077, Україна
e-mail: schogolev@yandex.ru

Сахароза є носієм активованих гексоз, які з легкістю включаються в метаболізм без додаткових енергетичних затрат, джерелом моносахаридів і сахаронуклеотидів, енергетичним ресурсом для біосинтетичних процесів (Lalonde, 1999). Найважливіша функція сахарози полягає в тому, що вона є основною транспортною формою вуглеводів у більшості рослин. Нами отримані результати, які свідчать, що істотні зміни у вмісті вуглеводів у листках томатів за дії червоного світла відбуваються саме за рахунок олігосахаридів, до яких належить сахароза (Щеголев, Жмурко, 2008). Включення сахарози в метаболізм здійснюється сахарозосинтазою (СС), головна функція якої полягає в розщепленні сахарози з утворенням нуклеотидифосфатцукрів — субстратів для біосинтезу полі глюкозидів, які таким чином забезпечують ростові процеси (Сакало, 2004). Однак вплив червоного світла на активність СС практично не досліджено.

Досліджували вплив активації системи фітохромів червоним світлом на активність сахарозосинтази за її гідролітичною функцією у листках розсади томатів (*Lycopersicon esculentum* Mill.) сорту Кременчуцький (ранньостиглий) і Асе 55 vf (пізньостиглий). Рослини вирощували в ґрунтовій культурі за 16-годинного освітлення від білих люмінесцентних ламп, освітленість становила 10–15 клк. Розсаду томатів червоним світлом опромінювали за способом Жмурко, Щоголева (Жмурко В. В., Щоголев А. С., 2006) у фазі 3 — 4 листка на початку темного періоду доби протягом 15 хвилин. Період опромінення становив 14 днів. У досліді були наступні варіанти: 1 — контроль (без опромінення), 2 — червоне світло (ЧС, 660 нм), 3 — далеке червоне світло (ДЧС, 730 нм), 4 — ЧС+ДЧС.

У вегетаційному досліді ми вивчали зміни активності сахарозосинтази безпосередньо під час опромінення (на 12 добу) та через 4 і 6 діб після закінчення опромінення розсади томатів. Листки для аналізів відбирали на початку світлого періоду доби о 9⁰⁰, та через три години потому — о 12⁰⁰. Всього проведено 3 досліді.

Результати показали, що активність ферменту змінювалася під впливом опромінення червоним світлом. Узагальнені результати дослідів зі впливу активації фітохромів на сахарозосинтазу (гідролітичну) показують, що у листках обох сортів у ранкові години опромінення ЧС, ДЧС та ЧС+ДЧС обумовлює зниження активності ферменту. У полуденні години цей ефект проявляється лише за впливу ЧС+ДЧС. Вірогідно, що такий характер у прояві активності ферменту у відповідь на дію червоного світла з різною довжиною хвилі, може бути пов'язаний з різним рівнем синтезу певних форм фітохрому P_{HY} А чи P_{HY} В у листках протягом світлового періоду доби (Parks, 2003).

Література

1. Сакало В. Д. Метаболізм сахарози і його регуляція в рослинах з різним складом запасних вуглеводів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біологічних наук : спец. 03.00.12 “Фізіологія рослин” — Київ, 2004. — 41 с.
2. Щоголев А. С., Жмурко В. В. Влияние красного света на содержание углеводов в листьях томатов // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія». — 2008. — 7, № 814. — С. 205–210.
3. Пат. 77206 Україна, МПК (2006) A01 G 7/04. Спосіб вирощування розсади овочевих культур у захищеному ґрунті / Жмурко В.В., Щоголев А.С.: винахідники та власники Жмурко В.В., Щоголев А.С. — № 2004042461; заявл. 02.04.2004; опубл. 15.11.06, Бюл. №11.
4. Parks B. M. The red side of photomorphogenesis // Plant Physiol. — 2003. — 133. — Р. 1437–1444.
5. S. Lalonde, E. Boles, H. Hellmann et al. The dual function of sugar carriers: transport and sugar sensing // The Plant Cell. — 1999. — 11. — Р. 707.

ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ І РОЗВИТКУ

Культура *in vitro* — модель для исследования контроля роста и развития изогенных линий пшеницы

Авксентьева О. А., Петренко В. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: avksentyeva@univer.kharkov.ua

Культура растительных клеток *in vitro* является удобной модельной системой для исследования процессов роста и развития растений. Клетки каллюсной ткани высших растений наряду с приобретением новых специфических свойств, при дедифференцировке способны сохранять свойства, характерные для растений в условиях *in vivo* (Журавлев, 2008). Кроме того, на данный момент образование каллюсной ткани в условиях культуры *in vitro* рассматривается как специфическое свойство генотипа (Кунах, 2005). Продолжительность онтогенеза, а также тип развития растительного организма — эволюционно сформированный, наследственно закреплённый признак, который детерминирован и контролируется несколькими генетическими системами (Wang, 2009). У пшеницы это система генов *VRN* (vernalization), определяющая тип развития (яровой или озимый), и система генов *PPD* (photoperiod), детерминирующая степень чувствительности и/или нечувствительности к фотопериоду (Стельмах, 2000). На кафедре физиологии и биохимии растений Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина поддерживаются и используются в исследованиях коллекции почти изогенных линий (near-isogenic lines) по системам генов *VRN* 1–3 (моно- и дигеннодоминантные) и *PPD* 1–3 моногеннодоминантные мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Одним из направле-

ний научных исследований на кафедре является изучение особенностей морфогенеза *in vivo* и *in vitro* перечисленных изолиний. Результаты изучения физиолого-биохимических процессов, определяющих темпы развития исследуемых изолиний, в условиях *in vivo* показали, что быстроразвивающиеся линии по сравнению с медленно развивающимися характеризуются более высоким содержанием углеводов, ростстимулирующих фитогормонов, возрастающей активностью оксидоредуктаз в листьях и апикальных меристемах. При исследовании данных генетических систем в условиях *in vitro* установлено, что медленно развивающиеся изолинии независимо от типа выбранного экспланта (зрелые зародыши, апикальные участки корней, первичные листья) эффективнее вводятся в культуру *in vitro* — характеризуются более высоким потенциалом первичного каллусогенеза, скоростью роста каллусных тканей, оводнёностью, накоплением сырой/сухой биомассы. Быстроразвивающиеся изолинии характеризовались более высокими показателями проявления разных форм морфогенного потенциала — геммогенеза, гемморизогенеза и соматического эмбриодогенеза. Прирост каллусных тканей у фотопериодически нейтральных линий осуществлялся за счет новообразования клеток, у них выявлено максимальное содержание легкорастворимого белка — т.е. максимальная синтетическая активность среди исследуемых изолиний. Изучение процессов регуляции темпов развития растений при активации фито- и криптохромной системы в условиях *in vivo* и *in vitro* показало однотипную реакцию: стимулирование ростовых процессов при облучении синим светом (450 нм) и ингибирование при воздействии красным светом (660 нм). Таким образом, гены контроля темпов развития пшеницы, определяющие скорость развития растений в условиях *in vivo*, участвуют в детерминации процессов морфогенеза *in vitro*.

Литература:

1. Журавлев Ю. Н., Омелько А. М. Морфогенез у растений *in vitro* // Физиология растений. — 2008. — Т.55, №5. — С.643–664.
2. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. — К.: Логос, 2005. — 730с.
3. Стельмах А. Ф., Файт В. И., Мартынюк В. Р. Генетические системы типа и контроля скорости развития пшеницы // Цитология и генетика. — 2000. — Т.34, №2. — С.39–45.
4. Wang S. Carver B. Yan L. Genetic loci in photoperiod pathway interactively modulate reproductive development of winter wheat // Theor. Appl. Genet. — 2009, vol. 118. — P. 1339–1349

Фотопериодическая регуляция накопления и распределения между органами азотсодержащих метаболитов у изогенных линий пшеницы

Авксентьева О. А., Хан Бинь, Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: avksentyeva@univer.kharkov.ua

Одним из важнейших экологических факторов, контролирующих темпы развития и продолжительность онтогенеза растительного организма, является фотопериод (Жмурко, 2009). Известно, что система генов *VRN* детерминирует потребность в яровизации и определяет тип (яровой или озимый) и скорость развития мягкой пшеницы (Стельмах, 2000). Результаты современных молекулярно-генетических исследований показали, что гены *VRN* (три-пять локусов) взаимосвязаны друг с другом и могут экспрессироваться или репрессироваться под влиянием фотопериодического сигнала (Trevaskis, 2006).

Целью данной работы было исследование генетической детерминации содержания и распределения азотсодержащих соединений по органам главного побега при фотопериодической индукции коротким днем (9 часов) у изогенных по генам *VRN* линий мягкой пшеницы. Объектами исследования служили почти изогенные (NILs) по генам *VRN* моногеннодоминантные линии мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) двух сортов — высокостебельного Мироновская 808 и короткостебельного Ольвия.

Результаты исследований показали, что все изолинии сорта Ольвия развиваются быстрее, чем сорта Мироновская 808 как в условиях короткого (9 часов), так и в условиях природного длинного (16 часов) дня. Влияние короткого фотопериода удлиняло период всходы-колошение (ПВК) у всех изолиний обоих исследуемых сортов. Максимальную чувствительность к действию фотопериодической индукции коротким днем проявила изолиния *VRN-B1a*, а минимальную — изолиния *Vrn D1a*. В фазу колошения-цветения распределение общего азота между частями главного побега происходило следующим образом: максимальное содержание азота было в листьях (45–64 %), меньшее в формирующихся колосьях (22–40 %), а минимальное — в сте-

блях (14–21 %). У линий сорта Мироновская 808 распределение азота в колосе в фазе колошения соответствует темпам развития растений. У линий сорта Ольвия подобная корреляция отмечена только для быстроразвивающейся изолинии *VRN A1a*. Изучение содержания свободных аминокислот в различных органах главного побега при фотопериодической индукции коротким днем показало однотипную реакцию изолиний обоих сортов. Короткий фотопериод стимулировал биосинтез свободных аминокислот во всех органах растения — листьях, стеблях и особенно значительно в формирующихся колосках. На коротком дне у линий сорта Мироновская 808 отмечена четкая обратная корреляция между продолжительностью периода всходы-колошение и содержанием белка в зерне. У линий сорта Ольвия, наоборот, изолиния *VRN A1a*, опережающая другие линии по темпам развития, характеризуется максимальным накоплением белка в зерне за короткий вегетационный период. Таким образом, в ходе проведенных экспериментов установлено, что генетическая детерминация генами *VRN* темпов развития растений высокостебельного и короткостебельного сортов пшеницы в условиях действия короткого фотопериода опосредованно влияет на процессы ассимиляции, распределения между органами и накопление в зерне общего азота.

Литература

1. Жмурко В.В. Фотопериодизм растений: физиолого-биохимические и генетические аспекты. — Физиология растений: проблемы и перспективы развития у 2 т. — К.: Логос, 2009. Т.2. — С.537–564.
2. Стельмах А. Ф., Файт В. И., Мартынюк В. Р. Генетические системы типа и контроля скорости развития мягкой пшеницы // Цитология и генетика. — 2000. — Т.34, №2. — С.39–45.
3. Trevaskis B., Hemming M., Peacock J. and Dennis E. *HvVRN2* responds to daylength, whereas *HvVRN1* is regulated by vernalization and developmental status // Plant Physiology/ — April 2006. — Vol.140. — P.1397–1405.

Фотопериодическая, гормональная и сахарозная регуляция клубнеобразования у фитохромных трансформантов картофеля *in vitro*

Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Голяновская С. А.,
Сергеева Л. И., Романов Г. А.

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

На процесс клубнеобразования у картофеля (*Solanum tuberosum* L.) существенное влияние оказывают длина дня, фитогормоны и уровень углеводного питания. Возникает вопрос, воздействуют ли эти сигналы на единую регуляторную сеть, контролирующую клубнеобразование, или же их влияние осуществляется независимыми друг от друга путями. Для получения новой информации по данному вопросу нами (Аксенова и др., 2005, 2009) было проведено сравнение особенностей фотопериодической, гормональной и сахарозной регуляции клубнеобразования у нетрансформированного (вариант НТ) картофеля сорта Дезире и у полученных на его основе трансгенных форм, обогащенных фитохромом В (фитохромные трансформанты ФТ, две линии), с введенным геном *PHYV* из *Arabidopsis* под контролем промотора 35S CaMV. Растения культивировали *in vitro* на длинном дне (ДД), коротком дне (КД) и в темноте. Культуральная среда Мурасиге-Скуга с разными концентрациями сахарозы (минимальной для клубнеобразования — 3 %, субоптимальной — 5 % и оптимальной — 8 %) не содержала фитогормонов или содержала гиббереллин (ГК₃ 0.5 мг/л) либо кинетин (Кин 1.0 мг/л).

Растения НТ имели слабую короткодневную реакцию клубнеобразования и формировали на ДД (при 8 % сахарозы) в 1.5–1.7 раза меньше клубней, чем на КД. Введение гена *PHYV* усилило фотопериодическую зависимость клубнеобразования. На ДД частота клубнеобразования у линий ФТ была в 9–13 раз меньше, чем на КД. Внесение ГК в культуральную среду сильнее угнетало клубнеобразование на ДД, чем на КД и подавляло инициацию клубней у ФТ-картофеля в большей степени, чем у НТ растений. Добавление Кин в среду усилило клубнеобразование у НТ и ФТ растений в различной степени. У НТ картофеля на среде с Кин

частота клубнеобразования увеличилась на 30–60 % (в разных опытах). У линии ФТ при добавлении Кин наиболее сильная стимуляция образования клубней (в 6–10 раз) наблюдалась на ДД. В результате Кин почти полностью снимал ингибирование клубнеобразования на ДД, вызванное экспрессией *РНУВ*. Таким образом, влияние ГК и Кин на клубнеобразование существенно зависело от длины дня и от фотопериодической чувствительности объекта. Эффективность действия фитогормонов на клубнеобразование была связана также с содержанием сахарозы в культуральной среде. Так, у НТ- и ФТ-растений ингибирующее влияние ГК на инициацию клубней усиливалось при низком содержании сахарозы в среде (3–5 %) и заметно ослаблялось при повышении концентрации сахара до 8 %. Стимулирующий эффект Кин на клубнеобразование увеличивался при 5 % сахара и уменьшался на среде с 3 % и 8 % сахарозы. В целом полученные результаты показывают, что фотопериодические, гормональные и трофические сигналы являются взаимосвязанными компонентами единой регуляторной сети, контролирующей клубнеобразование у картофеля.

Литература:

1. Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Ложникова В. Н., Голяновская С. А., Гукасян И. А., Гатс К., Романов Г. А. Фотопериодическая и гормональная зависимость клубнеобразования у картофеля трансформированного геном *РНУВ* из *Arabidopsis* // Физиол. растений. — 2005. — 52. — С. 701–707.
2. Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Ложникова В. Н., Голяновская С. А., Сергеева Л. И. Влияние длины дня и фитогормонов на клубнеобразование у картофеля в культуре *in vitro* // Физиол. растений. — 2009. — 56. — С. 500–508.

Ефективність використання ДНК-маркерів для ідентифікації *Ppd-B1* генотипів пшениці

Балашова І. А.¹, Файт В. І.², Мутерко А. Ф.³

¹Південний біотехнологічний центр в рослинництві НААН, 650636, Овідіопольська дорога, 3, Одеса, Україна, e-mail: ibalash@ukr.net

²Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, 650636, Овідіопольська дорога, 3, Одеса, Україна, e-mail: faygen@ukr.net

³Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, біологічний факультет, 65058, пров. Шампанський, 2, Одеса, Україна

У останні роки проводяться дослідження, спрямовані на виявлення та використання ДНК-маркерів генів *Ppd* для аналізу селекційного матеріалу. Beales J. зі співавторами (2007) на основі клонування і секвенування *Ppd*-локусів хромосом 2 гомологічної групи розроблено варіант STS-аналізу, що дозволяє виявити наявність домінантного або рецесивного алелів генів *Ppd* у генотипів пшениці. Більш пристосованою до використання є система маркерів алелів гену *Ppd-D1* (Yang et al., 2008). Відомості щодо використання маркерів до гену *Ppd-B1* практично відсутні. Нами проведено опрацювання запропонованої маркерної системи гену *Ppd-B1* та використання такої для аналізу сортів та ліній озимої пшениці, зокрема, заміщених за 2 групою хромосом ліній сорту Мерсія, ізогенних за *Ppd* генами ліній сорту Миронівська 808, сортів, Одеська 16, Омська озима, Capelle-Desprez, Vakka — носії тільки рецесивних алелів трьох генів *Ppd*, Безоста 1, Обрій, Леля, Червона, Ювілейна 75 — носії гену *Ppd-D1a*, Chinese Spring, Norin 29, Norin 1, Селянка, Сибірська нива, Ольвія — *Ppd-B1a*, Знахідка одеська, Ніконія — *Ppd-A1a Ppd-D1a*, Numba Komugi, Triple Dirk C - *Ppd-A1a Ppd-B1a*, а також не ідентифікованих за генами *Ppd* сортів ярої пшениці: Beacon, Bledsol, Socoragua, Bob White, Goudveld, Santa Catalina, Sonalika, Тюменська-2, Комсомольська-3, Еритроспермум 804, Орхон, Світанок і лінія АНК-18А.

Серед сортів та ліній з визначеними *Ppd*-генотипами, маркерний *Ppd-B1a* амплікон — 425 п.н., детектовано у сортів Chinese Spring, Norin 29, Norin 1, Triple Dirk C, Numba-Komugi та у ізогенної лінії Миронівська 808-*Ppd-B1a*. У сортів Селянка та Ольвія (генотип *Ppd-A1b Ppd-B1a Ppd-D1b*) маркерний амплікон не виявлено, а у сорту Сибірська нива, що за результатами генетичного

аналізу є носієм тільки гену *Ppd-B1a* спостерігали рослини як з присутністю, так і відсутністю амплікону 425 п.н. Серед ярих сортів продукт 425 п.н. ідентифіковано у лінії АНК-18А та сортів Santa Catalina і Goudveld. Разом з тим перший та останній генотипи не колосилися в умовах скороченого 12-годинного фотоперіоду, тобто сильно чутливі до фотоперіоду і, імовірно, є носіями тільки рецесивних алелів всіх трьох генів *Ppd*. Слід також відзначити, що амплікон 475 п.н., який є маркером алелю *Ppd-B1b*, ідентифіковано тільки у деяких сортів, що мають вказаний алель. Причина відсутності маркерного фрагмента у інших сортів-носіїв *Ppd-B1b* поки що не встановлена. Відсутність продукту, насамперед, є наслідком зміни сайтів праймування ДНК-матриці. У гену *Ppd-B1*, на відміну від генів *Ppd-D1* та *Ppd-A1* детектовано лише декілька точкових мутацій нуклеотидної послідовності алелю *Ppd-B1a* порівняно з такою *Ppd-B1b*. Використана маркерна система одержана в наслідок секвенування локусу *Ppd-B1* у обмеженої кількості сортів — носіїв альтернативних алелів, зокрема, Chinese Spring, Mercia, Ciano F67, Capelle-Desprez, Renan. Невиключно, що у інших сортів, первинні нуклеотидні послідовності маркуемого генного локусу, є поліморфними відносно таких у вказаних генотипів. Тому, скоріш за все, ні у всіх випадках можна спостерігати наявність зазначених маркерних фрагментів.

Література

1. Beales J., Turner A., Griffiths S. et al. A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor. Appl. Genet. — 2007. — 115. — P. 721–733.
2. Yang F. R., Zhang X. K., Xia X.C. et al. Distribution of the photoperiod insensitive *Ppd-D1a* allele in Chinese wheat cultivars // Euphytica, 2008. — 168, N 3. — P. 445–452.

Хімічно модифіковані крохмалі як чинники морфогенезу у культурі пиляків *in vitro* ярого ячменю

Білинська О. В.¹, Дульнев П. Г.²

¹Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук

України, пр. Московський, 142, м. Харків, 61060, Україна

e-mail: bilinska@ukr.net

²Науково-інженерний центр „АКСО” Інституту біоорганічної хімії і нафтохімії Національної академії наук України, Харківське шосе, 50, м. Київ-02160

e-mail: selit@ua.fm

Як відомо, головну роль у індукуванні морфогенетичних реакцій у культурі *in vitro* рослинних клітин, тканин та органів відіграють фітогормони. Разом з тим встановлено, що повнота реалізації програми морфогенезу *in vitro* і життєздатність рослин-регенерантів може значною мірою залежати від хімічної природи та структурно-механічних властивостей гелевої основи твердого середовища (Kohlenbach, Wernike, 1978, Білинська, Дульнев, 2007).

З огляду на це мета досліджень полягала в оцінці морфогенетичного ефекту 18 нових препаратів хімічно модифікованих крохмалів за їх застосування замість агар-агару у живильних середовищах для культивування *in vitro* пиляків ярого ячменю.

Дослідження показали, що крохмалі Д-4а, Д-4г, Д-5а, Д-5в, Д-6, Д-6а, Д-7, Д-7а, Д-7г, Д-7д, Д-7ж, Д-7л за концентрації 120 г/л утворювали гель достатньої для інокуляції пиляків щільності. Кращі за результатами тестування гелеутворюючих властивостей препарати Д-5а, Д-5в, Д-6, Д-7 було залучено до експерименту з визначення їхнього морфогенетичного ефекту. Як базові було використано середовища NMSмод.1 і NMSмод.2 (Білинська, 1997), які містили відповідно 9,0 % сахарози і 9,0 % мальтози. У контролі ці середовища було доповнено 0,76 % агар-агару “Difco” (США), у дослідних варіантах — препаратами крохмалів. Модельним генотипом слугувала лінія ДГ00–126, яка мала високу генетично детерміновану здатність до андрогенезу *in vitro*.

Аналіз результатів експерименту показав, що модифіковані крохмалі Д-5а і Д-6 на відміну від Д-5в і Д-7 та досліджених раніше препаратів ДККмод і Д-2 (Білинська, Дульнев, 2007) не

чинили негативного впливу на початкові етапи морфогенезу *in vitro* — індукцію калюсу і ембріодів. Слід зазначити, що новоутворення, отримані на усіх крохмалевмісних середовищах характеризувалися більшою структурованістю і повільнішим ростом, ніж на агарових середовищах. Але найбільш істотною перевагою крохмалів як гелеутворювачів було збільшення частоти регенерації зелених рослин через стимуляцію прямого ембріодогенезу і підвищення регенераційного потенціалу морфогенного калюсу. Так, на середовищі NMSд-5а (NMSмод.2, крохмаль Д-5а) частота зелених рослин-регенерантів досягла 60,5 %, в той час у контролі цей показник був на рівні 25,1 %, а на середовищі NMSд-5в — 28,9 %.

Істотне підвищення частоти регенерації рослин було отримане і на середовищах NMSд-6 і NMSд-7, які містили замість агар-агару препарати Д-6 і Д-7 та значно дешевшу за мальтозу сахарозу. Зокрема, на цих середовищах вихід зелених регенерантів становив відповідно до 31,5 % і 30,9 %, що втричі перевищило частоту регенерації у контролі.

Таким чином, вперше досліджено гелеутворюючі властивості та морфогенетичний ефект серії нових препаратів хімічно модифікованих крохмалів, особливість якого полягала у стимулюванні прямого ембріодогенезу у культурі *in vitro* пиляків ярого ячменю і збільшенні за рахунок цього частоти регенерації рослин.

Література

1. Kohlenbach H. W., Wernike W. Investigation on the inhibitory effect of agar and the function of active carbon in anther culture // Ztsch. Pflanzenphysiol. — 1978. — 86, N 5. — P. 463–472.
2. Белинская Е. В., Дульнев П. Г. Модифицированный крахмал как компонент питательной среды для получения гаплоидов ячменя в культуре пыльников *in vitro* // Физиология и биохимия культурных растений. — 2007. — 39, № 2. — С. 136–143.
3. Білінська О. В. Генотипові особливості індуції гаплоїдів ячменю (*H. vulgare* L.) методом культури пиляків *in vitro*: Автореф. дис. канд. біол. наук. — Харків, 1997. — 19 с.

Особливості яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості миронівських сортів озимої м'якої пшениці

Булавка Н. В.

Миронівський інститут пшениці імені В.М.Ремесла НААНУ,
с. Центральне, Миронівський район, Київська обл., 08853

Місцеві сорти озимої пшениці різного географічного походження протягом тривалого періоду адаптувались до специфічних умов температури та довжини дня. З розвитком сучасної селекції великої ваги набуває інтродукція сортотразків поміж країнами, гібридизація з широким використанням всього різноманіття світових колекцій пшениці, що, поряд з позитивним впливом на господарсько-цінні ознаки, спричиняє зниження адаптивного потенціалу сортів та нівелювання екотипів, властивих певним екологічним зонам. Отже, виникає необхідність контролювання в ході селекції адаптивних ознак, зокрема яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості. Певний інтерес становить вивчення у цьому сенсі миронівських сортів, що характеризуються цінними господарськими ознаками та широко використовуються у сільськогосподарському виробництві та в якості вихідного матеріалу у селекції.

Проводили вивчення яровизаційної потреби сортів та перспективних ліній селекції Миронівського інституту пшениці (МІП), загалом 66 зразків. Визначено, що переважна більшість сучасних сортів озимої м'якої пшениці селекції МІП (68 %) потребувала короткотривалої яровизації (30–40 діб). Сортів із тривалою яровизаційною потребою близько 60 діб виявлено всього 3, значна частка сортів (27 %) потребувала 50-добової яровизації. Слід відзначити у сучасних сортів миронівської селекції нижчу яровизаційну потребу порівняно із сортами 70 — 80 років минулого століття.

Проводили генетичний аналіз за генами яровизаційної потреби ряду сортів озимої м'якої пшениці селекції МІП за допомогою створених у СГІ-НЦНС майже ізогенних за двома генами Vrd (vernalization requirement duranion) ліній озимої м'якої пшениці, створених на основі сортів Миронівська 808 та Еритроспермум 604 (Файт В. И., 2003). Ідентифіковано гени тривалості яровизаційної потреби 6 сортів озимої м'якої пшениці селекції МІП. Відмічено значну залежність прояву генів Vrd від особливостей сортів, які є їхніми носіями, що вказує на взаємодію даної сис-

теми генів з іншими системами генетичного контролю розвитку рослин м'якої пшениці.

Вивчення фотоперіодичної чутливості показало, що для сортів селекції МПІ, що вивчалися, найбільш характерною є слабка чутливість до фотоперіоду. Мало сортів з середньою чутливістю до фотоперіоду. Сильно чутливих до фотоперіоду сортів серед вивчених не виявлено, окрім сорту Миронівська 808. Оскільки зниження фотоперіодичної чутливості сприяє швидкому розвитку рослин озимої пшениці при відновленні вегетації навесні і пов'язане з підвищенням потенціалу продуктивності, майже повна відсутність серед сучасних сортів сильно чутливих до фотоперіоду є закономірною.

Для вивчення зв'язку яровизаційної потреби та фотоперіодичної чутливості з морозостійкістю визначали морозостійкість сортів шляхом проморожування рослин у камерах низьких температур. Визначено, що тривала яровизаційна потреба є необхідною умовою для досягнення високої морозостійкості, однак середньою та дещо вищою за середню морозостійкістю можуть відзначатись і сорти з короткою тривалістю яровизаційної потреби. Морозостійкість у даному випадку досягається за рахунок інших механізмів адаптації до низької температури.

Виявлено певний зв'язок морозостійкості вивченого набору сортів з їхньою фотоперіодичною чутливістю.

На нашу думку, для отримання високопродуктивних сортів озимої м'якої пшениці з високим адаптивним потенціалом у зоні діяльності МПІ (Лісостеп України) вдалим може бути поєднання слабкої або середньої чутливості до фотоперіоду з тривалістю яровизаційної потреби близько 50 діб.

Література

1. Файт В. И. Генетическая система контроля различий по продолжительности яровизации у озимой мягкой пшеницы / В.И. Файт // Цитология и генетика. — 2003. — № 5. — С. 57–64.

Вычленение генетических эффектов физиологических систем контроля темпов развития озимой пшеницы

Герасименко В. Ф.¹, Стельмах А. Ф.², Файт В. И.², Саранча М. А.²

¹ Одесский государственный аграрный университет, Пантелеймоновская, 13, Одесса, Украина, 65012, e-mail: ogsi@te.net.ua

² Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения, Овидиопольская дор.3, Одесса, Украина, 65036, stegen@ukr.net

В контроле темпов колошения наряду с главными качественными генами *Vrd*, *Ppd*, *Eps*, которые четко идентифицируются за их эффектами в определенных условиях (Стельмах А. Ф., 2001), принимают участие ряд других полимерных генов с минорными плейотропными эффектами. Исходя из этого генетический анализ даты колошения проведен нами с помощью диаллельного метода (Mather K., Jinks J. L., 1974) в наборе гибридов F_1 от скрещивания 6 линий озимой мягкой пшеницы различающихся по идентифицированным генам *Vrd* и *Ppd* систем, а также стабильности полученных характеристик по годам: Мироновская 808 (рецессив по генам *Vrd* и *Ppd*); Мироновская 808-*Vrd1*; Мироновская 808-*Vrd2*; Мироновская 808-*Ppd-B1a*; Cappelle Despress-*Ppd-B1a*; Ciano F67-*Ppd-D1a*.

Дисперсионный анализ дат колошения за три года позволил выявить значительное влияние фактора «годы» по всем вариантам, поскольку последние различались условиями сроков высадки. Наиболее существенным оказалось влияние взаимодействия факторов «годы/генотипы», что указывает на различия дат колошения не только между генотипами, а и отдельных генотипов между годами. Аналогично для эффектов общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС) установлено взаимодействие с годами испытаний. При этом эффекты СКС как таковые не превышали параметры взаимодействия. Эффекты же ОКС показали достоверное влияние на дату колошения даже независимо от годов, указывая на то, что часть генетического контроля признака принадлежит аддитивному влиянию. Линия Мироновская 808-рецессив стабильно проявляет эффекты ОКС задержки, а линии-носители доминантных генов *Ppd*: Cappelle Despress-*Ppd-B1a* и Ciano F67-*Ppd-D1a* наоборот эффекты ускорения колоше-

ния вследствие действия любой системы генов в конкретных вариантах, за исключением эффекта ОКС генов *Eps* (вариант 60Е) для линии *Ciano F67-Ppd-D1a*, который не отличался от 0. В целом же, эффекты ОКС действия генов *Eps* всегда самые слабые, уступая таковым по системе генов *Ppd*, а наиболее эффективным оказывается разнообразие по системе генов *Vrd*. Сопоставление вариантов ОКС и СКС показало, что линии Мироновская 808-рецессив и *Ciano F67-Ppd-D1a* проявили во все годы испытания аддитивный, а линии Мироновская 808-*Vrd1* и Мироновская 808-*Ppd-B1a* — доминантный тип действия генов. Линии Мироновская 808-*Vrd2* и *Carpele Despress-Ppd-B1a* показали изменение генетических формул систем темпов развития по годам. Изменение типа действия генов характерно для системы генов *Ppd* (вариант 60К) и *Eps* (вариант 60Е). Только линия Мироновская 808-*Ppd-B1a* имела стабильное проявление аддитивного действия всех систем генов независимо от годов испытания. Метод Хеймана-Джинкса позволил выявить роль аддитивных генов в определении даты колошения. Во всех вариантах опыта свободный коэффициент имел положительное значение, а аддитивный параметр (D) превышал параметр доминирования (H_1). В вариантах 30Е и 60К, как в целом, так и в локусе проявилось неполное доминирование, так как соотношения H_1/D и $\sqrt{H_1}/D$ значительно меньше единицы: 0,63 и 0,82, соответственно. Для варианта 60Е эти показатели близки к единице, указывая на существенное влияние доминирования на генетический контроль. Во всех вариантах отмечается варьирование уровня доминирования в локусах, значение соответствующего параметра (0,65, 0,69 и 0,77) меньше единицы. Аллели с положительным и отрицательным определением признака распределены между родительскими генотипами неравномерно, поскольку соотношение $H_{2/4}H_1$ меньше 0,25 во всех вариантах. При этом в популяции больше доминантных аллелей, поскольку значение параметра F больше нуля.

Литература

1. *Стельмах А. Ф.* Генетика темпів розвитку пшениць // Труды по фундаментальной и прикладной генетике (к 100-летию юбилею генетики). — Х., 2001. — С. 89–109.
2. *Mather K., Jinks J.L.* Biometrical Genetics. / London. Ch. and Hall Ltd., 1974. — 382 p.

Полиморфизм инбредных линий кукурузы по RAPD — маркерам и прогнозирование уровня гетерозиса

Китаёва С. С., Кириченко В. В.

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН
просп. Московский, 142, г. Харьков, 61060, Украина
e-mail: kitayova@bk.ru

Длительность сроков отбора исходного материала и ресурсозатратность является важной проблемой в селекции гибридной кукурузы. Привлечение в скрещивания генетически близких линий является неэффективным путем поиска лучших гибридных комбинаций (Якушева, 2001). Определение генетической близкородственности или удаленности линий только по морфологическим признакам является проблематичным. Поставленную задачу можно решить с использованием различных ДНК-маркеров (RAPD, SSR, ISSR, и др.) (Календарь Р. Н., Глазко В. И., 2002; Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А., 2002). В частности RAPD-анализ позволяет анализировать сразу несколько локусов, что весьма выгодно и удобно при изучении генетической структуры популяций, выявлении родственных взаимосвязей между видами (Кочиева Е. З., 1999).

В ходе исследования было изучено 60 инбредных линий кукурузы (*Zea mays* L.) из рабочей коллекции лаборатории селекции и семеноводства кукурузы Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААНУ. В работе использовали 8 праймеров: ОАС-20, OF-10, OP-04, OPA-11, OPP-10, OPU-01, OPW-04, OPZ04. Был установлен полиморфизм по каждому праймеру. Генетические дистанции рассчитывали по Нею и Ли с помощью программного пакета Phylip-3.69. В среднем полиморфизм составлял 96,075 %. Минимальный полиморфизм был установлен для праймера ОАС-20 — 84,6 %. Для праймеров OF-10, OPP-10, OPU-01, OPW-04, OPZ04 он составил 100 %. Выявлено наличие 106 локусов. Также были найдены уникальные компоненты. Например, был идентифицирован ампликон с длиной 3203 пар нуклеотидов у образца УХЮ 20 при использовании праймера ОАС-20.

Наибольшая генетическая дистанция среди исследуемых линий установлена между линиями УХЮ 14 и СМ 7, наименьшая — между линиями УХЮ 27 и Харьковская 155, которые составили 0,37043 и 0,01983 соответственно.

В 2010 году проанализировано 33 гибридные комбинации. По результатам корреляционного анализа между генетическими дистанциями и уровнем гибридности растений по показателю «высота растения» наблюдается прямо пропорциональная зависимость с коэффициентом корреляции (R) 0,8. Что касается параметра высоты прикрепления початка, то такой закономерности не установлено.

Таким образом, можно сделать вывод о прогнозировании уровня гетерозиса на основе только данных ПЦР (RAPD) анализа. Чем больше значение генетической дистанции между родительскими компонентами, тем вероятнее получить растение с большим уровнем гибридности.

Литература

1. Якушева Н. В. Проблема подбора родительских пар для скрещиваний // Научно-информационный бюллетень ВНИИР им. Н.И.Вавилова. — СПб, 2001. — Вып. 240. — С. 26–29.
2. Календарь Р. Н., Глазко В. И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — 34, № 4, С. 279–295.
3. Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике // Генетика. — 2002. — 38, № 9, С. 1173–1195.
4. Кочиева Е. З. Использование методов на основании полимеразной цепной реакции для анализа и маркирования растительного генома // Сельскохозяйственная биология. — 1999. — № 3, С. 3–14.

Регенерація виду *Lycopersicum esculentum* Mill. в культурі *in vitro* за дії регуляторів росту

Коломієць Ю. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
кафедра екобіотехнології та біорізноманіття, вул. Героїв Оборони, 15,
м. Київ-03041, Україна
e-mail: julyja@i.ua

В Україні томату належить одне з провідних місць у забезпеченні населення високовітамінними продуктами харчування. У плодах томату міститься 0,95 % білка, 3,5 — 4 % вуглеводів, 3,5 — 8,0 % цукрів, мінеральні речовини, органічні кислоти, також високомолекулярні жирні кислоти, різні вітаміни і провітамін А. Завдяки такому складу томати і препарати з них володіють великою кількістю різноманітних лікарських властивостей (Горбатенко, 1990).

Вивчення морфогенетичного потенціалу тканин і органів рослин томатів в умовах *in vitro* є надзвичайно важливим для наукових дослідів та практичних цілей. Останнє пов'язано з тим, що використання тканин дорослих рослин в якості первинного експлантата дозволяє отримувати посадковий матеріал зі збереженими цінними господарськими властивостями. Визначальним фактором, який регулює диференціацію і морфогенез ізольованих тканин й органів, є наявність у живильному середовищі регуляторів росту (Бутенко, 1999).

Метою нашої роботи було отримання морфогенного калюсу і рослин-регенерантів томатів сорту Оксамит.

Для одержання первинного калюсу як експлантат використовували сегменти стебла, листків, сім'ядольних листків. Для індукції калюсогенезу експлантати висаджували на модифіковані середовища Мурасіге-Скуга (МС), які містили 8,0 мг/л індолілоптової кислоти (ІОК), 4,0 мг/л кінетину (МС1); 4,0 мг/л 6-бензиламінопурина (6-БАП), 2,0 мг/л нафтилоптової кислоти (НОК) (МС2). Для індукції морфогенезу калюс, отриманий на різних експлантатах, переносили на регенераційне середовище МС, доповнене 0,2 мг/л 6-БАП.

На всіх типах експлантатів формувався калюс, але з різною частотою — від 40 — до 100 %. Справжні і сім'ядольні листки були ефективнішими експлантатами для отримання первинного калюсу в порівнянні з сегментами стебла. Частота індукції калю-

соутворення при використанні листових експлантів була максимальною і становила 86–100 %. При цьому найвищий відсоток калюсоутворення спостерігали на середовищі МС1. При використанні сегментів стебла як первинного експлантату максимальна частота калюсогенезу становила 76 %. Отже, тип експлантату визначає максимальні і мінімальні показники частоти калюсогенезу. У подальших дослідженнях при перенесенні калюсних тканин, сформованих з різних експлантів, на середовище для індукції морфогенезу встановлено відмінності в морфогенетичному потенціалі різних типів калюсу. Щільний світло-коричневий морфогенний калюс, сформований із справжніх листків, характеризувався регенераційною здатністю. На 10–15 добу культивування на середовищі для регенерації було відмічено формування проростків і коріння. Частота регенерації становила 68,5–85,0 %. Морфогенез гомогенного рихлого калюсу, сформованого з сегментів стебла, відбувався лише по шляху інтенсивного формування коріння. Багатьма дослідниками відмічено, що такий тип морфогенезу не є регенераційно здатним, тобто надалі неможливе формування повноцінних фертильних рослин-регенерантів.

Отже, вид обраного експлантату, вміст регуляторів росту визначає тип сформованого калюсу та частоту регенерації.

Література

1. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. — М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. — 160 с.
2. Горбатенко И. Ю. Микроразмножение различных генотипов томата *in vitro* // Доклады ВАСХНИЛ. — 1990. — № 12. — С. 18–22.

Реакція рослин винограду на осмотичний стрес в умовах культури тканин *in vitro*

Ковбасюк О. І.

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова», вул. 40-річчя Перемоги, 27, смт. Таїрове, м. Одеса, 65496, Україна.
e-mail: iviv@te.net.ua, iviv_nnc@ukr.net

Несприятливі фактори довкілля впливають на рослину у різних напрямках, порушуючи нормальне протікання процесів життєдіяльності. Тому у сільському господарстві проблема вирощування рослин за екстремальних умов середовища була і є актуальною. Оцінка стійкості культурних рослин до стресового впливу може допомогти у правильному виборі сортів для вирощування на певній території за конкретних екологічних умов. Для винограду ступінь стійкості сорту до екстремальних факторів середовища можна характеризувати за зміною продуктивності рослин, однак такий критерій не завжди зручний, так як фаза плодоношення для винограду настає в середньому на 3–4-й рік життя. Тому доцільно проводити дослідження з застосуванням культури тканин *in vitro*. Це прискорить та зменшить витрати на роботу, направлену на селекцію стійких сортів винограду.

Метою роботи була розробка експрес-методів для оцінки посухо- та солестійкості винограду в умовах культури тканин *in vitro*. Для оцінки стійкості винограду до посухи застосовували осмотично-активну речовину поліетиленгліколь (ПЕГ). Його додавання до поживного середовища призводило до появи у рослин ознак водного стресу (Рыфф, 2000). Для оцінки солестійкості мікроклонів винограду створювали умови хлоридного, карбонатного та сульфатного засолення шляхом внесення різних видів солей у поживне середовище (Ковбасюк, 2010). Вивчення впливу різних типів осмотичного стресу здійснювали за біометричними показниками розвитку мікроклонів та рядом фізіологічних показників.

Роботу виконували у групі культури тканин *in vitro* відділу розмноження винограду ННЦ „ІВіВ ім. В. Є. Таїрова”. Дослідження проводили на мікроклонах винограду столових, технічних та підщепних сортів, як інтродукованих, так і селекції інституту. Мікроклони культивували на поживному середовищі Мурасіге-Скуга. Рослини з добре розвиненим приростом та кореневою системою пересаджували на поживні середовища з різним

вмістом ПЕГ та солей (Зеленянська, Ковбасюк, 2009). Для дослідних рослин було характерним пригнічення росту або зменшення висоти стебла за рахунок усихання, пошкодження листків (поява некротичних ділянок та всихання), а у випадках засолення карбонатами спостерігали хлороз листків. Під впливом осмотичного шоку у тканинах мікроклонів зменшувалась кількість пігментів, відмічено зниження вмісту легкозатримуваної і загальної води та інтенсивності транспірації листків. На основі результатів були визначені концентрації ПЕГ та солей, які дозволяють оцінювати стійкість рослин винограду до стресових умов посухи та засолення в умовах *in vitro*. Були виявлені відмінності між реакцією різних сортів винограду на штучний стрес.

Література

1. Зеленянська Н. М., Ковбасюк О. І. Метод визначення посухостійкості винограду в умовах культури тканин *in vitro* // Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. — Одеса, 2009. — Спец. випуск. — С. 57–60.
2. Ковбасюк О. І. Визначення солестійкості підщепних сортів винограду в умовах культури тканин *in vitro* // Сучасна біотехнологія сільськогосподарських рослин та біобезпека (геном рослин VI): тези Міжн. конф. (Одеса, 07–10 вересня 2010). — Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2010. — С. 87.
3. Рыфф И. И., Нилов Н. Г. Моделирование условий почвенной засухи методом культуры ткани // Виноградарство и виноделие. — Ялта: ИВВ «Магарач», 2000. — Т. II. — Кн. 3. — С. 34–35.

Генетичний контроль розвитку квітки та плоду в *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

Медвідь О. М., Сігідіненко Л. І.

Луганський національний аграрний університет, кафедра біології
рослин, ЛНАУ, м. Луганськ-8, 91008, Україна
e-mail: olgamed060283@rambler.ru

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. є провідним модельним об'єктом сучасної генетики рослин, завдяки секвенованому та невеликому за розміром геному ($2n=10$), короткому періоду вегетації, високій насінній продуктивності, який в умовах лабораторії можна культивувати незалежно від сезону. За використання сучасних методів молекулярної генетики та генетичної інженерії арабідопсис є джерелом генів при створенні цінного вихідного матеріалу для селекції рапсу, рису, лимону, інших культурних рослин (Радчук В. В., 2005; Sandhu D., 2009).

В теперішній час у *A. thaliana* відомо вже більш ніж півсотні генів, що контролюють фенотипові ознаки квітки, плоду та суцвіття рослин. Одними з таких генів є *CLAVATA1* та *APETALA1*. В результаті проведених досліджень встановлено, що у особин генотипу *ap1-1ap1-1er-1er-1* кількість тичинок в середньому ~ 5, тоді як у дикого типу вона дорівнює 6. Загалом, алель *ap1-1* є мінус-алелем (алелем-послаблювачем), що зменшує кількість чашолистків, пелюсток і тичинок (Соколов І. Д., 2006). На плодолистки ген *ap1-1* не впливає. Рецесивний алель *clv1-1* є алелем-підсилювачем за кількістю всіх органів квітки (Медведь О. М., 2007). Найбільш значний вплив зазначеного алеля на кількість плодолистків, їх зазвичай 3–4. У меншій мірі алель *clv1-1* збільшує число тичинок, вплив на чашолистки і пелюстки незначний.

Шляхом ступінчастої гібридизації, добору і подальшого розмноження при самозапиленні була отримана гомозиготна за рецесивними генами лінія *ap1-1, clv1-1, er-1* (Lug228). В разі наявності адитивної дії генів *CLV1* та *AP1* кількість тичинок у створеної тримутантної лінії повинна бути ~ 6. Проте при попередньому розгляді число тичинок виявилось істотно великим (~ 8 на одну квітку). З формальної точки зору це означає сильну взаємодію генів *ap1* та *clv1*. Останнє стало спонукальним мотивом для перевірки наявності або відсутності акумуляційної дії. Був поставлений спеціальний експеримент, в якому одночасно вивчали інди-

відуальні ефекти алелів *clv1-1*, *ap1-1* та сумісну дію цих алелів на кількість органів квітки. У потрійного рецесиву за генами *ap1-1, clv1-1, er-1* кількість чаполистків в середньому становила 2,75 на квітку, у більшості квіток пелюстки були відсутні. Кількість плодолистків у лінії Lug228 в середньому дорівнювала 3,40, що говорить про виявлення експресії алеля *clv1-1* (плюс-алеля). Кількість тичинок виявилася приблизно 8. Таким чином, встановлено складний прояв дії зчеплених генів на органи квітки в порівнянні з димутантними лініями. За ознаками «кількість чаполистків» і «кількість пелюсток» у тримутантної лінії Lug228 досліджувані гени проявляються окремо. За ознакою «кількість тичинок» виявлена позитивна взаємодія генів (рецесивний епістаз, *ap1-1* < *clv1-1*); за кількістю плодолистків — негативний неповний епістаз (*clv1-1* < *ap1-1*).

Література

1. Медведь О. М. Морфологические особенности строения плодов у растений линии *clv1-1* арабидопсиса Таля (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) / О.М. Медведь // Збірн. наук. праць Луганського НАУ. — 2007. — № 75 (98). — С. 52–59.
2. Соколов И. Д. Влияние мутантной аллели *ap1-1* на строение цветков арабидопсиса Таля (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) / И.Д. Соколов, О.М. Медведь, С.Г. Хаблак // Збірн. наук. праць Луганського НАУ. — 2006. — № 66 (89). — С. 6–79.
3. Радчук В. В. Успехи и проблемы генетической трансформации растений семейства крестоцветных / В.В. Радчук, Я.Б. Блюм // Цитология и генетика. — 2005. — № 3. — С. 13–29.
4. Sandhu D. Systemic acquired resistance in soybean is regulated by two proteins, orthologous to *Arabidopsis* NPR1 / D. Sandhu, I.M. Tasma, R. Frisch, M.K. Bhattacharyya // BMC Plant Biology. — 2009. — 9, N 105. — P. 1471–1484.

Вплив чужинного генетичного матеріалу на розвиток, цвітіння та адаптивні ознаки інтрогресивних ліній озимої м'якої пшениці

Моцний І. І.

Селекційно-генетичний інститут-Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна, e-mail: motsnyyui@gmail.com

Від схрещування тритикале (8х) АД825 (Гостіанум 237/жито ВСП) з сортом твердої пшениці Чорномор і запилення гібридів F₃ пилком колекційного зразка Н74/90–245 (Tom Pouce Blanc/ АД(Т. timopheevii x Ae. tauschii ssp. strangulata))/Аврора/3/ Русалка) з Болгарії отримано набір інтрогресивних ліній м'якої пшениці зі стійкістю до борошнистої роси, видів іржі чи високою морозостійкістю (Моцний та ін., 1999). Стійкі лінії мали транслокацію 1BL.1RS від сорту Аврора, були низької якості, слабо морозостійкими, а також розщеплювались, навіть якщо були дібрані в попередніх поколіннях як константи. Це зумовлено негативним впливом великої кількості чужинного хроматину (кілька транслокацій) на їх цитологічну стабільність, що спричинило відкрите цвітіння. Тому, дві найбільш стійкі лінії (Erythrospermum 200/97–2 і Hostianum 242/97–1) були залучені в схрещування з сучасними сортами пшениці. Схема схрещувань була доповнена амфіплідом ПЕАГ (Т.dicoccum Schuebl. x Ae. tauschii Coss., A^uBD) з колекції НЦГРРУ IP ім. В.Я. Юр'єва (UA0500010) — джерелом стійкості до хвороб та окремих показників якості.

Метою дослідження було шляхом насичувального схрещування матеріалу з високоадаптивним сортом Одеська 267 та заключного схрещування гібридів ВС2–3 з сучасними сортами СПІ (Никонія, Селянка, Панна, Куяльник) зменшити кількість чужинного генетичного матеріалу та частоту відкритого цвітіння, підвищити морозостійкість, цитологічну стабільність і якість зерна, зберігши стійкість до хвороб та наявність інших чужинних ознак. В результаті роботи виділено 27 ліній. Кращі з них характеризуються закритим цвітінням та можуть служити донорами стійкості до борошнистої роси, листової і стеблової іржі та опушення листа або колосу, як чинників стійкості до шкідників та посухи.

Виявлена широка варіабельність матеріалу по рокам за ступенем враження ВЖКЯ і септоріозом (кореляція між роками $r=0,1...0,37$), а у окремих ліній також борошнистою росою і видами іржі, що визвано змінами расового складу популяцій патогенів. Найбільш постійною була стійкість до стеблової іржі, що обумов-

лено штучним інфекційним фоном хвороби з однаковим расовим складом в різні роки, яка, таким чином, може служити маркером інтрогресії. Як правило, лінії, стійкі до стебловій іржі, проявляли стійкість і до листової але вражались жовтою іржею. Проте, виділені окремі лінії, що мають стійкість лише до одного виду іржі (170/09, 173/09, 193/09), що свідчить про можливість детермінації стійкості іншими чинниками, окрім транслокації 1BL.1RS, зокрема генами складових амфіплоїду AD(*T. timopheevii* x *Ae. tauschii*). Віднайдені лінії, що поєднували в собі стійкість до кількох хвороб з опушенням листа (174/09, 194/09, 204/09, 206/09). Більшість опушених ліній мали високу експресію цієї ознаки на всіх фазах онтогенезу. Як правило, присутність довгих, досить густих щетинок спостерігалась зверху, знизу і по краю листової пластинки переважно на нижніх листах. Встановлено, що ця ознака контролюється трьома зчепленими генами (Hl^{up} — опушення верхньої поверхні листової пластинки, Hl_{low} — опушення нижньої поверхні листової пластинки і Hl_m — опушення по краю листової пластинки), але ні їх локалізація, ні походження невідомі. Відстань в парах $Hl^{up}-Hl_{low}$, $Hl^{up}-Hl_m$ і $Hl_{low}-Hl_m$ складала — 13,3+4,0, 9,0+3,0 і 21,4+5,0 % рекомбінації, відповідно. Проте, оскільки від схрещування з сортами пшениці вищеплюються гібриди зовсім без опушення, а переважна більшість зразків *Ae. tauschii* та всі зразки *T. timopheevii* мають подібне опушення листа, на противагу сортам озимої пшениці, очевидно, що гени Hl^{up} , Hl_{low} і Hl_m не алельні гену Hl м'якої пшениці (4BL хромосома) і походять від одного з дикорослих видів. В результаті роботи виділені чисті лінії з опушенням листової пластинки лише зверху, лише знизу або лише по-краю, а також лінії зовсім без опушення листа.

На відміну від опушення листа, опушення колосу контролюється одним домінантним геном (Hg^d) з максимальною експресивністю і пенетрантністю. Співвідношення опушених : не опушених рослин в $F_2 = 60 : 20$ ($\chi^2_{3;1}=0$). Опушення дуже сильне, довгими щетинками рівномірно розташованими по всій поверхні колосової лусочки. Ознака походить від *T. dicoccum* і локалізована в короткому плечі 1A хромосоми. Ген Hg^d тісно зчеплений (0,3+0,3–4,0+1,4 % рекомбінації) з чужинним гліадин-глютеніновим комплексом, який впливає на якість зерна, і маркером якого він служить. Не вдалось передати коричневий колір колосу від амфіплоїда ПЕАГ. Всі лінії різновидності *Ferrugineum* чи *Barbarossa* отримали цю ознаку від сорту Панна. Ознака контролюється одним добре відомим домінантним геном ($Rg1$), який має високу експресивність і пенетрантність та зчеплений з гліадиновим локусом $Gld-1B_{15}$ (1,8+0,8–4,1+1,5 % рекомбінації) та, глютеніновим локусом $Glt-1B_5$ (44,3+3,1 % рекомбінації), що позитивно впливає на якість борошна.

Використання мультіплексної плр для визначення *Ppd-d1* генотипів у сортів м'якої пшениці

Мутерко О. Ф.¹, Балашова І. А.²

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, біологічний факультет, кафедра генетики та молекулярної біології;

Україна, м. Одеса, 65058, пров.Шампанський, 2, muterko@gmail.com

² Південний біотехнологічний центр в рослинництві НААНУ

Україна, м. Одеса, 65036, Овідіопольська дорога, 3, genome2006@mail.ru

Тривалість вегетаційного періоду та темпи індивідуального розвитку є одними з найважливіших ознак, що визначають рівень пристосування рослин до конкретних умов вирощування. Темпи розвитку культурних злаків та м'якої пшениці зокрема, багато в чому залежать від чутливості до фотоперіоду. У пшениці чутливість до фотоперіоду визначається алельним станом генів ортологічної серії *Ppd-1*, що локалізовані в коротких плечах хромосом 2-ої гомеологічної групи. Домінантні алелі: *Ppd-D1a*, *Ppd-B1a* та *Ppd-A1a* визначають фотоперіодичну не чутливість, в той час як рецесивні алелі: *Ppd-D1b*, *Ppd-B1b* та *Ppd-A1b* обумовлюють чутливість до фотоперіоду (Welsh J., 1973). Не зважаючи на важливе значення даної ознаки, досі не ідентифіковані *Ppd* генотипи для більшості сортів м'якої пшениці. Значну увагу привертає можливість маркування гену *Ppd-D1*, оскільки саме він отримав широке розповсюдження, в тому числі, серед сортів, що вирощують на півдні України (Мусіч В.М., 1996). Для сортів, у яких слабка чутливість до фотоперіоду обумовлена присутністю домінантного *Ppd-D1*, характерним є більш ранній термін колосіння. Завдяки вживанню ДНК-технологій розроблено тестерну ПЛР-систему, яка дозволяє детектувати алельний склад зазначеного гену (Bealis J., 2007). Запропонована мультіплексна ПЛР, дозволяє виявляти як наявність одного з алелів, так і детектувати гетерозиготні генотипи.

Метою дослідження була молекулярно-генетична ідентифікація *Ppd-D1* генотипів серед сортів м'якої пшениці з не визначеним *Ppd-D1* генотипом, що використовують у місцевих селекційних програмах.

Ідентифікація *Ppd-D1* генотипів проводилася методом мультіплексного STS — аналізу. До аналізу залучено ДНК сортів, для яких досі не встановлено *Ppd-D1* генотип. Параметри ампліфікації та пари праймерів рекомендовані Beales et al (Beales J., 2007).

Аналізу підлягали, як озимі, так і ярі сорти. Загалом протестовані 24 генотипи м'якої пшениці. Серед 24-х сортів в геномах 17-и з них (71 %) в ході ПЛР ампліфікуються ділянки ДНК розміром 288 п.н., що свідчить про наявність домінантного алеля *Ppd-D1a*, який обумовлює не чутливість до фотоперіоду. Відповідно в геномах 7-и сортів (29 %) детектується рецесивний алель позитивної фотоперіодичної відповіді *Ppd-D1b*, розмір ділянки ампліфікації складає 414 п.н.

Більша кількість власників домінантних алелей обумовлена цілеспрямованим добром генотипів, що історично сформувався в рамках селекційних програм, спрямованих на створення сортів та ліній максимально адаптованих до умов навколишнього середовища даної місцевості.

Знання ефектів генів фотоперіодичної відповіді, а також наявність великої кількості ідентифікованих сортів пшениці, за даною генетичною системою, дозволяє цілеспрямовано використовувати конкретні алелі *Ppd* генів при створенні нових продуктивних генотипів.

Література

1. Welsh J., Kein D., Pirasteh B., Richards R. Genetic control of photoperiod response in wheat // Proc 4th Int Wheat Genet Symp Agric Exp Sta. — 1973. — P. 879–884.
2. Beales J, Turner A, Griffiths S, Snape JW, Laurie DA: A pseudo-response regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive Ppd-D1a mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor Appl Genet. — 2007. — 115. — P. 721–733.
3. Мусіч В. М., Пильнєв В. В., Нефьодов О. В. Фотоперіодична чутливість та адаптивність різних сортів озимої пшениці на півдні України // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України. — Одеса, 1996. — С. 76–83.

Физиолого-биохимические и цитологические аспекты каллюсогенеза и морфогенеза *in vitro* изогенных по генам *ppd* линий пшеницы.

Петренко В. А., Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы, 4, г. Харьков — 61022, Украина, v.a.petrenko@list.ru

Значительное количество литературных данных свидетельствует о том, что каллюсогенез, темп и тип роста изолированных клеток, проявление разных типов морфогенеза зависит от генотипа исходного растения (Кунах, 2005). Поэтому актуальны исследования роли конкретных генетических систем в проявлении способности изолированных клеток и тканей растений к реализации различных морфогенетических программ при культивировании *in vitro*. Целью нашей работы было исследование роли генов *PPD*, контролирующих степень фотопериодической чувствительности, в контроле тотипотентности клеток при культивировании пшеницы *in vitro*.

В опытах использовали моногенно доминантные изогенные по генам *PPD* линии мягкой озимой пшеницы: *PPD A1a*, *PPD B1a*, *PPD D1a* и сорт М-808 (полный рецесив), в генофоне которого созданы эти линии. Для первичного каллюсогенеза в качестве эксплантов использовали зрелые зародыши, которые культивировали на питательной среде МС стандартного состава, содержащей 2,4-Д — 2 мг/л. Сырую и сухую биомассу каллюсов определяли на 45 сутки после первого пассажа. Оводненность рассчитывали по формуле: сухая\сырая масса × 100 %. Содержание легкорастворимого белка определяли фотоколориметрическим методом Лоури. Для цитологических исследований готовили временные давленные препараты, используя световой микроскоп PZO Warszawa (Польша, 1995). Для индукции морфогенеза полученный каллюс переносили на регенерационную среду МС, дополненную 0,5 мг/л ИУК и 0,5 мг/л кинетинном. Результаты определения частоты каллюсогенеза показали, что экспланты самой фоточувствительной линии *PPD B1a* в 98,5 % случаях формируют каллюс, а фотонейтральной линии *PPD A1a* только в 62,9 % случаев. Цитологический анализ показал, что минимальные размеры длины клеток и максимальное их количество было в каллюсах линии *PPD B1a*, а в каллюсах линии *PPD A1a* эти показатели были

противоположны. Следовательно, можно предположить, что рост каллюсов линии *PPD B1a* происходит за счёт интенсивного деления клеток, а у *PPD A1a* — за счёт их растяжения. Экспланты линии *PPD B1a* накапливали наименьшее количество биомассы, а каллюсы *PPD A1a* накапливали её наиболее интенсивно. Линия *PPD B1a* характеризовалась минимальным содержанием легко-растворимого белка в каллюсной ткани (6,23 мг/г сырой массы) и наименьшей их оводненностью, что свидетельствует о пониженном уровне синтетической активности. Эта линия в меньшей степени была способна к образованию морфогенных структур. В каллюсах изолинии *PPD D1a* выявлено максимальное содержание белка (8,91 мг/г), а также минимальный прирост, но максимальная оводненность (85,55 %). Возможно, это свидетельствует о том, что генотип данной изолинии определяет быстрый переход от процессов роста к процессам развития — минимальные показатели прироста и максимальные синтетической активности. У этой изолинии выявлен наиболее высокий морфогенетический потенциал. Вероятно, гены фотопериодической чувствительности оказывают влияние на процессы индукции каллюсогенеза, ростовую реакцию каллюсов *in vitro*, а также на морфогенный потенциал первичных каллюсных тканей.

Литература.

1. Кунах В. А. Биотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. — К.: Логос, 2005. — 730 с.: іл. — Бібліогр.: с. 662–718.
2. Жмурко В. В., Авксентьева О. А. Детерминация генами VRN накопления углеводов в листьях изогенных линий пшеницы // Материалы чтений, посвященные 300-летию со дня рождения К. Линнея / Ред.. Соколов И. Д. — Луганск: Элтон-2, 2007. — С.118–121.

Морфология хлоропластов в зависимости от типа хлорофилльной недостаточности у льна масличного

Полякова И. А., Левчук А. Н., Яранцева В. В., Лях В. А.

Запорожский национальный университет, кафедра садово-паркового хозяйства и генетики растений, ул. Жуковского, 66, г. Запорожье, 69063, Украина

e-mail: genetika@znu.edu.ua

Фотосинтез — основной физиологический процесс, обеспечивающий рост и развитие растительного организма. На биохимическом уровне основной единицей этого процесса является молекула хлорофилла, а на анатомическом — хлоропласты. Известно, что не только количество пигментов, но и анатомическое строение мезофилла листа определяет интенсивность течения фотосинтетических процессов (Мокроносов А. Т., 1978). Удобной моделью для изучения процессов фотосинтеза и структур, которые принимают в нем непосредственное участие, являются хлорофилльные мутанты.

Целью наших исследований было изучение связи морфологических особенностей пластидного аппарата и растений хлорофилльных мутантов льна масличного. Исследовались мутантные линии М-80, М-81 и М-84, которые характеризуются различным проявлением минус-хлорофилльных изменений — *viridis*, *xantha* и *xanthoviridis*, соответственно. Контролем служил сорт Циан с нормальной зелёной окраской листьев.

Несмотря на минус-хлорофилльные изменения мутанты проявляют достаточную жизнеспособность, что позволяет им функционировать на протяжении всего онтогенеза и давать плодотворное потомство (Лях В. А., 2009). В целом, если разместить изучаемые мутантные линии по возрастанию степени угнетения растений, то они образуют следующий ряд: М-80 (*viridis*) — М-84 (*xanthoviridis*) — М-81 (*xantha*). В ходе исследований нами установлено, что хлорофилльные мутанты с изменёнными морфологическими и физиологическими признаками характеризуются и изменениями в строении пластидного аппарата мезофилла листьев.

У мутантных линий хлоропласты по длине и по ширине в большинстве случаев существенно отличались от сорта Циан. Кроме того, по нашим наблюдениям хлоропласты хлорофилльных частей мутантных линий отличаются друг от друга и по форме.

У М-80 они короче и уже, чем в контроле, у М-81 — очень узкие и удлиненные, у М-84 — меньше контрольных по длине, однако утолщенные и веретенообразные по форме.

Проведённое изучение морфологии пластидного аппарата хлорофилльных мутантов льна указывает на связь между рядом морфологических показателей хлоропластов в хлорофилльной части растений и степенью их угнетенности, а, следовательно, и типом хлорофилльной недостаточности. Эта связь хорошо прослеживается при анализе площади сечения и объема хлоропластов в клетках мезофилла листьев хлорофилльной части мутантов. Вместе с тем такой связи не выявлено при анализе линейных параметров пластид, также как и количества хлоропластов. Наибольшие изменения в морфологии хлоропластов наблюдались у хлорофилльного мутанта типа *xantha*, характеризующегося максимальной степенью угнетения растения. Это выражалось как в уменьшении объема и площади сечения пластид, так и в значительном изменении соотношения линейных размеров хлоропластов по сравнению с другими мутантными типами и исходным сортом Циан.

Литература

1. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений / Под ред. Ермакова И. П. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 640 с.
2. Лях В. А., Полякова И.А., Сорока А.И. Индуцированный мутагенез масличных культур. — Запорожье: ЗНУ, 2009. — 266 с.
3. Мокроносов А. Т., Борзенкова Р. А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезируемых тканей и органов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1978. — 61, вып. 3. — С. 119–133.

Незвичайно глибока затримка початкового розвитку у сорта озимої пшениці Істра-1

Стельмах А. Ф., Файт В. І., Саранча І. О.

Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса
e-mail: stegen@ukr.net

У Головному Ботанічному саду СРСР у 1994 році створено сорт багатоукісної зернокармальної пшениці Істра-1, в родоводі якої присутній *Agropyron glaucum*. Крім переваг за урожаєм зеленої маси та сіна з підвищеним рівнем білковості, цей сорт характеризується гарними хлібопiкарськими якостями та високими адаптивними показниками (Белов, 1997). Селекціонерам і генетикам якості СГІ не вдалося залучити сорт Істра-1 для схрещування через тривалу затримку колосіння останнього порівняно з іншими сортами. Така відмінність могла бути пов'язана з особливостями фізіологічних систем, що відповідають за темпи розвитку. І тому відділ генетики пробує охарактеризувати його системи яровизаційної потреби, рівня фоточутливості та скоростиглості *per se* й дослідити їх генетичний контроль.

Якщо відносно пізньостиглий на широті Одеси сорт Миронівська 808 після 60 діб штучної яровизації на природному фотоперіоді колосився через 49 діб після висадки в судини, а на скороченому до 10 годин фотоперіоді через 70 діб, то в таких же умовах при попередньому вивченні рослини Істри-1 не колосилися зовсім, а після 75 добової яровизації колосилися через 61 і 82 доби, відповідно ($HP_{0,05}=2,14$). Генотип Миронівської 808 вважається рецесивним за системами *Vrd* і *Ppd* локусів. Носії домінантних генів відрізняються від неї ще коротшою потребою в яровизації та слабшою фоточутливістю. Тобто сорт Істра-1 виявив більш тривалу яровизаційну потребу (або загальну пізньостиглість, що модифікує її) і схожу за рівнем фоточутливості. Детальне вивчення триває.

Для характеристики генетичних систем контролю початкового розвитку Істри-1 вже першого сезону вдалося отримати насіння F_1 з рецесивною Миронівською 808 і з лінією Сіано 1, що є носієм домінантного гена *Ppd D1a*. Гібридні рослини F_1 виявили проміжні темпи колосіння (наприклад, у першій комбінації — через 53 доби після 75-добової яровизації). Після 60-добової яровизації на природному фотоперіоді 140 рослин F_2 комбінації Істра-1 /

Миронівська 808 виявили 3-вершинну криву розподілу дат колосіння за достовірним моно гібридним співвідношенням 1:2:1, а на скороченому фотоперіоді 96 рослин — чітке співвідношення 3:1. Тобто незалежно від реакції на фотоперіод Істра-1 відрізняється за темпами колосіння від Миронівської 808 алелем одного гена, який може бути *Vrd* або *Eps* (загальної скоростиглості).

Розподіл за датою колосіння рослин F_2 комбінації Істра-1 / Сіано F67 *Ppd-D1a* після 50-добової яровизації на природному фотоперіоді ($n=137$) можна було класифікувати співвідношеннями 15:1, 12:3:1 або 4:8:3:1, а після 60-добової яровизації на скороченому фотоперіоді ($n=93$) — більш складним можливо трьох генним співвідношенням з явними ознаками епістазу сильнішого гена. Тобто в даному випадку виявляються відмінності як за геном *Ppd-D1a*, так і за таким у Миронівської 808, і додатково за геном *Vrd* скорочення яровизації, яким Сіано F67 відрізняється і від Миронівської 808. Подібний генетичний аналіз продовжуємо в комбінаціях з тестерами всіх *Vrd* 1–3 та серії *Ppd-1* генів.

При такому вивченні характеристик і генотипу Істри-1 слід мати на увазі октоплоїдну структуру даного сорту з невизначеним хромосомним складом (додано цілий геном, заміщені окремі хромосоми, їх гомеологія, вплив на розщеплення та ін.). Тим не менш дивує відсутність явної стерильності як жіночих, так і чоловічих гамет у рослин F_1 (повна озерненість колоса) і моногенне співвідношення розщеплення в F_2 за маркерною ознакою антоціанового коліру вусок листа біля піхви.

Література

Белов В.И. Селекция кормовых пшенично-пырейных гибридов на октоплоидном уровне // Бюллетень Главного Ботанического сада. — М.: Наука, 1997. — Вып. 174 — С. 147–151.

Системи контролю темпів початкового розвитку сучасних сортів озимих пшениці та ячменю СГІ-НЦНС

Стельмах А. Ф., Файт В. І.

Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України,
Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса
e-mail: stegen@ukr.net

Початковий розвиток більшості зернових культур (у т.ч. озимих пшениці та ячменю) до закладання репродуктивних примордіїв і переходу до колосіння перш за все визначається тривалістю та темпами проходження стадій яровизації та світлової. У той же час з одного боку, це суттєво впливає на особливості формування вегетативної маси і накопичення продуктів біосинтезу восени, що, безумовно, відбивається на здатності протистояти стресовим чинникам під час зимівлі. З другого ж боку, цей вплив простирається й на темпи початку колосіння, що визначає можливості позбігати дії стресових чинників у період наливу зерна і визрівання.

Враховуючи таку біологічну й господарську важливість вказаних систем (неправомірно нехтуємою після «подолання наслідків лисенкоїзму»), ми й здійснюємо оцінку сучасних сортів і селекційних ліній інституту за тривалістю потреби в яровизації та ступенем фоточутливості. Аналіз зразків здійснюється зіставленням дат колосіння після темпоральної яровизації у кліматичних камерах (60–30 діб для пшениць, 40–20 діб для ячменів) у паперових рулонах зелених 5-добових проростків, які затим одночасно пересаджуються в судини з ґрунтом наприкінці квітня (відсутність яровизаційних температур) для вирощування на природному (15–17 годин) та варіанта максимальної яровизації додатково на штучно скороченому (до 10 годин, накривання темними кабінами з вентиляцією) фотоперіодах (Стельмах та інш., 2004).

Як контрольні використовуються лінії пшениці з ідентифікованими *Vrd* та *Ppd* генами, що відповідають за різноманіття вказаних реакцій. Слід зазначити, що в різні сезони абсолютні показники тривалості яровизації та ступеня фоточутливості можуть суттєво відрізнятися для одних і тих же зразків, тому використання контролів вважається обов'язковим (їх коефіцієнт рангової кореляції між сезонами досягає $0,87 \pm 0,048$), що дозволяє ранжувати різні дослідні зразки при їх оцінках у різні сезони.

ни. Контрольні лінії виявляли розмах яровизаційної потреби від 30–35 до 55–60 діб і всі дослідні зразки не виходили за ці межі. Розмах ступеня фоточутливості в різні сезони був 4–25 або 7–30 діб, причому сильно чутливі лінії перевищували носіїв домінантних *Ppd* алелів (ослаблюють чутливість) на 9–14 діб.

Протягом 2002–05 років із 139 оцінених зразків пшениць тільки $12,2 \pm 2,77\%$ виявляли від середнього до сильного рівні фоточутливості (у решти — значно слабший) і тільки $11,5 \pm 2,71\%$ колосилися в нормальні строки після 50 і більше діб яровизації (у решти її тривалість менше 45 діб). Серед 178 оцінених зразків за період 2006–10 років аналогічні частки суттєво збільшилися до $24,2 \pm 3,17\%$ і $30,3 \pm 3,44\%$, відповідно. Тобто за 9 років відновлювання робіт щодо оцінок вказаних реакцій у селекційних програмах спостерігається зростання частки зразків, які більш затримують розвиток восени, а це буде сприяти посиленню їх зимо- та морозостійкості.

За весь цей період оцінено також біля 150 сортів і ліній ячменю осіннього посіву. У цілому, для них характерна чітка негативна кореляція (у пшениці вона відсутня або слабо позитивна) тривалості яровизації з рівнями фоточутливості: озимі затримують осінній розвиток головним чином за рахунок потреби в яровизації до 35–40 діб, а дворучки — через сильну фоточутливість при слабшій потребі в яровизації. Але в колекції було виявлено одиночні зразки, що поєднували 40-добову потребу в яровизації з сильною фоточутливістю, глибше затримуючи осінній розвиток. І вже в останні роки серед селекційних матеріалів інституту виявлено подібні генотипи (Академічний, Селена Стар 21, КСВ 26 та окремі лінії у Снігової королеви, Евріки, КСВ 7, 11, 43 і 55).

Література

Стельмах А. Ф., Литвиненко М. А., Файт В. І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці // Зб. наук. праць СГІ — НАЦ НАІС. — Одеса. — 2004. — Вип. 5 (45). — С. 118–127.

Частоты *Ppd* и *Vrd* генотипов набора сортов озимой пшеницы

Файт В. И.

Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения,
650636, Овидиопольская дорога, 3, Одесса, Украина
e-mail: faygen@ukr.net

Современные сорта озимой пшеницы юга Украины, в отличие от стародавних сортов типа Одесской 16 и Мироновской 808, характеризуются слабой или средней чувствительностью к фотопериоду и 30–40-суточной потребностью в яровизации (Файт, 2005). У озимой пшеницы выявлено три гена *Vrd* и три гена *Ppd*, которые контролируют различия по продолжительности потребности в яровизации и чувствительности к фотопериоду, соответственно. Снижение чувствительности к продолжительности дня и потребности в яровизации обусловлены присутствием доминантных аллелей, а сильная реакция на фотопериод и 50–60-суточная потребность в яровизации характерна для генотипов с наличием только рецессивных аллелей всех трех генов по каждой из систем (Файт, 2008).

Слабая или средняя чувствительность к продолжительности дня большинства сортов, как общего, так и набора сортов СГИ ($64,1$ и $78,4\%$, соответственно) обусловлена присутствием в их генотипах только доминантного аллеля *Ppd-D1a*. За исключением рецессивного генотипа в общем наборе, частоты других генотипов в обоих наборах очень малы (от 0 до 7%). Их суммарная доля в наборе сортов СГИ всего около 20% . Частота доминантного аллеля *Ppd-D1a* в наборе сортов СГИ составляла $85,7 \pm 6,8\%$, а частоты аллелей *Ppd-A1a* и *Ppd-B1a* — $8,9 \pm 3,8$ и $5,4 \pm 3,0\%$, соответственно. Высокая частота аллеля *Ppd-D1a* обусловлена присутствием в генотипах всех сортов-доноров генов короткостебельности, используемых в СГИ, аллеля *Ppd-D1a*. Первые короткостебельные сорта СГИ (Одесская 51, Одесская полукарликовая и др.) унаследовали аллель *Ppd-D1a* от сорта Безостая 1 и его мутанта Краснодарский карлик 1, а сорта Обрий, Знахидка одесская и другие — от ярового короткостебельного сорта Red River 68. Для сортов Бригантина, Лузановка одесская и других образцов донором гена *Ppd-D1a* послужил югославский сорт Zlatna dolina.

Сокращенная потребность в яровизации большинства сортов общего набора контролируется присутствием в их генотипах только доминантного аллеля *Vrd1* ($37,3 \pm 5,31\%$) или его же в сочетании с доминантным аллелем *Vrd2* ($21,7 \pm 4,5\%$). Частоты генотипов *vrđ1 vrđ2 vrđ3* ($13,3 \pm 3,72\%$) и *vrđ1 Vrd2 vrđ3* ($19,3 \pm 4,33\%$) оказались несколько меньшими и существенно не отличались как одна от одной, так и дигенно доминантного *Vrd1 Vrd2* генотипа ($21,7 \pm 4,52\%$). С частотой $8,4 \pm 3,04\%$ выявлено генотипы возможные носители третьего, не аллельного генам *Vrd1* или *Vrd2*, гена *Vrd3*. Выявленные тенденции сохранятся и в наборе сортов СГИ (43 сорта из изученных). Вместе с тем доля сортов генотипа *Vrd1 vrđ2 vrđ3* в наборе СГИ увеличивается до $53,5 \pm 7,61\%$, а рецессивных и генотипов носителей гена *Vrd3* существенно уменьшается до $4,7 \pm 3,23\%$ и $2,3 \pm 2,29\%$, соответственно. Частоты генотипов *vrđ1 Vrd2 vrđ3* и *Vrd1 Vrd2 vrđ3* в наборе СГИ практически равны таковым общего набора. Присутствие у $53,5\%$ сортов аллеля *Vrd1* и у $20,9\%$ его же в сочетании с доминантным аллелем *Vrd2*, вероятно, обусловлено селекционной ценностью таких генотипов для условий юга Украины. В отличие от сортов СГИ, среди сортов Института растениеводства им. Юрьева только один, Харьковская 107, имел генотип *Vrd1 Vrd2 vrđ3*. Остальные сорта оказались моногенно доминантными по гену *Vrd2* или *Vrd3* или рецессивными по всем трем генам генотипами.

Литература

1. Файт В. І. Морозостійкість і урожайність окремих сортів озимої м'якої пшениці // Вісник аграрної науки. — 2005. — № 11. — С. 25–29.
2. Файт В.І. Идентификация и эффекты аллелей генов темпов развития пшеницы: дис... доктора биол. наук: 03.00.15. — Одесса, 2008. — 355 с.

Эффекты генов *Ppd* и *Vrd* на хозяйственно-ценные признаки озимой пшеницы

Файт В. И.

Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения, 650636, Овидиопольская дорога, 3, Одесса, Украина
e-mail: faygen@ukr.net

Адаптация пшеницы в значительной степени обусловлена генетическим разнообразием по системам генов *Ppd* и *Vrd*, контролирующим реакции генотипов на температурные и световые факторы среды, в частности, фотопериодизм, продолжительность яровизации. Приспособленность растений к конкретным условиям может быть существенно улучшена путем манипулирования генами указанных систем после детального изучения их эффектов на специально созданном генетически идентифицированном материале.

В зависимости от условий года изучения и генотипа рекуррентного родителя, используемого при создании того или иного исходного растительного материала, разные гены *Ppd* и *Vrd* неодинаково влияют на устойчивость к абиотическим факторам, некоторые морфологические признаки и урожай. По степени сокращения периода до колошения гены фотопериодизма можно расположить в следующем порядке: *Ppd-D1a* $\geq$ *Ppd-B1a* $>$ *Ppd-A1a* $\geq$ рецессив (от более раннего до позднего). Большой эффект по сокращению периода до колошения по сравнению с рецессивными генотипами *vrđ1 vrđ2* характерен для генотипов *Vrd1 Vrd2*, несколько меньший *Vrd1 vrđ2* и наименьший — *vrđ1 Vrd2*. Раннее возобновление вегетации увеличивает относительные различия как мед жду *Ppd*, так и *Vrd* генотипами, а позднее — в значительной степени нивелирует их. Ранжирование различных *Vrd* генотипов по высоте растений соответствует таковому по продолжительности периода до колошения независимо от года изучения и генотипа рекуррентного родителя. В тоже время доминантные аллели *Ppd-A1a* и *Ppd-B1a* или *Ppd-D1a* у высокорослых генотипов способствуют уменьшению высоты растений, а у среднерослых генотипов аллель *Ppd-B1a* наоборот — ее увеличению. Кроме того гены *Ppd-B1a* и *Ppd-D1a* способствовали снижению количества колосков и зерен главного колоса, увеличению фертильности колосков, особенно у подгонов, массы зерна растения, а также массы 1000 зерен.

Урожай зерна разных *Ppd* и *Vrd* генотипов в годы с суровыми условиями зимовки определяется уровнем зимостойкости конкретного генотипа. Меньший эффект по снижению зимостойкости и морозостойкости растений, особенно в конце зимы, оказывает аллель *Ppd-A1a*, несколько больший — *Ppd-B1a* и значительный — *Ppd-D1a*. По степени снижения зимо- и морозостойкости различные *Vrd* генотипы можно расположить в следующем порядке: $vr d1\ vr d2 \leq vr d1\ Vr d2 < Vr d1\ vr d2 = Vr d1\ Vr d2$. Эффект доминантного аллеля *Vrd1* по снижению морозостойкости значительно выше, особенно в середине января и начале марта, независимо от наличия доминантного или рецессивного аллеля гена *Vrd2*.

Урожай зерна и его составляющих в годы с мягкими зимами не зависят от различий по генам *Vrd*. А доминантные аллели генов *Ppd* в такие годы значительно увеличивают урожай, главным образом за счет формирования более тяжеловесного колоса, по сравнению с альтернативными аллелями генов. Значительный эффект по урожаю зерна характерен для *Ppd-B1a* и *Ppd-D1a* генотипов.

Полученные результаты позволили рекомендовать использование доноров доминантных аллелей *Vrd2* (Знахидка одесская, Одесская 132, Прибой и др.) и *Ppd-B1a* (Донская полуинтенсивная, Ольвия, Сибирская нива, Селянка) при создании новых короткостебельных морозостойких и высокоурожайных сортов озимой мягкой пшеницы для условий юга степи Украины, поскольку генотипы *vr d1\ Vr d2* и *Ppd-A1b\ Ppd-B1a\ Ppd-D1b* более зимо-, морозостойкие и достоверно не отличаются по урожаю зерна от наиболее распространенных в настоящее время в производстве *Vrd1\ vr d2* и *Ppd-A1b\ Ppd-B1b\ Ppd-D1a* генотипов, соответственно.

Генетичний контроль формування суцвіття у *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

Хаблак С. Г.¹, Абдуллаєва Я. А.¹

¹Луганський національний аграрний університет
Луганський НАУ, м. Луганськ, 91008, Україна
e-mail: serhab_211981@rambler.ru

Одним з актуальних напрямів сучасної генетики рослин є вивчення генетичного контролю формування суцвіття. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (різущка Таля) — перспективна модельна рослина для дослідження цієї проблеми. В науковому світі існують великі міжнародні генетичні центри колекцій арабідопсису, в яких підтримуються тисячі мутантів, а також кДНК бібліотеки, наявні генетичні карти. Геном *A. thaliana* (2n=10) було повністю секвеновано у 2000 році. Сучасний період наукових досліджень пов'язаний з розширенням вивчення функціонування геному арабідопсису. Завданням даної роботи є розробка генетичної моделі розвитку суцвіття у *Arabidopsis thaliana*.

У різних таксономічних групах покритонасінних рослин суцвіття відрізняються винятковою різноманітністю не тільки за структурою, але й за розміром і числом квіток. Проте загальний план будови суцвіття зберігається в рамках кожної природної групи покритонасінних.

Всю відому різноманітність квітконосів можна звести до достатньо простої абстрактної моделі, в якій є головна вісь з декількома однаковими нерозгалуженими бічними осями, що закінчуються квітками. Запропонована нами модель суцвіття зовні нагадує китицю у арабідопсису. При цьому будь-які відомі типи суцвіть можна представити як похідні цієї моделі, що отримуються варіюванням певних ознак: довжина осей (міжвузлів та квітконіжок), ступінь галуження осей, характер будови верхівки суцвіття, наявність зрощення або потовщення між частинами суцвіття, орієнтація осей у просторі, присутність листя та його похідних.

Відповідно до цього, гени, що відповідають за утворення частин суцвіть, можна умовно поділити на 6 класів (A - F). Так, гени класу А контролюють розвиток довжини міжвузлів та плодоніжок (*BREVIPEDICELLUS1* (*BP1*), *TERMINAL FLOWER1* (*TFL1*), *ERECTA* (*ER*), *PENNYWISE* (*PNY*), *BELLRINGER* (*BLR*)), гени класу В визначають ступінь галуження осей (*TRIPLEX* (*TR*),

APETALA1 (AP1), *AP2*, *CAULIFLOWER (CAL)*), гени класу С забезпечують особливості будови верхівки суцвіття (*TFL1*, *TFL2*, *AGAMOUS (AG)*), гени класу D контролюють орієнтацію осей у просторі (*BP1*, *BP2*), гени класу Е відповідають за наявність листя (*BRACTEA (BRA)*, *LEAFY (LFY)*, *FIL*, *FWA*, *FT*), а гени класу F - за зрощення або потовщення частин суцвіття (*HOTHEAD (HOT)*, *LACERATA (LCR)*, *ECERIFERUM2 (CER2)*, *WAX2*, *DED1*).

Таким чином, для розвитку суцвіття необхідно цілий комплекс генів, кожен з яких знаходиться у домінантному або рецесивному стані. Гени у домінантному стані не сприяють зміні будови типового суцвіття. В нормі у *A. thaliana* утворюється суцвіття китиця. Якщо врахувати шість описаних вище класів генів, то формула генотипу нормальної рослини відносно його суцвіття матиме вигляд — *AA BB CC DD EE FF*. За наявності в гомозиготному стані одного рецесивного гена, тобто з генотипами *aa BB CC DD EE FF*, *AA vv CC DD EE FF*, *AA BB cc DD EE FF*, *AA BB CC dd EE FF*, *AA BB CC DD ee FF*, *AA BB CC DD EE ff*, відбувається порушення типової для арабідопсису будови суцвіття.

Виникає питання про тип сумісної дії неалельних генів на форму суцвіття, оскільки жоден ген не функціонує сам по собі, і через це їх ефекти можуть змінюватися, що дозволяє з'ясувати механізм формування суцвітть. Проведені гібридологічні дослідження показали, що взаємодія генів також змінює будову суцвіття та обумовлює появу інших нових форм суцвіття, не характерних для *A. thaliana*. Отже, це дозволило зрозуміти природу поведінки генів в успадковуванні форми суцвіття у арабідопсису. Ми маємо можливість стверджувати, що генетичний механізм формування суцвіття контролюється взаємодією генів за типом комплементарності, при якому кожен з генів характеризується власним специфічним ефектом.

Влияние *Rht*-генів на висоту растений озимой мягкой пшеницы в условиях юга Украины

Чеботарь Г. А.¹, Мощный И. И.², Чеботарь С. В.¹,
Сиволап Ю. М.¹

¹Южный биотехнологический центр в растениеводстве НААН, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина, e-mail: gchebotar@rambler.ru

²Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноводства и сортоизучения, Овидиопольская дорога, 3, г. Одесса, 65036, Украина

В связи с широким распространением среди современных сортов пшеницы — полукарликовых сортов важно изучить закономерности наследования высоты растений (ВР) и эффекты аллелей генів короткостебельности, контролирующих этот признак. Для решения поставленных задач использовали короткостебельные аналоги сортов: Кооператорка, Одесская 3, Одесская 16, Степняк и Одесская 51. Донорами карликовости для короткостебельных аналогов послужили сорта Краснодарский карлик 1 (Карлик 1) и Одесская полукарликовая (ОПК; Карлик 1 × Одесская 51). Материал исследовали с помощью молекулярно-генетического анализа и наблюдали в полевых условиях в 2008–2010 гг. Согласно родословной, сорт Карлик 1 получен в результате мутагенеза из сорта Безостая 1. Известно, что кроме рецессивного гена короткостебельности от Безостой 1 этот сорт несет еще ген *Rht-B1e* рецессивного или слабодоминантного типа, который снижает ВР на 27–31 %. С помощью аллель-специфичной ПЦР к гену *Rht-B1* (4В), а также диагностического микросателлитного маркера *Xgwm261* к гену *Rht8* в генотипе образца Карлик 1 (представлен НЦГРРУ ИР им. В.Я. Юрьева по каталогу UA0102183) нами идентифицированы аллели *Rht8c* от Безостой 1 и *Rht-B1b*. По отношению к Безостой 1 влияние гена *Rht-B1b* на ВР составляет 20–25 %. Однако сорт ОПК и его производные — короткостебельные линии Кооператорка К-70 и Одесская 51 К-73 содержат аллели *Rht8c* и *Rht-B1e*.

Методом индивидуального отбора по остистости, гену *Ppd-D1* и микросателлитному локусу *Xgwm261* (маркер гена *Rht8*) из исходного сорта Степняк нами выделено 4 константные линии с определенным аллельным составом: Степняк 1 (безостый, ВР=113±2 см) — *Rht8a Ppd-D1b*; Степняк 2 (остистый, ВР=116±1

см) — *Rht8x Ppd-D1a*; Степняк 3 (безостый, ВР=99±2 см) — *Rht8c Ppd-D1a*; Степняк 4 (остистый, ВР=102±1 см) — *Rht8c Ppd-D1a*. Линия Степняк 2К — остистая, аллельный состав *Rht8c Rht-D1b Ppd-D1a* и ВР=79±1 см.

Привнесение гена *Rht8c* (и сцепленного с ним *Ppd-D1a*) в генофонд высокорослых сортов в наших наблюдениях уменьшало величину результативного признака (ВР) в среднем на 18 см (16%). При этом размах вариации указанного эффекта главным образом определялся особенностями года исследования (14–20%). Максимальное снижение ВР отмечено в засушливом 2009 г. — наименее благоприятном для формирования признака. Привнесение аллелей *Rht-B1b*, *Rht-B1e* или *Rht-D1b* в генотип с аллелями *Rht8c Rht-B1a Rht-D1a Ppd-D1a* снижало ВР в среднем на 19, 31 или 16%, соответственно. Характерно, что сила влияния *Rht-B1b* и *Rht-D1b* больше варьировала по генофонам (соответственно 14–24 и 13–21%), чем по годам (16–20 и 15–19%), а аллеля *Rht-B1e* — по годам исследования (27–35%), так как по генофонам вариации не было. Кроме влияния аллелей *Rht* на снижение ВР на данном признаке сказываются генотипические особенности рекуррентных форм и условия года.

Согласно данным Литвиненко (2001) для степной зоны Украины оптимальной является высота растений пшеницы (91–100 см), отклонения от которой в ту или иную сторону сопряжены со снижением урожайности. Исходя из результатов исследования, выполненных в достаточно контрастных условиях 2008–2010 гг., на представленных генотипах можно заключить, что в значительной мере ВР детерминирована генотипом *Rht8c Rht-B1a Rht-D1b Ppd-D1a*. Полагаем, данное сочетание аллелей наиболее благоприятно для Юга Украины, так как обеспечивает оптимальную ВР в разные годы выращивания культуры. Сказанное подтверждается и результатами идентификации именно этого аллельного состава у большинства (73,5%) современных сортов селекции СГИ.

Активність поліфенолоксидази у міжвидових гібридів соняшнику

Чигрин Т. В., Задорожна О. А.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва,
Московський пр., 142, м. Харків, 61060, Україна
e-mail: olzador@ukr.net

Поліфенолоксидаза (ПФО) (К.Ф.1.10.3.1) є одним з найважливіших ферментів, що відіграє певну роль у стійкості рослин до патогенів і забезпечує окиснення фенольних сполук. Активність ПФО під час ураження соняшнику (*Helianthus annuus* L.) вивчена дуже обмежено. Так встановлено, що при ураженні кошиків соняшнику збудником сірої гнилі (*Botrytis cinerea* Fr.) поліфенолоксидаза у стійких рослин має вищу чутливість до виділених патогенів під час ураження та швидко активується. У нестійких рослин при ураженні патогеном активність ПФО підвищується незначно, або не підвищується зовсім (Зайчук, 1986). Таким чином, можна очікувати, що рослини соняшнику з різною стійкістю до вовчка, який на сьогодні є одним із шкідливіших його паразитів, мають різну активність ПФО. Тому, метою нашої роботи є визначення активності ПФО у різних за стійкістю до вовчка генотипів соняшнику та виявлення стійких форм для впровадження в селекційний процес.

Об'єктом досліджень стали лінії культурного соняшнику (*H. annuus*) селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Х 114В, Х 526В і дикі види соняшнику *H. divaricatus* L., *H. giganteus* L., *H. microcephalus* Torr&Gray, *H. nuttallii* Torr&Gray, *H. decapetalus* L. (2n=34) та їх гібриди. Активність ПФО визначали спектрофотометричним методом (Єрмаков, 1987) на 14-денних паростках, отриманих шляхом пророщування насіння в умовах штучного клімату. Активність ПФО визначали в умовних одиницях на 1 г сирової маси та обробляли стандартними методами варіаційної статистики (Вольф, 1966).

За результатами досліджень значення активності ПФО у ліній культурного соняшнику Х 114В, Х 526В дещо перевищувала 70 ум. од. і складала відповідно у ліній Х114В та Х526В 72,0 та 73,0 ум.од./г тк.

Показники активності ПФО у диких видів коливалися в межах від 8,37 до 40, 83 ум. од. та складали для *H. divaricatus*, *H. giganteus*, *H. microcephalus*, *H. nuttallii*, *H. decapetalus* від-

повідно 40,8; 15,7; 8,4 ; 18,6; 8,7 ум.од./г тк. В той же час показники активності ПФО у гібридів, отриманих від схрещування лінії X 114В з дикими видами коливалися в межах від 42,5 до 76,1 ум. од., тобто знаходилися на рівні культурних форм або мали проміжний характер успадковування. Зокрема, показники активності ПФО у гібридів X114В × *H. divaricatus*, X114В × *H. giganteus*, X114В × *H. microcephalus*, X114В × *H. nuttallii*, X114В × *H. decapetalus* відповідно склали 76,1; 72,9; 42,9; 42,8; 76,1 ум.од./г тк. У гібридів, отриманих від схрещування лінії X 526 В з вказаними дикими видами активність ПФО знаходилась в межах від 60,7 до 68,9. Зокрема, показники активності ПФО у гібридів X526В × *H. divaricatus*, X526В × *H. giganteus*, X526В × *H. microcephalus*, X526В × *H. nuttallii*, X526В × *H. decapetalus* відповідно склали 60,7; 67,0; 61,5; 67,8; 68,9 ум.од./г тк.

Таким чином, за результатами досліджень можна зробити висновки, що активність ПФО у гібридів культурних ліній *H. annuus* та вивчених диких видів соняшнику *H. divaricatus*, *H. giganteus*, *H. microcephalus*, *H. nuttallii*, *H. decapetalus* у більшості випадків мала проміжний характер успадковування.

Література

1. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. — М: Колос, 1966. — 255 с.
2. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 430 с.
3. Зайчук В. Ф., Попов П. С., Калинченко Т. В. Активность полифенолоксидазы в корзинках подсолнечника // Масличные культуры. — 1986. — № 3. — С. 30.

Effects of phytohormones on the frequency of callus formation in culture of ovaries and seed germs orchids *in vitro*

Sheyko E. A., Musatenko L. I.

M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine,
phytohormonology department
Tereshchenkivska st., 2, Kyiv 01601, Ukraine
e-mail: lenasheyko@mail.ru

The orchid family includes the greatest number of rare and extinct species. Such characteristics as low competitiveness and mycosymbiosis as well as specific pollination, inbreeding in small populations, decorative and attractive features make orchids the most impressive group of plants. Today the problem of wild orchids' protection is very urgent in the temperate zone, and the preservation of their gene pool requires full and more detailed studies (Jacquemyn, Honnay et al., 2007).

One of the possible ways of the orchid preservation is their artificial production in their propagation *in vitro*, massive introduction into practical landscaping as highly decorative plants, and their repatriation into natural environment. A promising direction in this field is the development of *in vitro* cultures of both vegetative and generative structures such as anther, ovary and ovule because they have a high morphogenetic potential and are somewhat autonomous from the mother plant (Kushnir, Sarnacka, 2005).

The objective of this work was to develop a method of *N. nidus-avis* accelerated reproduction *in vitro*, and to optimize the conditions of explants cultivation.

A significant aspect in the developing of the *in vitro* culture technique is the selection of a nutrient medium with the optimal content of growth substances for the callus induction. In our experiments we applied four nutrient media: Murashige and Skoog, Nitch and Nitch, Reinert and Mohre and modified Knudson medium. The media were modified to induce callus and to obtain the initial callus tissue as quick as possible. As dedifferentiating factors we used synthetic analogues of natural phytohormones: BAP, 2,4-D, IBA. Concentrations of these growth substances varied from 0.5mg/l to 3.0mg/l. We conclude that the media Murashige and Skoog, and Nitch and Nitch with the addition of growth substances are the most favorable for cultivating tissues of *N. nidus-avis* generative organs.

When cultivated on other nutrient media, generative organs showed negative results. The maximum frequency of callus formation for ovaries ($19,2 \pm 1,5\%$) was observed when the Murashige and Skoog medium was combined with 2.5mg/l of 6-BAP, 3.0mg/l of IBA. For ovules ($21,5 \pm 0,8\%$), the most effective was the Nitch and Nitch medium combined with 1.5mg/l 2,4-D, 2 mg/l of 6-BAP.

The results of studies aimed to choose the optimal culture conditions made it possible to obtain a callus culture from *N. nidus-avis* ovaries and ovules. In the callus there were found groups of small meristematic cells with large nuclei, which indicates the beginning of dedifferentiation in the callus tissue.

References

1. Kushnir G. P., Sarnacka V.V. The micro-clonal propagation of plants. К.: Nauk. dumka, 2005. — 272 p.
2. Jacquemyn H., Honnay O., Pailler T. Range size variation, nestedness and species turnover of orchid species along an altitudinal gradient on Reunion Island: Implications for conservation // Biol. Conserv. — 2007. — 136.— P. 388–397.

РІСТ І РОЗВИТОК ЗА УМОВ СТРЕСУ

Детерминация генами контроля темпов развития степени жаро- и засухоустойчивости изогенных линий пшеницы *Triticum aestivum* L.

Авксентьева О. А., Головина И. В., Данилюк И. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: avksentyeva@univer.kharkov.ua

Пшеница — ценнейшая продовольственная культура, которая занимает ведущее место в зерновом балансе нашей страны. Её продуктивность зависит от реализации генетически заложенных потенциалов урожайности, а также влияния конкретных погодноклиматических условий, действующих на определенном этапе развития растения (Моргун, 2010). Известно, что продолжительность онтогенеза, тип (яровой/озимый) и скорость развития у пшеницы детерминированы двумя генетическими системами — системой генов *VRN*, контролирующей потребность в яровизации и системой генов *PPD*, определяющих степень фоточувствительности растения (Стельмах, 2000). Генетические эффекты данных систем на ряд агрономических признаков — структура урожая, продуктивность, белковость зерна достаточно хорошо изучены. Однако в литературе отсутствуют данные об исследовании опосредованного влияния данных генетических систем на стресс-толерантность пшеницы. В современных условиях изменяющегося климата, сопровождаемых регулярными засухами и экстремально высокими температурами (Моргун, 2010), представляется актуальным исследование эффектов данных генетических систем, контролирующих тип и темпы развития растений на степень их засухо- и жаростойкости. Целью данной работы было проведение скрининга степени засухо- и жаростойкости изогенных по генам контроля типа и темпов развития линий пшеницы. Объектами исследо-

вания служили моногеннодоминантные почти изогенные (NILs) по системе генов *VRN* и *PPD* линии мягкой пшеницы, а также сорт, в генотипе которого созданы данные линии — Мироновская 808. Засухо- и жаростойчивость определяли экспресс-методом по прорастанию семян в условиях стресса, по приросту биомассы и линейным показателям роста проростков. Также о степени засухоустойчивости судили по накоплению пролина, а жаростойкости — определяя температурный порог коагуляции белков цитоплазмы. Результаты экспериментов показали, что все исследованные изолинии проявляют более высокую степень жаростойкости, чем засухоустойчивости. Изолинии по системе генов *PPD* характеризуются большей степенью жаростойкости, в то время как изолинии по системе генов *VRN* проявляют повышенную засухоустойчивость. Установлено, что корневая система обладает большей засухоустойчивостью, а надземная часть характеризуется повышенной жаростойкостью. Среди набора *VRN* изолиний минимальной устойчивостью к засухе и высокой температуре характеризуется изолиния *VRNB1a*, а максимальными показателями — быстроразвивающаяся изолиния *VRNA1a*. Среди *PPD* изолиний более устойчивы генотипы *PPDA1a* и *PPDD1a*, а максимальную чувствительность к стрессовым воздействиям проявляет изолиния *PPDB1a*. Таким образом, изолинии характеризующиеся быстрыми темпами развития и слабой фоточувствительностью проявляют более высокую степень засухо- и жаростойкости по сравнению с медленноразвивающейся изолинией, показавшей минимальные показатели засухо- и жаростойкости.

Литература

1. Моргун В. В., Киризий Д. А., Шадчина Т. К. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — Т.42, №1. — С.3–23.
2. Моргун В. В., Швартау В. В., Киризий Д. А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — Т.42, №5. — С.371–393.
3. Стельмах А. Ф., Файт В. И., Мартынюк В. Р. Генетические системы типа и контроля скорости развития мягкой пшеницы // Цитология и генетика. — 2000. — Т.34, №2. — С.39–45.

Вплив іонів важких металів та регулятора росту трептолеми на пігментну систему рослин соняшнику

Бакун В., Пацула О., Терек О.

Львівський національний університет імені Івана Франка,
кафедра фізіології та екології рослин,
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vira_b87@ukr.net

Впродовж останнього століття антропогенний вплив на природу досягнув велетенських масштабів. В загальному балансі речовин, які забруднюють атмосферу, сполуки важких металів займають значний об'єм і розглядаються як глобальні забруднювачі.

Біоіндикаторною ознакою забруднення навколишнього середовища може слугувати зниження концентрації хлорофілу в листках рослин, оскільки воно відзначено в цілому ряді випадків для різних важких металів та інших сполук (Гуральчук, 2006).

Сучасні регулятори росту та інші біологічні препарати містять комплекс біологічно активних речовин, які сприяють посиленню обмінних процесів у рослинних організмах та ґрунті, підвищують стійкість рослин до несприятливих умов. Одним із таких сучасних регуляторів є трептолем — комплекс 2,6-диметилпіридин-1-оксид з бурштиною кислотою — 50г/л та Емістиму С — 1,0г/л (ІБОНХ НАНУ, МНТЦ «Агробіотех», ЗАТ «Високий урожай») (Грицаєнко та ін., 2008).

Метою нашої роботи було виявити особливості впливу іонів цинку і міді та регулятора росту трептолеми на вміст фотосинтетичних пігментів у рослин соняшнику.

Досліди проводили на рослинах соняшнику (*Helianthus annuus*) сорту Еліт. Насіння пророщували протягом 3 діб у чашках Петрі на зволоженому трептолемом у концентрації 1 мл/л фільтрувальному папері. Після цього проростки пересаджували на розчини, які містили: цинк (10–3М) і купрум (10–5М) сульфати та поживне середовище Холланда-Арнона. Контролем слугували рослини, вирощені на поживному середовищі Холланда-Арнона. Через 7, 14 та 21 добу у рослин визначали вміст фотосинтетичних пігментів за методом Хольм-Веттштейна (Мусієнко та ін., 2001).

Виявлено, що вміст хлорофілів у рослин соняшнику в умовах дії іонів цинку та міді збільшувався, перевищуючи контрольні показники майже у 2 рази. Можливо це пов'язано з тим,

що толерантні види характеризуються збільшенням концентрації хлорофілів. За сумісної дії іонів цинку та трептолеми вміст хлорофілів зростає, тоді як на середовищі з іонами міді, навпаки, зменшувався.

Відомо, що каротиноїди беруть участь у захисті рослин від дії стресових чинників, зокрема до дії важких металів. Рівень каротиноїдів у рослин соняшнику, які рослин на середовищах з іонами цинку та міді, зростає у порівнянні з контрольними рослинами. При цьому дія трептолеми призводила до збільшення концентрації каротиноїдів.

Зазначимо, що вміст каротиноїдів в умовах забруднення середовища важкими металами зменшується у нестійких видів та зростає в порівнянні з контролем у толерантних видів, що пов'язано з захисною та адаптивною функціями каротиноїдів. При цьому змінюється відношення їх окремих форм у зв'язку з різним ступенем впливу важких металів на кожну з них (Бессонова, 2006). Це свідчить про те, що наш об'єкт досліджень — соняшник — толерантний до впливу іонів важких металів.

Література

1. Бессонова В. П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений: Монография. — Днепропетровск: Днепропетровский государственный аграрный университет, 2006. — 208 с.
2. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтьук І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. — К., ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. — 352 с.
3. Гурадьчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. — К.: Логос, 2006. — 208 с.
4. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 200 с.

Механізми стійкості рослин до впливу важких металів та їх сполук

Вакерич М. М., Ніколайчук В. І., Денчиля-Сакаль Г. М., Глюдзик М. Ю.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», біологічний факультет, кафедра генетики, фізіології рослин і мікробіології, вул. А. Волошина, 32, Ужгород, 88000
e-mail: vakerich@yandex.ru

В процесі еволюційного розвитку шляхом еколого-фізіологічних перебудов склалися певні взаємостосунки між організмами і факторами навколишнього середовища.

За результатами проведених досліджень, ми виявили декілька шляхів регулювання фітоактивності/фітотоксичності важких металів та їх сполук (на прикладі купруму та його сульфату).

Одним із зовнішніх механізмів, що може регулювати (збільшувати чи зменшувати) надходження важких металів до рослини є показник рН. Оскільки доступність хімічних елементів визначається певним діапазоном показника рН, то вихід за його межі призводить до зниження фітоактивності відповідного важкого металу. За умови даного механізму регуляції концентрація важкого металу (чи його солі) не відіграє вирішальної ролі, адже, вийшовши за межі діапазону кислотного-лужного показника, призводить до нейтралізації фітоактивності діючого металу (чи його сполуки).

Крім показника рН, на доступність хімічних елементів впливають також і інші фактори. Серед них на особливу увагу заслуговують деякі кореневі екsudати, які володіють комплексуючими чи хелатуючими властивостями по відношенню до сполук металів. При високих рівнях засолення обов'язковою умовою є осморегуляція у відповідності з зовнішнім водним потенціалом. Можливим варіантом за рахунок якого здійснюється ця осморегуляція є синтез органічних сполук, таких як цукри, органічні кислоти, пролін, гліцин бетаїн, сорбіт і т.д.

Одним з інших механізмів зниження фітотоксичності сполук важких металів є обробка насіння культурних рослин перед посівом комплексними добривами, до складу яких входять речовини з хелатуючими властивостями. Найчастіше з цією метою використовують ЕДТА, ЕДХА, цитрат та інші сполуки. Одними з найбільш ефективних речовин, які посилюють накопичення міді в ґрунті є похідні нікотинамідів, активність якого пов'язують із

синтезом сполук, що визначають стійкість рослини до стресових умов навколишнього середовища. Важливим елементом при цьому може бути вплив сполук даного класу на підвищення поглинання та включення у метаболізм ключових для розвитку рослин елементів живлення.

Загальноприйнятим є той факт, що в природних умовах екологічні фактори діють не окремо, а в сукупності. Широковідомим є припущення, що адаптація рослини до одного стресового екофактора веде за собою підвищення стійкості й до впливу іншого. Одним з перспективних шляхів зниження фітотоксичності важких металів та їх сполук є попередня адаптація рослин *Avena sativa* L. до хлоридного засолення, що веде за собою активацію захисних механізмів, наслідком яких є зниження токсичного впливу сполук важких металів.

Одним з таких механізмів є зниження показника осмотичного потенціалу, що сприяє кращому поглинанню води клітинами кореня і, як наслідок цього, запобігає різкому падінню рівня оводненості тканин при дії на рослини CuSO_4 .

Роль пігментних комплексів у формуванні продуктивності злаків за умов дефіциту води

Жук В. В., Мусієнко М. М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
каф. фізіології та екології рослин, пр. Глушкова, 2, м. Київ, 03127,
Україна
e-mail: zhuk_bas@voliacable.com

Дефіцит води у ґрунті призводить до деструктивних процесів у клітинах листового мезофілу злаків, що знижує ефективність фотосинтетичних процесів, продуктивність рослин. Компенсація дефіциту цитокінінів за умов природної посухи дозволяє стабілізувати ріст, затримати старіння листків та деструкцію пігментного комплексу (Мусієнко М. М., Жук В. В., 2011).

Метою досліджень було вивчення деструктивної дії посухи на пігментний комплекс листків ярої пшениці, ярого ячменю, вівса та можливості використання цитокінінів для стабілізації структури фотосинтетичного апарату.

Рослини ярої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сортів Скороспілка 95, Скороспілка 99, Недра, ярого ячменю (*Hordeum vulgare* L.) сортів Асторія, Бадьорій, Циліндра, вівса (*Avena sativa* L.) сортів Нептун, Саломон, Самуель вирощували у Київській області на ділянках з дерново-підзолистим ґрунтом. Рослини дослідних варіантів у фазі трубкування обприскували 10–4 М водним розчином 6-бензиламінопурина (6-БАП- $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}_5$). У період природної посухи через 3, 8, 10, 12 діб після обробки у прапорцевих листках визначали вміст води, пігментів за методом Вінтермана і де Мотса (Wintermans J.F.G., de Mots A., 1965). Після дозрівання рослин проводили аналіз структури врожаю.

Встановлено, що після обробки 6-БАП водозатримна здатність листків підвищувалась у пшениці сортів Скороспілка 95 та Недра у період від колосіння до формування зернівки. У ячменю обробка БАП зменшувала обводнення листків у всіх вивчених нами сортів. У вівса обробка рослин БАП підвищувала вміст води у листках сорту Нептун та Самуель, але зменшувала у сорту Саломон у період колосіння-цвітіння.

Обробка рослин БАП підвищувала вміст хлорофілів а та b у ярої пшениці сортів Скороспілка 95 та Недра та мало впливала на вміст хлорофілів у сорту Скороспілка 99. У ячменю обробка БАП збільшувала вміст хлорофілів у сортів Асторія та Циліндра,

але зменшувала кількість хлорофілів у сорту Бадьорий. У вівса після обробки БАП підвищувався вміст хлорофілів у листках сортів Нептун, Самуель, але зменшувався у сорту Саломон. Вміст каротиноїдів у листках пшениці, ячменю та вівса у період посухи зростав, особливо після обробки рослин цитокінінами. Найбільший вміст каротиноїдів відзначено у період формування зерна у пшениці сорту Недра, ячменю сортів Асторія та Бадьорий та вівса сортів Нептун та Самуель.

Встановлено, що обробка БАП пшениці у період трубкування стимулювала ріст останнього міжвузля та листка. У пшениці достовірно збільшувалась кількість зерен у колосі, маса зерна 1000 зерен та загальна продуктивність рослин. Найбільше зростання продуктивності пшениці після обробки цитокініном отримано у сорту Скороспілка 95 та найменше — у сорту Недра. У ярого ячменю обробка БАП стимулювала ріст останнього міжвузля, листка, колоса збільшувала кількість зерен у колосі, масу 1000 зерен. Отже, компенсація дефіциту цитокінінів в умовах посухи шляхом екзогенної обробки рослин зменшувала негативну дію водного стресу на процеси росту та макроморфогенезу ярих злаків.

Література

1. Мусієнко М. М., Жук В. В. Вплив екзогенного цитокініну на стійкість пшениці за умов посухи. // Вісник аграрної науки. — 2011. — № 3 (695). — С. 34–36.
2. Wintermans J. F. G., de Mots A. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol // Biochem. Biophys. Acta. — 1965. — 109. — P.448–453.

Вплив природної посухи, по та інгібітору аквапоринів на ультраструктуру клітин листового мезофілу ярої пшениці

Жук І. В., Мусієнко М. М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
каф. фізіології та екології рослин,
пр. Глушкова, 2, м. Київ, 03127, Україна
e-mail: zhuk_bas@voliacable.com

Встановлено, що у формуванні інтегральної відповіді рослини на посуху задіяні універсальні сигнальні системи, зокрема оксид азоту, дія якого тісно пов'язана з активними формами кисню, процесами диференціації і морфогенезу у рослин (Мусієнко М. М., Жук І. В., 2009, Жук І. В., Мусієнко М. М., 2010). Визначну роль в регуляції водного обміну пшениці відіграють аквапоринові водні канали (Жук І. В., 2010).

Рослини ярої м'якої пшениці сорту Недра вирощували в умовах польового дослідження. В дослідних варіантах рослини оброблені 0,5 мМ розчином донора NO — нітропрусида натрію — у фазі трубкування, після чого провели дослідження ультраструктури клітин мезофілу листків.

Відзначено, що у дослідних рослин хлоропласти були локалізовані по периферії клітини, містили три і більше крохмальних зерен овальної форми з електроннощільною центральною частиною. По периферії крохмальні зерна були електронно-прозорими. Структурна будова хлоропласту свідчила про його високу функціональну здатність і відзначалась правильними стопками гран, які були розташовані по периферії хлоропласту та між крохмальними зернами. Хлоропласти в клітині контактували один з одним видовженими кінцями і утворювали структурний континуум. У вакуолі кристалічні структури були згруповані в нечисленні агрегати.

Для вивчення ролі водного режиму рослини пшениці сорту Недра обробляли інгібітором аквапоринових водних каналів — 0,5 мМ розчином хлориду ртуті — у фазі трубкування. Відбір прапорцевих листків для електронномікроскопічних досліджень проводили через 5 діб після обробки. Встановлено, що форма хлоропластів у дослідних рослин була близькою до шароподібної. Стопки гран були меншими, ніж у контрольних рослин і утворювали нещільні структури, тилакоїди гран у дослідних хлоро-

пластах були дещо розширені, з вигинами в тих ділянках, де накопичувався крохмаль. Крохмальні зерна набували неправильної овальної форми, були дрібнішими порівняно з контрольним варіантом і їх кількість збільшувалась до 6–7 і більше, найчастіше були локалізовані у матриксі середньої частини хлоропласту. Великі вакуолі мали значну кількість вигинів, що вказує на ймовірність осмотичного стресу. Відмічено наявність невеликих пластоглобул, які зазвичай накопичуються не лише при деградації хлоропластів, їх старінні, а й за дії стресів. Отже, інгібування водного транспорту через мембрани спричиняло деструктивні зміни в компартментах клітин, що встановлено шляхом дослідження їх ультраструктурної організації.

Зазвичай в клітинах мезофілу листків пшениці кількість хлоропластів, їх розміри та субмікроскопічна організація залишаються майже незмінними впродовж вегетаційного періоду, однак екзогенна дія фізіологічно активних речовин в період росту листової пластинки може суттєво вплинути на формування структури хлоропластів та виконання ними їх функції, що має важливе значення для реалізації продуктивного потенціалу пшениці.

Література

1. Мусієнко М. М., Жук І. В. Молекулярні механізми індукції захисних реакцій рослин в умовах посухи // Український ботанічний журнал. — 2009. — 66, № 4. — С. 580–595.
2. Жук І. В., Мусієнко М. М. Вплив оксиду азоту на рослини пшениці в умовах посухи // Вісник аграрної науки. — 2010. — № 5 (685). — С. 32–34.
3. Жук І. В. Вплив інгібування транспорту води на розвиток пшениці в умовах природної посухи // Вісник аграрної науки. — 2010. — № 6 (686). — С. 77–78.

Формування продуктивності озимої пшениці за умов дефіциту води у ґрунті

Жук О. І.

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

Основною стратегією у адаптації рослин пшениці до посухи вважають здатність до підтримання водного статусу, економного витрачання води за рахунок інгібування ростових процесів, зниження транспірації шляхом регуляції продигового опору (Жук, 2011). Детектори дефіциту води у ґрунті локалізовані у зоні розтягнення кореня. У відповідь на дефіцит води корені індукують хімічний та гідравлічний сигнал. Сигнал транспортується по судинах ксилеми. Регуляцію водного потоку забезпечує градієнт водного потенціалу у системі ґрунт -корінь-стебло-атмосфера, який є рушійною силою магістральних потоків води у рослинах (Жук, 2010). Однією з найбільш ранніх реакцій на сигнал про дефіцит води від коренів вважають зменшення або закриття продигової щілини, що одночасно обмежує фотосинтетичного метаболізм — головний чинник у реалізації потенційної продуктивності рослин озимої пшениці в період формування репродуктивних органів. Дія посухи на фотосинтез та метаболізм пшениці досить повно досліджена, однак невід’ємний ланцюг в реалізації цих процесів у формуванні репродуктивних органів — клітинний ріст — все ще поза увагою науковців. Метою наших досліджень було вивчення дії дефіциту води в ґрунті на процеси клітинного росту в період формування зернівки озимої пшениці та можливості зменшення негативних наслідків посухи за рахунок використання комплексних регуляторів росту.

Дослідження проводили в умовах вегетаційних дослідів. Об’єктами були сорти озимої м’якої пшениці лісостепового еко-типу Поліська 90 і Подолянка. У контрольному варіанті протягом всього періоду онтогенезу підтримували оптимальну вологість води у ґрунті, яка складала 70 % від повної вологоємності. У дослідних варіантах у період цвітіння та формування зернівки протягом 12 діб вміст води в ґрунті підтримували на рівні 40 % від повної вологоємності. Для зменшення негативної дії ґрунтової посухи рослини озимої пшениці у фазі колосіння були оброблені комплексним препаратом антистрес, який містив

мінерал бішофіт, гумат калію, екстракт гриба, препарат МАРС ЄА, ДМСО. Виробником препарату є фірма «Інторгсервіс», місто Дніпропетровськ.

Встановлено, що у оброблених препаратом антистрес рослин пшениці сортів Подолянка та Поліська 90 у період посухи зростала водозатримувальна здатність клітин прапорцевого листка, збільшувалась маса зернівок порівняно до рослин, які не були оброблені препаратом. Вивчення проліферативної активності клітин зернівки в період її росту і функціонування меристем свідчить, що екзогенні фізіологічні речовини, які входять до складу препарату антистрес, стимулювали ростові процеси на рівні поділу клітин. Кінцевим результатом дії препарату стало підвищення маси 1000 зерен та кількості їх у колосі в умовах дефіциту води, що також свідчить про позитивний вплив на процеси запліднення. Використання комплексного препарату в умовах ґрунтової посухи дозволило з'ясувати, що саме регуляція водного та гормонального статусу та підтримання асиміляційної здатності клітин мезофілу прапорцевого листка стабілізували проліферативні процеси в період функціонування меристем зернівки і дозволяли сформувати додаткову масу зерна. Таким чином, процеси клітинного росту лежать в основі формування репродуктивних органів пшениці і є критичними за дефіциту води в ґрунті.

Література

1. Жук О. І. Транспорт води в рослинах // Вісник Харківського університету ім. Каразіна. — 2010. — вип.11(№905). — С. 212–217.
2. Жук О. І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води // Физиология и биохимия культ.растений. — 2011. — 43, № 1. — С.26–37.

Індукція флуоресценції хлорофілу листків для прогнозування жаростійкості винограду

Зеленянська Н. М.

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова»,
м. Одеса, смт. Таїрово, вул. 40-річчя Перемоги, 27
e-mail: iviv@te.net.ua, iviv_nnc@ukr.net

Зміна флуоресценції хлорофілу фотосистеми II свідчить про стан її реакційних центрів. При активному фотосинтезі, коли всі реакційні центри знаходяться в відкритому робочому стані, майже вся поглинута енергія світла використовується в процесі фотосинтезу. І тільки невелика її частина (не більше 3%) переходить в енергію світла флуоресценції у вигляді так званої фонові флуоресценції (Fo). В нормальних умовах її величина невелика, що свідчить про активне використання клітинами енергії поглинутого світла. Але якщо при будь-яких впливах порушується стан фотосинтетичних мембран, то реакційні центри переходять у неактивний стан, призупиняється потік електронів у первинних процесах фотосинтезу. За таких умов поглинута енергія світла вже не може використовуватися, і флуоресценція хлорофілу зростає. Втрати поглинутої енергії є основними показниками стану клітин і рослини в цілому та можуть бути охарактеризовані окремими її параметрами. В літературі дуже мало даних про проведення подібних досліджень у виноградному розсадництві (Шерер В.О., 1987, Зеленянська Н. М., 2008). Тому метою нашої роботи було встановлення можливості застосування деяких флуоресцентних показників для тестування на жаростійкості рослин винограду.

Об'єктом досліджень були мікроклони підщепних сортів винограду Ріпарія × Рупестріс 101–14 (Р × Р 101–14) та Берландієрі × Ріпарія Кобер 5 ББ (Б × Р Кобер 5 ББ). Вимірювання ІФХ (індукція флуоресценції хлорофілу) листків проводили за допомогою портативного хронофлуорометру „Флоратест”. Рослини дослідних варіантів прогрівали в термостаті при температурі повітря 30°C, 35°C, 45°C, контрольні — витримували при кімнатній температурі (18–20°C).

Результати проведених досліджень свідчать, що підвищення температури до +30°C та +35°C викликало збільшення амплітуди кривої ІФХ, подальше підвищення температури до +45°C не завжди давало змогу отримувати спалах ІФХ та викликало майже

повну його втрату. В результаті роботи були встановлені деякі особливості зміни кривих ІФХ які, на нашу думку, пов'язані із стійкістю певного сорту до високих температур та можуть бути використані на практиці, як діагностичний критерій — це фонові флуоресценція та час виходу кривої ІФХ на стаціонарний рівень. Так, у підщепного сорту $P \times P$ 101–14 під впливом високих температур рівень фонові флуоресценції в дослідних варіантах знаходився на рівні 0,7910 — 0,8221 відн. од., у контролі відповідно — 0,7682 відн. од. У підщепи $B \times P$ Кобер 5ББ значення цього показника в контролі було на рівні 0,6966 відн.од., а у варіантах, де рослини прогрівали, ці значення збільшувалися і знаходилися в межах 0,9961–1,0510 відн. од. Слід відмітити, що в підщепи $B \times P$ Кобер 5 ББ під впливом високих температур повітря виходу кривої ІФХ на стаціонарний рівень практично не було, а в контрольних варіантах таке явище спостерігали вже на 103864мс. Аналогічна закономірність була притаманна і для підщепи $P \times P$ 101–14.

Таким чином, фонові флуоресценція хлорофілу та час виходу кривої ІФХ листків на стаціонарний рівень є досить інформативними показниками для визначення реакції рослин винограду на дію високих температур повітря.

Література

1. Шерер В. А. Замедленная флуоресценция листьев винограда в связи с морозоустойчивостью / В. А. Шерер // Физиология и биохимия культурных растений. — 1987. — 19, № 2. — С. 170–174.
2. Зеленианська Н. М. Флуоресценція хлорофілу та водний режим листків саджанців винограду / Н.М. Зеленианська, Е.В. Сарахан, Н.В. Буркан, Н.В. Тулінова // Вісник аграрної науки. — 2008. — № 9. — С. 25–27.

Влияние жасмоновой кислоты на образование активных форм кислорода в coleoptilyax пшеницы и их теплоустойчивость

Карпец Ю. В.¹, Колупаев Ю. Е.¹, Мусатенко Л. И.²

¹Харьковский национальный аграрный университет
им. В. В. Докучаева, п/о Коммунист-1, г. Харьков, 62483, Украина
e-mail: plant_biology@mail.ru

²Институт ботаники им. Н.Г.Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01601, Украина
e-mail: phytohormonology@ukr.net

Жасмонаты в настоящее время рассматриваются как отдельный класс фитогормонов, участвующий в контроле созревания семян, образования пыльцы, запуска программы старения и защитных реакций на биотические и абиотические стрессоры (Hun, Lee, 2008; Васюкова, Озерецковская, 2009). Начальные реакции синтеза жасмоновой кислоты происходят в пластидах, заключительные — в пероксисомах. Физиологические эффекты жасмоновой кислоты изучались в основном на двудольных (Kazan, Manners, 2008). При этом объектами исследования чаще всего являются зеленые органы растений. В одной из работ показано изменение белкового спектра корней этиолированных проростков гороха под влиянием экзогенной жасмоновой кислоты (Иванова и др., 2006).

Малоизученной остается роль жасмоновой кислоты в устойчивости растений к абиотическим стрессорам. В то же время зарегистрированы эффекты повышения содержания эндогенной жасмоновой кислоты при действии на растения низких температур, засоления, тяжелых металлов (Abdala et al., 2003; Rodriguez-Serrano et al., 2006; Yoshikawa et al., 2007). Также сообщается о повышении устойчивости растений к охлаждению, обезвоживанию (Lee et al., 1996) и окислительному стрессу (Hristova, Popova, 2002) под действием экзогенной жасмоновой кислоты. Есть сведения о повышении активности антиоксидантных ферментов при обработке растений метилжасмонатом (Parra-Lobato et al., 2009). С другой стороны, действие жасмонатов на теплоустойчивость растений до сих пор остается малоисследованным.

В связи с изложенным нами изучено влияние экзогенной жасмоновой кислоты на теплоустойчивость coleoptiley пшеницы и генерацию ими активных форм кислорода — супероксидного анион-радикала ($O_2^{\cdot -}$) и пероксида водорода.

Колеоптили, отделенных от четырехсуточных этиолированных проростков пшеницы сорта Элегия, инкубировали 14–16 ч на 2 % растворе сахарозы, после чего опытные образцы переносили на 24 ч на растворы жасмоновой кислоты. По окончании инкубации колеоптили подвергали повреждающему нагреву (43°C, 10 мин).

Обработка колеоптилей жасмоновой кислотой существенно повышала их теплоустойчивость. Положительные эффекты наблюдались при использовании концентраций 10–7–10–5 М. Также жасмоновая кислота вызывала снижение генерации $O_2^{\cdot-}$ колеоптилями пшеницы и уменьшение содержания в них пероксида водорода. Эти эффекты были наиболее заметными через 2–4 ч после начала обработки колеоптилей жасмоновой кислотой, к 24 ч инкубации они практически нивелировались.

Таким образом, показано положительное действие экзогенной жасмоновой кислоты на теплоустойчивость растительных тканей на примере этиолированных органов однодольного растения. Имеются основания полагать, что физиологические эффекты жасмоновой кислоты могут быть опосредованы ее влиянием на образование и/или обезвреживание активных форм кислорода. В связи с этим целесообразны специальные исследования влияния жасмоната на активность про- и антиоксидантных ферментов колеоптилей пшеницы в физиологически нормальных условиях и после действия абиотического стресса.

Зміни вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у листках озимої пшениці за дії посухи та обробки саліциловою кислотою

Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Фаткова Н. М.

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна
e-mail: mamenko@optima.com.ua*

Захист біологічних структур від вільнорадикального окиснення окрім антиоксидантних ферментів здійснюють і низькомолекулярні речовини, такі як аскорбат, глутатіон, каротиноїди тощо. Вважають, що саліцилова кислота (СК) впливає на генерацію активних форм кисню, а також індукує підвищення активності антиоксидантних ферментів, викликаючи внутрішньоклітинні зміни антиоксидантної системи у рослинному організмі (Kawano, 2004, Agarwal, 2005).

Метою нашої роботи було вивчити вплив тривалої ґрунтової посухи та обробки рослин СК на зміни вмісту низькомолекулярних антиоксидантів — аскорбату, глутатіону і каротиноїдів у листках контрастних за посухостійкістю сортів озимої пшениці.

Встановлено, що дефіцит вологи у ґрунті призводив до зростання вмісту аскорбату в листках озимої пшениці з наростанням дії стресу, особливо у слабостійкого сорту. Так, за тривалої дії посухи вміст аскорбату у листках слабостійкого сорту озимої пшениці був у 3 рази вищим, у порівнянні із посухостійким сортом. Обробка рослин СК за умов посухи індукувала зниження вмісту аскорбату у листках сортів озимої пшениці до 15–20 %, у порівнянні із необробленими рослинами варіанту «посуха».

Виявлено, що на початкових етапах дії дефіциту вологи у ґрунті відбувалось зниження вмісту відновленого глутатіону і підвищення його окисленої форми у листках обох сортів озимої пшениці. За тривалого впливу посухи вміст відновленого глутатіону залишався значно нижче контрольного рівня в 2,6 рази у листках озимої пшениці слабостійкого сорту, у порівнянні із посухостійким сортом. За таких умов вміст окисленого глутатіону знижувався у листках озимої пшениці слабостійкого сорту на 60 % від контролю, а у посухостійкого сорту досягав рівня контрольних рослин. Обробка рослин СК в умовах посухи індукувала зростання вмісту відновленої форми глутатіону у листках посухостійкого сорту на 50 %, а у слабостійкого сорту на 150 % від не-

оброблених рослин варіанту «посуха». При цьому вміст окисленої форми глутатіону знижувався з наростанням дії стресу у листках обробленої СК озимої пшениці обох сортів і за тривалого впливу посухи наближувався до рівня контрольних рослин.

Показано, що впродовж дії посухи вміст каротиноїдів знижувався відносно контролю у листках озимої пшениці. При цьому у слабостійкого сорту їх вміст був в 2 рази нижче контролю, ніж у посухостійкого сорту. Виявлено, що впродовж дії дефіциту води у ґрунті у оброблених СК рослин вміст каротиноїдів зростав у листках відносно необроблених рослин варіанту «посуха» на 15 % у посухостійкого сорту і на 30 % у слабостійкого сорту.

Таким чином, контрастні за посухостійкістю сорти озимої пшениці відрізняються нормою реакції щодо зміни вмісту низькомолекулярних антиоксидантів у листках за умов посухи. Обробка рослин СК індукувала наближення вмісту низькомолекулярних антиоксидантів до рівня контрольних рослин, що свідчить про розвиток стрес-захисних реакцій і зниження окиснювальних процесів за умов посухи.

Література

1. Agarwal S., Sairam R, Srivastava G, Meena R. Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes // *Biologia Plantarum*. — 2005. — 49, N 4. — P. 541–550.
2. Kawano T., Furuichi T., Muto S. Controlled salicylic acid levels and corresponding signaling mechanisms in plants // *Plant Biotechnology*. — 2004. — 21, N 5. — P. 319–335.

Компоненти складу запасних білків ярої м'якої пшениці залежно від дії гамма-променів

Панкова О. В.

¹Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, п/о Коммунист-1, г. Харьков, 62483, Украина

Оскільки основним результатом впливу іонізуючого опромінення є окислювальні пошкодження молекул ДНК з подальшими змінами в білковому обміні, важливим є дослідження в змінах спектрів білків після обробки гамма-променями насіння. Як білкових маркерів для визначення якості зерна пшениці в селекції частіше використовують запасні білки, зокрема гліadini. (Каримов А. Я., 2009), спектр яких за зростанням електрофоретичної рухливості компонентів поділяють на 4 зони: ω , γ , β та α .

Метою роботи було дослідити зміни в спектрі запасних білків ярої пшениці залежно від гамма-опромінення.

Насіння ярої м'якої пшениці Героїня обробляли гамма-променями, джерелом яких був ^{60}Co , на установці «Theratron Elit-80» у дозах: 100 Гр, 150 Гр, 200 Гр, 250 Гр. Як контроль використовували насіння без обробки. Експеримент розділяли на дві складові: „насіння” і „проростки”. Одразу після опромінення у варіанті „насіння” вивчали спектр запасних білків, а у варіанті „проростки” — насіння після опромінення пророщували протягом 3–4-х діб. Після цього досліджуваний матеріал фіксували у сушильній шафі при температурі +130 °C і проводили аналіз. Електрофорез запасних білків у поліакріламідному гелі виконували за методикою Ф. О. Поперелі (Попереля Ф. О. 1996). Зразки характеризували за гліадиновими спектрами шляхом позернового аналізу.

Отримані результати показали, що білковий обмін залежить від гамма-опромінення. Так, у варіанті досліду з дозою 150 Гр зафіксовано зникнення повільних компонентів в зоні ω та збільшення інтенсивності компоненту в зоні γ . Порівнюючи білкові спектри варіантів досліду 100 Гр, 200 Гр, 250 Гр з контролем не було виявлено істотних змін у складі гістонових фракцій після опромінення. У проростків м'якої пшениці сорту Героїня після обробки гамма-променями дозою 200 Гр виявлено відсутність мажорного компоненту у малорухомій фракції легкокорозчинних білків ω – зони спектру, який характерний для сорту Героїня, та появу γ -компоненту.

Очевидно, що дія гамма-променів переорієнтовує регуляторний механізм рослинного організму на генетичному і метаболічному рівнях. Висока мінливість запасних білків під впливом гамма-променів спостерігається перш за все у варіанті досліду з дозою 150 Гр — в насінні, та 200 Гр — в проростках. Ефект опромінення гамма-променями дозою 150 Гр насіння, який проявляється в змінах у спектрі гліадинів не зберігається в 3-х денних проростках. Це на нашу думку може свідчити про активні репараційні процеси (Joiner et al., 1999). Як відомо, вплив іонізуючого випромінювання може проявитися через певний час після опромінення (Котеров А. Н., Никольский А. В., 1999). Тобто, ми можемо зробити припущення, що опромінення дозою 200 Гр має пролонговану дію і проявляються в спектрі запасних білків лише в проростаючому насінні.

Література

1. Каримов А. Я. Исследование индекса генетической схожести и идентификация сортов мягкой пшеницы способом глиадинового маркера // Современные проблемы науки и образования. Биологические науки. — 2009, № 6. С. 13–21
2. Котеров А. Н., Никольский А. В. Адаптация к облучению *in vivo* // Радиационная биология. Радиоэкология. — 1999. — 39, № 6. — С. 648–662.
3. Попереля Ф. О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці / Ф. О. Попереля // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: Зб. наук. праць СГІ. — Одеса, 1996. — С. 117–132.
4. Joiner M. C., Lambin P., Marples B. Adaptive response and induced resistance // Comptes Rendus Acad. Sci. Ser. III-Sci. Vie-Life Sci. — 1999. — 322, N 2–3. — P. 167–175.

Вплив забруднення важкими металами на деякі фізіолого-біохімічні процеси в листках деревних рослин

Піскова О. М.

Криворізький ботанічний сад НАН України,
вул. Маршак, 50, м. Кривий Ріг-50089, Україна
e-mail: piskovajaolga@rambler.ru

Актуальним для з'ясування різноманітних механізмів адаптації рослин в умовах навколишнього середовища є вивчення перебігу фізіолого-біохімічних процесів в рослинних організмах за дії стресорів (Бессонова, 2006; Таран, 2004). Саме тому ми досліджували особливості перебігу процесів пероксидації та зміни поверхневих ліпідів в листках деревних рослин за різного рівня забруднення Zn, Ni, Pb і Cd.

Об'єкти дослідження — *Populus italica* (Du Roi) Moench та *Tilia cordata* Mill. другої вікової групи, що зростають на проммайданчику ЗАТ «Криворізький суриковий завод» (сильне забруднення) та у дендрарії Криворізького ботанічного саду (умовний контроль). Матеріал для досліджень відбирали у фазу повного відособлення листка (І фаза) та на 5–10 добу фази завершення росту листка (ІІ фаза).

Розрахунки акумуляції токсикантів в листках *P. italica* на проммайданчику показали, що у І та ІІ фази морфогенезу листка вміст Zn був максимальним і перевищував такий у контрольних рослин у 13 та 23 рази відповідно, тоді як рівень Cd збільшувався у 5–8 разів до контролю. Найменше в асиміляційних органах виду накопичувалися Ni та Pb. В листках *T. cordata*, на відміну від *P. italica*, максимально акумулювався Cd (у 6 разів вище, ніж у інтактних рослин в обидві фази), тоді як вміст Zn виявився найменшим. Концентрація ж Ni в асиміляційних органах *T. cordata* зростала у 4 рази порівняно з контролем.

У відповідь на несприятливу дію абіотичних факторів у рослинах проммайданчика відбуваються метаболічні зміни, які проявляються зокрема у збільшенні інтенсивності процесу ПОЛ у 1,7–1,8 разів у *P. italica* та понад 2,3 рази у *T. cordata* в обидві фази (Piskova, 2010). Разом з цим важливу роль відіграють поверхневі ліпіди, які забезпечують механічну міцність і пружність кутикули та виступають в якості непроникного бар'єру для проходження багатьох розчинних у воді чи повітрі молекул (Hoffmann-

Benning, 1994). В промислових умовах у *T. cordata* в обидві фази морфогенезу листка виявлено зниження вмісту фосфоліпідів на 10–12% відносно контролю, тоді як у *P. italica* спостерігалось їх незначне збільшення. Протилежна тенденція нагромадження у листках досліджуваних видів спостерігалась для дигліцеридів. Доречно зазначити, що в асиміляційних органах обох видів стеринів взагалі не виявилось, тоді як концентрація ефірів стеринів збільшувалась до 10% порівняно з інтактними рослинами. Кількість вільних жирних кислот у *P. italica* та *T. cordata* як у I, так і у II фази зростала на 11–15% порівняно з контролем. Підвищення вмісту вільних жирних кислот та стеринів можна пояснити як адаптаційний процес деревних рослин до забруднення навколишнього середовища, адже саме за рахунок кількісного вмісту цих фракцій змінюється в'язкість кутикули.

Література

1. Бессонова В.П. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез растений. — Д.: ДГАУ, 2006. — 208 с.
2. Таран Н. Ю., Оканенко О. А., Бацманова Л. М., Мусієнко М. М. Вторинний оксидний стрес як елемент загальної адаптивної відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля // Физиология и биохимия культурных растений. — 2004. — 36, № 1. — С. 3–14.
3. Hoffmann-Benning S., Kende H. Cuticle biosynthesis in rapidly growing internodes of deepwater rice // Plant Physiol. — 1994. — 104, N 2. — P. 719–723.
4. Olga Piskova, Vitalii Gryshko Intensity of free radical processes in the leaves of arboreal plants under act of industrial dust borne extracts // University of Debrecen Journal of Agricultural Sciences. — 2010. — 38. — P. 83–87.

Реакція насіння сортів озимої пшениці на дефіцит вологи в ґрунті при проростанні

Подуст Ю. І.

Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення (СГІ-НЦ НС),
Овідіопольська дорога 3, м. Одеса, 65036

Степова зона України, як відомо, вважається ризикованою стосовно можливості своєчасного отримання сходів озимої пшениці. Це відбувається в першу чергу тому, що майже щорічно при посіві пшениці в кращі календарні строки у багатьох випадках спостерігається дефіцит вологи у ґрунті (Слаута 2010; Савченко 1977).

В лабораторії селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ-НЦ НС були проведені досліді, які показали, що різні генотипи, в тому числі сорти пшениці неоднаково проростають на фоні дефіциту вологи в ґрунті (13–14%) і дають сходи різної повноти. Чисельні польові і лабораторні досліді показали, що сортова специфічність реакції на дефіцит вологи в ґрунті є суто спадковим явищем і майже не залежить від фізичних властивостей і фізіологічного стану насіння (Подуст 2008)

В результаті дослідження характеру успадкування ознаки різної здатності до проростання було проведено схрещування 3-х найбільш контрастних за ознакою інтенсивності проростання насіння сортів. Супутниці — як сорту з найнижчою здатністю до проростання з Ніконією та Пошаною — сортів з найвищою інтенсивністю проростання. У зв'язку з тим що у гібридному насінні генетичний стан ендосперму та зародку відрізняється. Крім того материнський вплив цитоплазми може бути сильнішим в силу того, що яйцеклітина вносить в зиготу набагато більше спадкової інформації (плазмогенів) ніж пилко, було досліджено специфіку взаємодії ядра і цитоплазми батьківських форм шляхом проведення реципрокних схрещувань. В результаті проростання гібридного насіння було виявлено, що ознака здатності до інтенсивного проростання успадковується переважно за домінантним типом. Вона не залежить від того, в якості якого сорту була материнська форма, тобто прояв здатності проростати при дефіциті вологи у першу чергу контролюється генотипом зародку. Абсолютно все насіння, яке було отримано від схрещувань, характеризувалось вищою на 18–20% інтенсивністю проростання в порівнянні

з гіршим за цим показником сортом Супутниця. Гібридне насіння на ранніх етапах появи сходів (5–6 доба) переважало за появою сходів і насіння батьківський форм з високою інтенсивністю проростання (Ніконія, Пошана). Такі переваги над кращим показником батьківських форм можна розцінювати як гетерозис. Висока інтенсивність проростання гібридів вплинула на біометричну характеристику проростків. Як за динамікою появи сходів, так і за довжиною проростків коефіцієнт домінування мав виключно позитивну позначку (0,1–1) і носив часткове або повне домінування гібрида. Проте самий високий коефіцієнт 1,1–5,6, тобто який характеризував гетерозис був у варіантах, де пророщування проводили при дефіциті вологи в ґрунті. Таким чином, реакція сортів озимої пшениці на дефіцит вологи в ґрунті є спадкова і висока інтенсивність проростання насіння є домінантною ознакою, величина прояву якої може залежати від умов проростання. Ця ж ознака успадковується виключно хромосомами і не залежить від впливу материнської цитоплазми.

Література

1. Слаута В. А. Основні науково-практичні заходи стабільного виробництва продукції рослинництва в умовах 2010 року. Тези доповідей науково-практичної конференції проведеної під головуванням віцепрем'єр-міністра України.-К.: Аграрна наука. — 2010. — С. 55–56.
2. Савченко М. П. Полнота всходов у некоторых полевых культур при различном увлажнении почвы / М.П Савченко // Биология, агротехника и семеноводство полевых культур. — Омск, 1977. — С. 10–12.
3. Подуст Ю. І. Вплив сортових особливостей, крупності та фізіологічного стану насіння озимої пшениці на інтенсивність проростання за дефіциту вологи в ґрунті / Ю. І. Подуст // Вісник білоцерківського державного аграрного університету. — Біла церква, — 2008. — Вип. 52. — С. 39–42.

Біохімічні маркери стійкості дерев сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.)

Самойленко О. М.

Український НДІ лісового господарства та агролісомеліорації,
вул. Пушкінська, 86, м. Харків, 61024, Україна
e-mail: oksam_hbc@ukr.net

Добре відома проблема лісового господарства — збереження лісів, поліпшення їх стану для різноманітних потреб людини та її діяльності. До найбільш небезпечних збудників грибних хвороб для соснових деревостоїв відноситься коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), що викликає загнивання коріння і, як наслідок цього, відмирання заражених дерев. (Ладейщикова Є. І., 1991). Захворювання в даний час охопило величезні площі соснових насаджень, особливо в південно-західній частині ареалу сосни звичайної, і приймає характер затяжних епіфітотій (Кузнецов І. В., 2005). З метою діагностики інтенсивності патологічного процесу та виявлення індикатора стану дерев в монокультурі сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.) VI класу віку було взято зразки лубу (флоеми) дерев різних за ступенем ураження. Контролем служили здорові дерева без наявності осередків кореневої губки. Для цього луб дерев було проаналізовано на біохімічні показники: білок, загальні феноли, вільну та зв'язану форми проантоціанідів, розглянено також загальний вміст смолистих речовин.

Вміст білка аналізували за методикою зміни кольору з амідо — чорним (Г. А. Бузун и др., 1982). Калібрувальну криву було побудовано за препаратом БСА (бичачий сироватковий альбумін), довжина хвилі 615 нм., КФК–3.

Вільну та зв'язану форми проантоціанідів визначали після проведення гідролізу матеріалу з HCl. (Г.Г.Полякова и др., 1995). Для калібрувальної кривої використовували препарат проантоціанідів, що було отримано з лубу сосни звичайної, довжина хвилі 550 нм, КФК–3.

Обстеження флоеми рослин на вміст загальної форми фенольних сполук проводили методом з утворенням фероціанід — комплексу (Butler L. G. et al., 1986). Калібрувальну криву було побудовано за кверцетином. КФК–3, 720 нм.

Для кращого розуміння біохімічних показників досліджували також, за ступенем мутності розчинів, загальний вміст смолистих речовин. (Hartel O. 1953) Довжина хвилі 360 нм., КФК–3.

Результати аналізів показали, що вміст білка в лубі як хворих, так і здорових дерев низький, і мало різниться (відповідно 4,2 %, 4,3 %). Це свідчить про те, що білок детермінований в деревах і стабільно підтримується в лубі рослин на певному рівні.

Більший процент смолистих речовин синтезують дерева у відповідь на ураження грибом, послабляючи руйнівну дію патогену. (Пол Д. Крамер, 2003)

Нааявність зв'язаної форми проантоціанидинів пояснюється їх здатністю створювати міцні зв'язки з глікопротеїдами клітинних стінок (Г.Г. Полякова и др., 1995). Ймовірно, що ця особливість здорових дерев може бути одним з чинників їх підвищеної стійкості в умовах масового ураження патогеном.

Вміст вільної форми проантоціанидинів в лубі дерев різного фізіологічного стану незначний: здорові — 0,69 %, хворі — 0,84 %. Порівняно з ними відмінності вмісту зв'язаної форми між контролем та враженими кореневою губкою деревами значно відрізняються. Вміст цих сполук був майже в три рази вищим в лубі здорової групи дерев, ніж у хворих: 0,17 % і 0,065 % відповідно.

Рівень більш вмістової форми загальних фенольних сполук в 1,3 рази (30 %) вищий має тканина хворих дерев: хворі — 2,0 %, здорові — 1,5 %.

Коефіцієнт варіації показника зв'язаної форми ПА хворих дерев складає 35,3 %; у здорових майже в 2 рази нижчий (17,6 % мають здорові дерева). Можливо, в уражених патогеном деревах сосни спостерігається дестабілізація вторинного обміну, який виявляється підвищеною варіабельністю даної ознаки в порівнянні з загальними фенолами, де коефіцієнт варіації мало різниться: хворі 31,5 %, здорові 35,8 %.

Під час дії на дерева кореневої губки, рівень різних груп фенольних сполук змінювався, але для кожної окремої групи спостерігалася своя направленість змін.

При втручанні патогенну активується багато захисних функцій рослини, до яких належать також і загальні фенольні сполуки, смолисті речовини. В порівнянні з цими індикаторами стану дерев, зв'язану форму проантоціанидинів можна вважати важливим та більш вагомим компонентом при активації захисних функцій дерев сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.) під дією патогену, яким в даному випадку виступає коренева губка (*Heterobasidion annosa* (Fr.)Bref.).

Література

1. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений, 2003. — 463 с.
2. Судачкова Р. Е. Метаболизм хвойных и формирование древесины. М.: Наука, 1977. — 236 с.
3. Бузун Г. А., Джемухадзе К. М., Милешко Л. Ф. Определение белка в растениях с помощью амидо-черного // Физиология растений. — 1982. — 29, № 1. — С. 199–205
4. Hartel O. Eine neue methode zur erkennung von rauchenwirkungen an fichten zennralblat fur die gesamte forst- und holzwirtschaft. — 72. — P. 12–31.
5. Полякова Г. Г., Ветрова В. П., Пашенова Н. В., Осипов В. И. Участие проантоцианидинов и лигнина в защитной реакции пихты на инфицирование микромицетами // Физиология растений. — 1995. — 42, № 4. — С. 622–628.
6. Jambunathan R., Butler L. G., Bandyopadhyay R., Mughogho L. K. Polyphenol concentrations in grain, leaf, and callus tissues of mold-susceptible and mold-resistant sorghum cultivars // J. Agric. Food Chream. — 1986. — 34, N 3. — P. 425–429.

Солеустойчивость неполного амфидиплоида НАД (*Triticum aestivum* × *Thinopyrum ponticum*)

Сечняк А. Л., Полинченко А. А., Давиденко В. Ю.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра генетики и молекулярной биологии,
Шампанский пер. 2, г. Одесса, 65058, Украина
e-mail: sechnyak@ukr.net

Засоление почв является важной проблемой сельскохозяйственного производства. Одним из путей ее решения является создание культур и сортов, толерантных к солевому стрессу. Источниками устойчивости пшеницы к негативным факторам среды являются ее дикие сородичи. Виды пырея, которые хорошо скрещиваются с пшеницей и обладают рядом хозяйственно ценных признаков, оказались подходящими донорами, что позволило создать многочисленные пшенично-пырейные гибриды (Цицин, 1978) и формы пшеницы с интрогрессиями генетического материала пырея. Вид *Thinopyrum ponticum* высоко толерантен к солевому стрессу, а его окультуренные формы широко используются для орошаемых пастбищ, в том числе и засоленных (Miyamoto, 2008). Данный вид неоднороден по толерантности к солевому стрессу. Обнаружены как устойчивые, так и чувствительные формы (Bazzigalupi et al., 2008). Поэтому представляется необходимым изучение солеустойчивости 56-хромосомного неполного амфидиплоида НАД (*Triticum aestivum* × *Thinopyrum ponticum*). Толерантность к солевому стрессу оценивали с помощью метода проростков (Удовенко, 1972), используя 0,6 % раствор NaCl.

Амфидиплоид оказался неоднородным по толерантности к солевому стрессу. У отдельных растений всхожесть по сравнению с контролем снижалась на 12,5–45 %. Длина проростков снижалась по сравнению с контролем на 24,3–62,6 %, а масса — на 23,5–63,8 %. Длина и масса проростков были обратно пропорциональны всхожести семян: при лучшей всхожести наблюдалось большее снижение длины и массы проростков. Подобные результаты были получены и при изучении мягкой пшеницы (Сичняк, 2007). Вероятно, это связано с тем, что при большей всхожести проростки разнообразнее по устойчивости к негативному действию соли, в то время как среди семян с растений, показавших меньшую всхожесть, прорастают более устойчивые, и их проростки менее чувствительны к солевому стрессу. Устойчивость лучших

растений была на уровне устойчивых популяций *Th. ponticum* в эксперименте Bazzigalupi с соавт. (2008).

Гетерогенность амфидиплоида по толерантности к солевому стрессу, вероятно, связана с его цитогенетической нестабильностью. 56-хромосомные микроспорциты составляли 77,6±2,8 %, остальное приходилось на гипоанеуплоидные (52–55 хромосом, 20,3±2,7 %) и гиперанеуплоидные (59 хромосом, 2,0±0,9 %) клетки. Довольно часто встречались мультиваленты (вплоть до пентавалентов). Нестабильность мейоза отражает и мейотический индекс (% нормальных тетрад). Он составил 43,0±1,7 %. Среди аномальных продуктов мейоза преобладали тетрады с микроядрами.

Таким образом, перед использованием пшенично-пырейного амфидиплоида для интрогрессивных скрещиваний с пшеницей необходим предварительный отбор по целевому признаку.

Литература

1. Сичняк О. Л. Стійкість м'якої пшениці до сольового стресу // Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Біол. та с.-г. науки. Вип. 35. — Одеса: ОДАУ, 2007. — С. 7–10.
2. Удовенко Г. В. Методы исследования, применяемые во Всесоюзном институте растениеводства при изучении солеустойчивости растений. — В кн.: Вопросы обмена веществ культурных растений. — Алма-Ата: Наука КазССР, 1972. — С131–138.
3. Цицин Н. В. Многолетняя пшеница. — М.: Наука, 1978. — 288 с.
4. Bazzigalupi O., Pistorale S. M., Andrüs A. N. Salinity tolerance during seed germination from naturalized populations of tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*) // Cien. Inv. Agr. — 2008. — 35, N 3. — P. 231–238.
5. Miyamoto S. Salt Tolerance of Landscape Plants Common to the Southwest. — Texas AgriLife Research and Extension Center at El Paso, 2008. — 36 p.

Залежність темпів акумуляції відновленої форми глутатіону у рослин вуличних посадок від рівня загазованості атмосферного повітря

Сишиков Д. В.

Криворізький ботанічний сад НАН України,
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг-50089, Україна
e-mail: 2007dmitry@rambler.ru

У формуванні антиоксидантного статусу рослинного організму поряд з такими відомими антиоксидантами, як аскорбінова кислота та токоферолі активну участь приймає глутатіон, який відноситься до ендогенних антиоксидантів [1, 2]. Поряд з виконанням ряду функцій у рослинному організмі, таких як участь у процесах транспорту та метаболізму сірки, синтезі білків і ДНК, регуляції активності ферментів, глутатіону належить важлива роль у біохімічних процесах захисту клітки від оксидативного стресу, який індукується негативним впливом абіотичних факторів і є однією з перших реакцій організму на дію різноманітних токсичних сполук: гербіциди, озон, важкі метали та ін. [3, 4].

Об'єктами досліджень були деревно-чагарникові рослини тополя пірамідальна, клен ясенелистий, тополя канадська, в'яз низький та гіркокаштан звичайний, які зростають в зонах з різною інтенсивністю руху автомобільного транспорту. Для визначення вмісту глутатіону листки відбирались з 1–2 річних пагонів однакового ярусу та експозиції. Концентрація відновленої форми глутатіону визначалась за модифікованим нами методом E.Beutler [5].

В результаті проведених досліджень можна зробити висновки, що, для більшості з досліджених видів рослин невисокий рівень антропогенного навантаження не спричиняє суттєвого пригнічення функціонування антиоксидантної глутатіонзалежної системи, у той час як висока загазованість атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту призводить до істотного зниження концентрації відповідного антиоксиданту в асиміляційному апараті деревних рослин. Разом з цим, виявлена загальна тенденція розподілу відновленої форми глутатіону в асиміляційному апараті рослин, що виражається у початковому зростанні та подальшому поступовому зниженні його концентрації зі зростанням тривалості моніторингових досліджень. Встановлені певні особливості у динаміці накопичення відновленої форми глутатіону не тільки

на міжродовому рівні, а й у різних видів одного роду. Також в обидві фази розвитку асиміляційного апарату рослин нами відмічено декілька стратегій деактивації активних форм кисню та їх метаболітів, що утворюються в клітинах під впливом негативних чинників навколишнього середовища. Однією з них є інтенсивне використання відновленої форми глутатіону в кон'югаційних реакціях знешкодження інтермедіатів стресового впливу. Другою — стабілізація вмісту антиоксиданту на рівні контролю ймовірно за рахунок активації функціонування ферментів його відновлення (глутатіон- та аскорбатзалежні редуктази).

Література

1. Кулинский В. И., Колесниченко Л. С. Биологическая роль глутатиона // Успехи современной биологии. — 1990. — 110, Вып. 1 (4). — С. 20–33.
2. Strohm M., Jouanin L., Kunert K. J., Pruvost C., Polle A., Foyer C. H., Rennenberg H. Regulation of glutathione synthesis in leaves of transgenic poplar (*Populus tremula* x *P. alba*) overexpressing glutathione-synthetase // The Plant J. — 1995. — 7, N 1. — P. 414–445.
3. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. — М.: Наука, 1972. — 252 с.
4. Hippeli S., Elstner E. F. Mechanisms of oxygen activation during plant stress: biochemical effects of air pollutants // Plant Physiol. — 1996. — 148. — P. 249–257.
5. Beutler E., Duran O., Kelly B. U. The definition of glutathione in blood // J. Lab. Chim. Med. — 1963. — 61, N 5. — P. 882–886.

Вплив потреби в яровизації і фоточутливості на морозостійкість озимої пшениці

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

Селекційно-генетичний інститут — Національний центр
насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, Овідіопольська
дорога, 3, м. Одеса, Україна,
e-mail: stegen@ukr.net

Методом ОСП з максимальним уникненням дії добору створено 3 достатньо репрезентативні набори рекомбінантно-інбредних ліній (РІЛ) $F_{2,9}$ (175–190 ліній у кожному) на основі схрещування батьківських компонентів, що розрізняються генетичними системами контролю темпів розвитку та інших морфологічних і господарських ознак (Стельмах та ін., 2009). Дані набори придатні для використання як в селекції, так і для фізіологічних (оцінка кореляційних зв'язків кількісних та якісних ознак) і генетичних досліджень (ідентифікація QTL, маркування, картування).

У наборі 190 ліній з комбінації Оренбурзька 48/Carpelle Desprez *Ppd-B1a* виявлено різноманіття за яровизаційною потребою, фоточутливістю, висотою рослин, опушеністю колоскової луски та кількістю колосків головного колоса. Розщеплення ліній в наборі за даними показниками відповідало моногенним відмінностям батьків, причому було виявлено і суттєве різноманіття за датою колосіння (від 14 до 27 травня, у батьків 23 і 19 травня, відповідно). Рівень зимостійкості ліній коливався від 56 до 100 % (батьки — 81,9 і 70,9 % при $НІР_{0,05}=6,4$ %). Такий розмах за коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена був достовірно позитивно пов'язаний як з потребою ліній в яровизації, так і з їх фоточутливістю (0,79 і 0,73, відповідно).

Для польового випробування ділянками 3м^2 у трьох повтореннях було відібрано набір 64 ліній, половини якого представляли альтернативні класи кожного із 6 вказаних показників у всіх можливих комбінаціях. На початку січня була здійснена оцінка рівнів морозостійкості ліній штучним проморожуванням зразків при -16°C . Батьківські компоненти виявили 92,5 і 29,8 % живих рослин (контрольні сорти Антонівка — 97,8 %, Куяльник — 100 %) а 64 лінії РІЛ — від 11,4 до 99,0 % при $НІР_{0,05}=0,51$ %. Порівняння рівнів морозостійкості альтернативних класів ліній за вказаними вище відмінностями показало перевагу ліній з більш тривалою яровизаційною потребою (84,54 %) над короткояровизаційними

лініями (62,57 %), достовірна різниця $21,97\pm 1,10$ %. Подібних відмінностей морозостійкості між групами сильно і слабо чутливих до фотоперіоду ліній не спостерігалось ($d=1,01\pm 1,15$ %), оскільки вони реалізуються лише навесні при подовженні дня.

Зазначимо також, що високоросла група ліній в середньому на $10,78\pm 1,13$ % перевищувала за морозостійкістю групу низькорослих, відповідна перевага на $5,54\pm 1,14$ % виявлялась і у групі ліній з не опушеною лускою над опушеними. Різниці ліній за морозостійкістю між групами з відмінностями щодо загальної скоростиглості (дати колосіння) та кількості колосків були недостовірними ($0,96\pm 1,15$ і $1,58\pm 1,14$ %, відповідно).

Аналогічні результати оцінки морозостійкості даних ліній наступного сезону 2010–11 років повністю підтверджують зв'язок вказаних ознак з цими адаптивними реакціями. Слід додати також, що цього сезону було здійснено додатково ще одно проморожування всіх зразків 10–14 березня при -13°C . І хоча в цілому відмінності за морозостійкістю між альтернативними групами ліній частково зменшилися, перевага тривалояровизаційних та високорослих груп залишилась достовірною. Щодо впливу відмінностей за рівнем фоточутливості, то цього сезону при обох строках проморожування достовірну перевагу виявляли лінії з більш слабкою реакцією, можливо через відносно сприятливі осінньозимові погодні умови цього сезону на Одещині. Проте це відповідає нашій рекомендації селекціонерам щодо переваг за урожаєм і морозостійкістю гомозигот з генами *urđ 1* та *Ppd B1a*.

Література

Стельмах А. Ф., Файт В. І., Погребнюк О. О. Створення наборів рекомбінантно-інбредних ліній у озимій м'якої пшениці // Збірник наукових праць СГІ — НЦНС. — Одеса. — 2009. — Вип. 14 (54). — С. 9–18.

Фітогормональний статус кореневої системи сортів озимої пшениці за дії екзогенного ауксину в умовах ґрунтової посухи

Ткачов В. І., Ярошенко О. А., Антонюк В. П.

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

Глобальні кліматичні зміни, тривалі посухи у світі та в Україні підвищують ризики землеробства, і особливої актуальності набуває проблема стабілізації продукційного процесу та зменшення втрат урожаю. Важливим завданням фізіології залишається підвищення здатності рослин озимої пшениці найповніше реалізувати закладений генетичний потенціал за несприятливих і недостатніх умов водозабезпечення. Одним з перспективних шляхів підвищення посухостійкості є використання біологічно-активних речовин природного і синтетичного походження, за допомогою яких регулюється перебіг метаболічних процесів і посилюється адаптивний потенціал рослин до несприятливих умов довкілля. В якості такої речовини нами запропоновано бінарний препарат у складі індолілоцтової кислоти (ІОК) або синтетичного аналога 2,4Д та поліетиленгліколю з молекулярними масами 400 і 1500Д. В лабораторних і вегетаційних дослідках встановлено більш значне зростання відношення мас кореня до надземної частини для посухостійких сортів озимої пшениці в порівнянні з менш стійкими сортами, що свідчить про наявність адаптивної реакції рослин до дефіциту води. Обробка рослин ауксином викликала зростання маси органів і відносно збільшення маси кореневої системи для всіх дослідних сортів за дії посухи. Вимірювання загальної і активної площі коренів за удосконаленою нами методикою Вікторова показало збільшення відношення активної до загальної площі поверхні коренів та відношення активної площі кореня до надземної маси для посухостійких сортів озимої пшениці, що свідчить про посилений розвиток активної кореневої поверхні і перерозподіл асимілятів у бік кореневої системи за ґрунтової посухи. Також встановлено, що обробка рослин бінарним препаратом в критичні фази розвитку зумовлює розвиток кореневої системи, збільшує як загальну, так і, особливо, активну поверхню коренів, що посилює адаптивний потенціал рослин до дефіциту води. Для пояснення реакції кореневої системи на посуху нами проведено

визначення фітогормонального статусу в коренях сортів озимої пшениці. Фітогормони ІОК, АБК, зеатин і зеатинрибозид визначали за методом, розробленим нами раніше на основі тонкошарової спектроденситометрії одночасно в одній пробі. Встановлено, що посуха викликає зниження вмісту стимулюючих фітогормонів ІОК і цитокинінів, зафіксовано зростання вмісту стимулюючого гормону ІОК в коренях рослин після обробки надземної частини екзогенним ауксином. Для оцінки балансу фітогормонів використали декілька загальноновживаних коефіцієнтів і показано, що більш чутливим до дії посухи є відношення вмісту ІОК до цитокинінів, яке зменшується за водного дефіциту в порівнянні з контролем, а для оброблених рослин — зростає, особливо у посухостійких сортів.

Встановлена також кореляція ($R^2 = 0,657$) між відношенням ІОК до зеатин і зеатинрибозид та активною площею кореневої системи. Це дозволяє зробити висновок про те, що обробка листової поверхні ауксином призводить до збільшення його вмісту в кореневій системі, зсуву балансу фітогормонів ІОК і цитокинінів в бік ауксину, і, таким чином, зменшення апікального домінування цитокинінів в корені. Внаслідок цього відбувається ріст і розвиток бокових коренів і збільшення активної площі кореневої системи за посухи. Враховуючи кореляцію між площею кореня і врожайністю озимої пшениці, яку ми встановили раніше, можна стверджувати, що обробка рослин в фазу колосіння-цвітіння перед початком посухи викликає підвищення посухостійкості, зменшує втрати врожаю шляхом зростання активної площі кореневої системи.

Регуляція толерантності мохів до водного дефіциту

Хоркавців Я. Д., Лобачевська О. В.

Інститут екології Карпат НАНУ, відділ екоморфогенезу рослин
вул. Стефаніка, 11, Львів-79000, Україна
e-mail: morphogenesis@mail.lviv.ua

Істотні відмінності встановлено між видами бріофіт, які не лише заселяють висушливі кам'янисті субстрати, а й розростаються в умовах інтенсивної нестачі води, та видами, які надають перевагу вологим, затіненим місцевиростанням. Більшість толерантних мохів залишаються живими й тоді, коли відносний вміст води (в.в.в.) знижується до 10 %, який є летальним для чутливих видів. Втрачаючи вологу, мохи стають майже сухими, однак швидко відновлюють фізіологічний стан унаслідок регідrataції. Гормональна система, зокрема АБК, є активним протекторним чинником та індукуює загартовування мохів до посухи (Proctor, 2000).

Досліджено стійкість піонерних видів мохів до водного дефіциту, які першими поселяються на відвалах порід після сірчаного виробництва. Визначено в.в.в., водоутримуючу здатність та показники водного дефіциту для 10 домінантних видів мохів на відвалі сірчаного родовища. Встановлено, що в.в.в. у мохових дернинах змінювався від 7,3 % до 72,8 % залежно від виду моху, форми росту та експозиції його місцевиростання. Більше води акумулюється на північному схилі: в.в.в. у дернинах був у 1,6–2,4 рази вищий, а у ґрунті під моховим покривом у 1,7–4,3 рази порівняно з ґрунтом без рослин. У дернинах *Bryum caespitium* на північному схилі в.в.в. був удвічі вищий, ніж на південному, а у ґрунті у 3,2 рази і 1,7 рази відповідно. Різко підвищувався в.в.в. ґрунту на вершині: у 4,3 рази — північний схил і 3,3 рази — південний. Експериментально встановлено, що видовжені пагони *B. caespitium* під час експозиції на повітрі інтенсивніше віддавали воду та проявляли меншу водоутримуючу здатність в основі відвалу (36,4 %), порівняно з вершиною. На вершині пагони змінювалися з видовжених на брунькоподібні, які утримували 56,1 % води, характеризувалися вищим показником водного дефіциту 27,0 % (в основі 13,2 %) та утричі нижчим в.в.в. 23,2 %. Це свідчить про незбалансованість водного режиму в умовах низької вологості унаслідок порушень між надходженням

і витратами води рослинами моху. Визначено особливості пристосування мохів *Ceratodon purpureus* і *Pohlia nutans* із території відвалу та відносно чистих місць заповідника “Розточчя” до водного дефіциту. У лабораторній культурі, імітуючи висушування нейтральним осмотиком ПЕГ 6000, проаналізували проростання спор *C. purpureus* і *P. nutans* із забруднених сіркою субстратів відвалу і заповідника “Розточчя”. На бакто-агарі з 1 % і 5 % концентрацією ПЕГ проростали спори обох видів, однак з підвищенням вмісту ПЕГ кількість пророслих спор зменшувалася вдвічі, а на субстраті з 10 % ПЕГ живими були спори лише *P. nutans*. Для спор мохів контролю (із заповідника) летальною була вже 5 % концентрація ПЕГ. Після обробки 1,0 мкМ АБК відсоток пророслих спор *C. purpureus* і *P. nutans* підвищився від 40 % до 70 %, приріст стонів обох видів збільшився в 1,3–1,5 рази. У контролі майже 10 % спор рослин проросло на середовищі з 5 % ПЕГ. Унаслідок впливу ПЕГ підвищувався осмотичний тиск клітин листків гаметофітів із 28 до 42 атм, знижувався вміст білка з 2,6 до 1,9 відн. од., а інтенсивність червоної люмінесценції РНК-АО зменшувалася у 1,6 рази. Після впливу АБК осмотичний клітинний тиск знижувався, активність РНК і відповідно кількість білка підвищувалася. Отже, інтенсивність осмопротекторних реакцій була вищою у видів з техногенних субстратів відвалу, ніж контролю. Тобто, від рівня водного дефіциту залежать життєво важливі процеси та захисні реакції мохів, які опосередковано координує АБК завдяки зміні морфологічної та функціональної активності. Встановлено, що стійкішими до посухи були види із порушених техногенних територій: в умовах низької вологості ґрунту, відкритих місцевиростань та високої інтенсивності освітлення. Постійні природні зміни у локалітетах мохів зумовлюють преадаптацію, підвищують їх толерантність і виживання у стресових умовах.

Література

Proctor M. C. F. Physiological ecology. In: Shaw AJ, Goffinet B, eds. Bryophyte biology. Cambridge: Cambridge University Press. — 2000. — P. 225–247.

Влияние салициловой и янтарной кислот и их структурных аналогов на активность внеклеточной пероксидазы и генерацию супероксидного анион-радикала в coleoptiles пшеницы

Ястреб Т. О., Колупаев Ю. Е., Швиденко Н. В.

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева,
п/о Коммунист-1, г. Харьков, 62483, Украина
e-mail: plant_biology@mail.ru

Салициловая и янтарная кислоты в настоящее время находят применение в практике растениеводства. Физиологическую активность салициловой (2-оксибензойной) кислоты связывают со способностью индуцировать устойчивость растений к патогенам, что обусловлено усилением под ее влиянием образования активных форм кислорода (АФК) и синтеза PR-белков (Martinez et al., 2000). Янтарная кислота рассматривается как миметик подобных эффектов салициловой кислоты в связи со сходным расположением функциональных (гидроксильных) групп по отношению к гидрофобному блоку молекулы (Тарчевский и др., 1999). Показано, что под действием янтарной кислоты, как и салициловой, происходит повышение устойчивости растений к абиотическим стрессорам, в частности к гипертермии (Kolupaev et al., 2011). Данные эффекты также могут быть обусловлены способностью янтарной кислоты усиливать образование АФК, выполняющих роль сигнала, активирующего защитные реакции растений.

Известно, что биологическую активность, имеющую сходство с действием салицилата, проявляют и некоторые другие ароматические кислоты, в частности, бензойная и 4-оксибензойная (Janda et al., 2000; Horvath et al., 2007). Ароматические кислоты, а также янтарная кислота, способны модифицировать активность основных ферментов, контролирующих баланс АФК, в частности, разных форм пероксидазы. В то же время остается открытым вопрос о специфичности действия названных кислот. Так, имеются сведения, что многие кислоты цикла Кребса обладают способностью повышать активность внеклеточной пероксидазы корней пшеницы и усиливать генерацию супероксидного анион-радикала (Minibaeva et al., 2001). Однако данные эффекты были получены при использовании органических кислот в концен-

трациях, превышающих физиологические в десятки раз. В связи с изложенным, нами было проведено сравнительное исследование действия трех ароматических (салициловой, бензойной и 4-оксибензойной) и двух дикарбоновых алифатических (янтарной и яблочной) кислот в концентрации 10 мкМ на активность внеклеточной пероксидазы и генерацию супероксидного радикала ($O_2^{\cdot-}$) в отрезках coleoptiles пшеницы. В работе использовали coleoptiles, отделенные от 4-суточных этиолированных проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Элегия.

Через 2 ч после начала обработки coleoptiles салициловой, 4-оксибензойной и янтарной кислотами отмечалось существенное (на 45–60 %) повышение активности внеклеточной пероксидазы. Однако уже через 3 ч после начала обработки кислотами этот эффект уменьшался. Аналогичным образом под действием салициловой, 4-оксибензойной и янтарной кислот изменялась и генерация $O_2^{\cdot-}$ coleoptiles пшеницы. Образование этой АФК увеличивалось под действием салициловой кислоты на 40 %, 4-оксибензойной и янтарной — приблизительно на 30 %. Максимальный эффект наблюдался через 2 ч после начала обработки coleoptiles указанными кислотами. Бензойная и яблочная кислоты не оказывали достоверного влияния на активность пероксидазы и образование $O_2^{\cdot-}$ в coleoptiles.

Таким образом, есть основания полагать, что одним из элементов проявления физиологической активности экзогенных органических кислот является их способность усиливать генерацию АФК клеточной поверхностью, связанная с влиянием на активность апопластных пероксидаз. Эти эффекты достаточно специфичны для салициловой кислоты, однако могут проявляться и при действии на растительные клетки 4-оксибензойной и янтарной кислот.

РІСТ І РОЗВИТОК У ВЗАЄМОДІЇ РОСЛИНА-МІКРООРГАНІЗМ

Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата пшеницы яровой инокулированной diaзотрофами рода *Azospirillum*

Адамчук-Чалая Н. И.

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, ул. акад. Заболотного, 154, Киев, Украина
e-mail: m_nv@mail.ru

Фотосинтетический аппарат растений является первичным продуцентом органических веществ, поступающих в почву [2].

В ризосфере зерновых культур азоспириллы формируют высокоэффективные микроассоциации, производящие стимулирующий эффект на рост и развитие растений (Волкогон, 2000; Копылов, 2007; Козар, 2008), пшеницы яровой в частности.

Однако, на сегодняшний день недостаточно изученными остаются аспекты ответа растительного организма на действие азоспирилл, взаимозависимость ростовых и ассимиляционных процессов растений от азотфиксирующей активности ризосферных штаммов азоспирилл.

Изучение формирования эндофитной ассоциации *Azospirillum brasilense* с растениями пшеницы яровой (*Triticum aestivum* L.) сорта Ранняя 93 проводили в лабораторных исследованиях в асептических условиях согласно методике, описанной в работе (Копылов та інш., 2010). Фиксацию образцов для электронномикроскопических исследований проводили по стандартной методике. Морфометрию проводили по 50-ти медианным срезам клеток мезофилла для каждого из вариантов (Васильев, Муравник, 1997), а статистическую обработку данных с помощью программы «STAT». Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом (Гродзинский, Гродзинский, 1973). Каждый образец анализировали в пятикратной повторности.

В ходе наших исследований были выявлены структурно-функциональные изменения выращенной в асептических условиях пшеницы яровой на инокуляцию активными штаммами diaзотрофов рода *Azospirillum*, способными образовывать эффективные ассоциации с растениями и положительно влиять на их фотосинтетическую активность. Инокуляция приводила к увеличению абсолютного объема клеток мезофилла 3-х листьев пшеницы яровой и парциального объема хлоропластов в них. Наибольший индекс гранальности хлоропластов и парциальный объем тилакоидов стромы был присущ хлоропластам растений, инокулированных штаммом 77, что коррелировало с максимальными показателями содержания хлорофиллов. Инокуляция пшеницы яровой штаммом 77 и штаммом sr7 приводила к увеличению содержания каротиноидов.

В хлоропластах мезофилла растений, инокулированных штаммом 102, отмечено формирование периферического пластидного ретикулума, возрастание парциального объема крахмальных зерен и уплотнение рибосом в строме хлоропластов.

Работа проводилась в направлении оценки влияния бактериального микроассоцианта в системе взаимодействия «дiazотрофы-растение» в рамках государственной программы «Сельскохозяйственная микробиология».

Литература

1. Волкогон В. В. Ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы // Микробиологічний журнал. — 2000. — 62, № 2. — С. 51–68.
2. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. — К.: Наук. думка. — 1973. — 567 с.
3. Козар С. Ф. Мікробні комплекси за участю азоспірил як регуляторів росту рослин // Агрокол. журн. — 2008. — Спец. вип. — С. 109–111.
4. Копылов Е. П. Селекция эффективных штаммов diaзотрофов для инокуляции яровой пшеницы // Микробиологія і біотехнологія. — 2007. — № 1. — С. 67–73.
5. Копылов Е. П., Надкєрничний С. П., Адамчук-Чала Н. І. Грунтовий сапрофітний гриб *Chaetomium cochliodes* Palliser як біотичний чинник формування ефективних асоціацій азоспірил з рослинами пшениці ярої // Вісник Хаківського Національного університету, серія Біологія. — 2010. — вип. 1 (19). — С. 91–100.

Ризосферная микофлора изогенных по генам *Vrn* линий пшеницы

Винникова О. И., Коновалов Д. А.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений, пл. Свободы, 4, г. Харьков-
61022, Украина
e-mail: Olga.I.Vinnikova@univer.kharkov.ua

Одной из наиболее распространенных и важных сельскохозяйственных культур в Украине является мягкая пшеница *Triticum aestivum* L. Как известно, данная культура имеет исключительно широкий ареал, свидетельствующий о высокой адаптивности пшеницы к изменениям окружающей среды, что в свою очередь связано с особенностями ее генотипа. В условиях Украины весьма актуальными являются озимые сорта мягкой пшеницы. На данный момент известно, что система генов *Vrn* ответственна за тип развития растения — яровой или озимый (Файт, Балашова, 2007). Однако немаловажную роль в развитии растений, в том числе и сельскохозяйственных, играют почвенные микроорганизмы. В последние десятилетия хозяйственная деятельность человека давно превысила пределы устойчивости почвы агроценозов. В связи с этим в мире предложены программы биологизации земледелия, при этом предполагается максимально использовать природные компоненты агроэкосистем, прежде всего — микроорганизмы (Иутинська, 2006). Таким образом, изучение почвенных микроорганизмов и их роли в развитии сельскохозяйственных культур, является актуальным.

Исследования проводили на экспериментальном участке кафедры физиологии и биохимии растений Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Отбор проб корней растений пшеницы, изогенных по генам *Vrn*, и анализ микофлоры свежееотобранных образцов корешков осуществляли методами, общепринятыми в микологической практике.

Анализ численности propagул микромицетов, высеиваемых на питательных средах Чапека и сусло-агаре показал, что наибольшим числом микроскопических грибов характеризовалась ризосфера пшеницы линии *Vrn-D1a*. В ризосфере линий *Vrn-A1a* и *Vrn-B1a* обнаруживали примерно одинаковое число грибных propagул. В отношении богатства видового состава ризосферной микофлоры данных линий пшеницы была отмечена противопо-

ложная тенденция. Так, максимальным числом видов характеризовалась микофлора линии *Vrn-B1a* (14 видов), несколько меньше — 11 видов микромицетов — было выделено из ризосферы пшеницы линии *Vrn-A1a*, а в ризосфере растений линии *Vrn-D1a* присутствовало всего 9 видов почвенных микроскопических грибов. По-видимому, комплекс видов, развивающихся в ризосфере растений пшеницы изогенной линии *Vrn-D1a*, оказался наиболее конкурентноспособным и устойчивым, т.е. имеет место максимум численности при минимуме видового разнообразия. Также следует отметить, что потенциальные фитопатогены — грибы родов *Fusarium* Link и *Aspergillus* Link, выделялись преимущественно из ризосферы пшеницы линии *Vrn-A1a*.

Таким образом, данные об особенностях формирования ризосферной микофлоры разных изогенных линий *Triticum aestivum* можно использовать при планировании засева сельскохозяйственных земель, что даст возможность избежать повышения численности и разнообразия потенциальных фитопатогенов, снижающих урожайность пшеницы и качество зерна.

Література

1. Иутинська Г. О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агро-екосистем // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. — Чернівці, 2006. — Вип. 3. — С. 7–18.
2. Файт В. И., Балашова И. А. Разработка технологии идентификации и отбора генотипов по генам типа и скорости развития пшеницы // Селекция и семеноводство полевых культур: Юбил. сб. науч. трудов. — Ч. 2. — Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. — С. 54–59.

Абсцизова кислота, як ауторегуляторний елемент бобово-ризобіального симбіозу

Волкогон М. В., Гришук О. О., Коць С. Я.

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

Гормональна регуляція процесів росту і розвитку рослин є визначальною складовою фізіолого-біохімічних процесів рослинного організму [8]. Особливого значення гормони рослин набувають у взаємовідносинах вищих рослин і мікроорганізмів, зокрема, становленні і функціонуванні бобово-ризобіального симбіозу. Нашими попередніми роботами було встановлено зміну балансу гормонів ауксинової і цитокінінової природи у різних органах рослин сої за інокуляції насіння штамми і Tn5-мутантами *B. japonicum* [1, 2]. Відомо, що окрім гормонів-стимуляторів у регуляції симбіотичних відносин також приймають участь і фітогормони-інгібітори, серед яких необхідно відзначити абсцизову кислоту (АБК) та етилен. Щодо їх ролі в формуванні і функціонуванні симбіотичного апарату бобових рослин відомо, що вони інгібують розвиток бульбочок у концентраціях, які не впливають на розвиток латеральних коренів [5, 6, 10]. Етилену, зокрема, відводиться роль регуляторного фактора росту, розвитку і старіння бульбочок [6, 9]. Значення ж абсцизової кислоти ще вивчено недостатньо. Є дані щодо інгібуючого впливу АБК на розвиток бульбочок, що асоціюється зі зменшенням вмісту фенольних сполук у коренях бобових рослин [4]. Передбачається, що АБК може взаємодіяти з цитокінінами при поділі кортикальних клітин, інгібуючи цей процес [7].

Нами була проведена робота із вивчення зміни балансу абсцизової кислоти в листках, коренях та бульбочках рослин сої (*Glycine max* L. (Merr.)) сорту Мар'яна, інокульованих різними за ефективністю штамми *B. japonicum* 646 (вихідний штам, високоактивний), 604к (неактивний) і Т66 (високоактивний) та Tn5-мутантами штаму 646: 9–1 (високоактивний), 21–2 (високоактивний), 113 (малоактивний) із музейної колекції азотфіксуювальних мікроорганізмів відділу симбіотичної азотфіксації ІФРГ НАН України [3].

Дослідження проводили в умовах вегетаційного досліду. Активність азотфіксації визначали ацетиленовим методом.

Аналіз рослин на вміст абсцизової кислоти проводили методом кількісної спектроденситометричної тонкошарової хроматографії.

При визначенні вмісту АБК у листках і коренях досліджуваних рослин сої не встановлено чітких зв'язків між рівнем цього гормону і фізіологічними процесами на початкових етапах онтогенезу рослин. Нами було відмічено підвищення вмісту АБК на пізніх етапах формування бобово-ризобіального симбіозу та початку активної азотфіксації у рослин інокульованих активними штамми і Tn5-мутантами *B. japonicum*, що, вочевидь, пов'язане із збільшенням вегетативної маси рослин і формуванням продигового апарату, важлива роль у функціонуванні якого як відомо належить саме абсцизовій кислоті [8]. Підвищення вмісту АБК у коренях інокульованих рослин тісно корелювало ($r = 0,8$) із ендогенним вмістом зеатину, що підтверджує тісну взаємодію цих гормонів при регуляції бобово-ризобіальних симбіотичних відносин за рахунок контролю поділу клітин кореня.

Окрім вищезазначеного одночасно із підвищенням рівня абсцизової кислоти у коренях ми спостерігали зменшення їх маси та маси бульбочок на більш пізніх етапах онтогенезу рослин сої, що вочевидь пов'язано із ауторегуляторною функцією АБК при формуванні і функціонуванні симбіотичних систем [10].

Більш чітко регуляторна роль АБК проявилась при визначенні її рівня у бульбочках досліджуваних рослин. Так, у фазу появи перших трійчастих листків кореневі бульбочки рослин, інокульованих активними штамми і Tn5 мутантами *B. japonicum*, характеризувались найбільшим вмістом абсцизової кислоти (до 8 нг/г сирової речовини), що корелювало із підвищеним вмістом цитокінінів і ауксинів у бульбочках цих рослин [2]. Тим не менше, відмічені закономірності та різниця між досліджуваними рослинами нівелювались вже на подальших етапах онтогенезу рослин сої.

Відмічені особливості дозволяють стверджувати, що абсцизова кислота тісно взаємодіє з ауксинами та цитокінінами виконуючі регуляторні функції при формуванні і функціонуванні симбіотичних взаємовідносин, за рахунок стимулювання або інгібування процесів біосинтезу гормонів-стимуляторів. В свою чергу контроль над цією взаємодією може слугувати одним із ефективних заходів інтенсифікації симбіотичних взаємовідносин.

Література

1. Волкогон М. В., Маменко П. М., Кірначовська О. О., Коць С. Я. Фітогормональна активність рослин сої при функціонуванні симбіозу // Матеріали IV наукової конференції молодих вчених (29–30 вересня

- 2009 року, Чернігів), Чернігів: Видавництво Чернігівського ЦНТІ. — 2009. — С. 29–31.
2. Волкогон М. В., Маменко П. М., Коць С. Я. Баланс ИОК та зеатину в рослинах сої за інокуляції насіння різними штамми й мутантами *Bradyrhizobium japonicum* // Физиология и биохимия культ. растений. — 2009. — 41, № 5. — С. 408–416.
 3. Маліченко С. М., Даценко В. К., Васильюк В. М., Коць С. Я. Транспозоновий мутагенез штамів *Bradyrhizobium japonicum* // Физиология и биохимия культ. растений. — 2007. — 39, № 5. — С. 409–418.
 4. Cho M. J., Harper J. E. Effect of abscisic acid application on root isoflavonoid concentration and nodulation of wild type and nodulation-mutant soybean plants // Plant Soil. — 1993. — 153, N 1. — P. 145–149.
 5. Ding Y., Kalo P., Yendrek C., Sun J., Liang Y., Marsh J., Harris J. M., Oldroyd G. E.D. Abscisic acid coordinates Nod factor and cytokinin signaling during the regulation of nodulation // The Plant Cell. — 2008. — 20. — P. 2681–2695.
 6. Ferguson B. J., Mathesius U. Signaling interactions during nodule development // J. Plant Growth Reg. — 2003. — 22, N 1. — P. 47–72.
 7. Mathesius U., Charon C., Rolfe B. G. et al. Temporal and spatial order of events during the induction of cortical cell divisions in white clover by *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* inoculation or localized cytokinin addition // Mol. Plant-Microbe Interact. — 2000. — 13, N 6. — P. 617–628.
 8. Plant hormones. Biosynthesis, Signal transduction, Action! Eds Davies P.J. Dordrecht/Boston/London Kluwer Academic publishers, 2004. — 750 p.
 9. Sun J., Cardoza V., Mitchell D. M., Bright L., Oldroyd G., Harris J. M. Crosstalk between Jasmonic acid, ethylene and Nod factor signaling allows integration of diverse inputs for regulation of nodulation // The Plant Journal. — 2006. — 46. — P. 961–970.
 10. Suzuki A., Akune M., Kogiso M. et al. Control of nodule number by the phytohormone abscisic acid in the roots of two leguminous species // Plant Cell Physiol. — 2004. — 45, N 7. — P. 914–922.

Роль грибов рода *Trichoderma* в регуляции роста растений

Долинская Е. В., Голованова Т. И.

Сибирский федеральный университет,
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии,
проспект Свободный, 79, г. Красноярск, 660041, Россия
e-mail: ev_dolinskaya@mail.ru

Микроорганизмы — антагонисты фитопатогенов создают равновесную систему, обеспечивающую сохранение и воспроизводство как растений, так и сложившихся микробоценозов. Конкурируя с фитопатогенами за территорию и источники питания, микроорганизмы-антагонисты косвенно помогают защите растений (Kubicek et al., 2001; Lambers et al., 2009; Голованова и др., 2010). Антагонисты способны синтезировать различные биологически-активные вещества, которые стимулируют рост растений на различных стадиях развития, а также уменьшают стрессовое воздействие на растение неблагоприятных условий среды (Голованова и др., 2009).

Исследования посвящены изучению действия грибов рода *Trichoderma* на процессы роста растений семейства Мятликовых, выращенных в различных условиях. С этой целью определяли влияние гриба-антагониста на всхожесть и энергию прорастания, на физиолого-морфологические параметры растений, на содержание белков, углеводов, на содержание пигментов, изучали его влияние на листовую поверхность растений.

Установлено, что стимулирующий эффект гриба рода *Trichoderma* обнаруживается уже на самых ранних стадиях развития растений, начиная с прорастания семян. Опудривание семян спорами *Trichoderma* увеличивает энергию прорастания семян, грунтовую всхожесть независимо от сорта растения. Под действием исследуемого гриба увеличивается длина надземной и корневой систем, сырая и сухая биомасса, количество листьев, содержание углеводов и белков, существенное влияние споры гриба *Trichoderma* оказывают на содержание пигментов. Результаты исследований показали перспективность использования гриба-антагониста в борьбе с полеганием злаков. Учет динамики отпада всходов показывает, что в вариантах, где семена не обработаны триходермой заболевание растений значительно выше.

Следовательно, споры гриба рода триходерма оказывают положительное влияние на энергию прорастания и всхожесть растений, снижают их заболеваемость и повышают урожайность, причем наибольший эффект наблюдается на начальных этапах онтогенеза, когда растения больше всего нуждаются в защите от нападения возбудителей инфекционных заболеваний и дополнительных, стимулирующих рост, веществах.

На основании проведенных исследований можно говорить о перспективности использования грибов рода *Trichoderma* в качестве агента для стимуляции роста растений и их защиты от действия неблагоприятных факторов внешней среды как биотических, так и абиотических.

Література

1. Голованова Т. И., Долинская Е. В., Сичкарук Е. А. Роль грибов рода *Trichoderma* в повышении урожайности пшеницы и ячменя / Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — Красноярск. — 2009. — 6. — С. 53–58.
2. Голованова Т. И., Литовка Ю. А., Долинская Е. В., Сичкарук Е. А., Валиулина А. Ф. Взаимоотношения пшеницы с микроорганизмами прикорневой зоны растений / Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — Красноярск. — 2010. — 9. — С. 90–97.
3. Kubicek C. P., Mach R. L., Peterbauer C. K., Lorito M. *Trichoderma*: from genes to biocontrol / Journal of Plant Pathology. — 2001. — 83. — P. 11–23.
4. Lambers H., Mougél Ch., Jaillard B., Hinsinger Ph. Plant-microbe-soil interactions in the rhizosphere: an evolutionary perspective / Plant Soil. — 2009. — 321. — P. 83–115.

Синтез цитокинінів *Bradyrhizobium japonicum in vitro* як критерій оцінки біологічної активності штамів

Драговоз І. В.,¹ Леонова Н. О.,² Іутинська Г. О.²

¹Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вул. Васильківська 33/17, Київ, Д 03022 МСП, Україна
e-mail: igordragovoz@ukr.net

²Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
НАН України, вул. Заболотного, 154, Київ, Д 03680 МСП, Україна
e-mail: natikleo@online.ua

Відомо, що біологічна активність штамів мікроорганізмів-азотфіксаторів є характеристикою, що безпосередньо пов'язана з продуктивністю бобових культур (Умаров М.М. і др., 2007). Тому оцінка активності азотфіксувальних бактерій є досить важливою щодо перспективи подальшого застосування більш ефективних штамів в рослинництві з метою підвищення продуктивності та якості зернобобових культур. Для характеристики біологічної активності штамів бульбочкових бактерій застосовують такі показники як вірулентність, нодуляційна здатність, симбіотична ефективність. Проте наведені показники не завжди об'єктивно розкривають поняття активності певних штамів мікроорганізмів (Спайнк Г. і др., 2002). Найбільш показовою і вживаною характеристикою біологічної активності штамів ризобій є їх нітрогеназна активність в симбіозі (Умаров М. М., 1976). Метод оцінки активності нітрогеназного комплексу також має недоліки: вимірюється не прямий показник активності нітрогенази і кількості засвоєного амонію; дуже висока розбіжність аналітичних повторностей дослідів; якість вимірювання активності істотно залежить від процесу підготовки зразків.

Метою роботи було з'ясування можливості використання питомого продукування цитокинінів симбіотичними мікроорганізмами *Bradyrhizobium japonicum* як біохімічного показника біологічної активності штаму.

Раніше було показано, що висока біологічна активність деяких штамів ризобій тісно пов'язана з їх підвищеною здатністю до синтезу *in vitro* фітогормонів ауксинового і цитокинінового типів (Драговоз І.В. та ін., 2010). Це розглядалось авторами як один із механізмів адаптації ґрунтових симбіотичних мікроорганізмів до умов оточуючого середовища. Було зроблено припущення щодо

можливості використання показників питомого продукування цитокінінів в культуральне середовище в якості критерію оцінки біологічної активності досліджуваних штамів.

Отримані результати засвідчили, що досліджувані штами *B. japonicum* суттєво відрізнялись за показниками рівня синтезу *in vitro* певних цитокінінів (зеатину, зеатинрибозиду та ізопентеніладеніну), а також за показниками азотфіксувальної активності в симбіозі. При дослідженні ефективності бобово-ризобіального симбіозу встановлено відмінності між штамми ризобій сої за такими показниками як нодуляційна здатність, азотфіксувальна активність, симбіотична ефективність. За результатами, отриманими у вегетаційних та польових дослідках, біологічна ефективність штамів *B. japonicum* співпадала з даними щодо показників питомого продукування цитокінінів.

Зроблено висновок, що досліджена характеристика забезпечує досить надійне визначення біологічної активності штамів бульбочкових бактерій *B. japonicum* за біохімічним показником питомого продукування певних цитокінінів у культуральне середовище при їх вирощуванні *in vitro*.

Література

1. Драгозов І. В., Леонова Н. О., Білявська Л. О., Яворська В. К., Гутинська Г. О. Продукування фітогормонів деякими вільноіснуючими та симбіотичними ґрунтовими мікроорганізмами // Доповіді НАН України. — 2010, № 12. — С. 154–159.
2. Спайнк Г., Кондороши А., Хукас П. *Rhizobiaceae*. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / Под ред. И.А. Тихоновича, Н.А. Проворова. — Санкт-Петербург: ИПК «Бионт», 2002. — 568 с.
3. Умаров М. М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях // Почвоведение. — 1976, № 12. — С. 92–95.
4. Умаров М. М., Кураков А. В., Степанов А. А. Микробиологическая трансформация азота в почве. — М.: ГЕОС, 2007. — 138 с.

Влияние салициловой и янтарной кислот на продуктивность и устойчивость растений проса к гипертермии и возбудителям корневых гнилей

Коц Г. П., Ястреб Т. О., Мирошниченко Н. Н.,
Батова Е. Н., Колупаев Ю. Е.

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева,
п/о Коммунист-1, г. Харьков, 62483, Украина
e-mail: plant_biology@mail.ru

Показано, что предпосевная обработка семян или опрыскивание разных видов растений растворами салициловой и янтарной кислот вызывают повышение их урожайности и устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам (Тарчевский и др., 1999; Senaratna et al., 2000; Stoyanova, Doncheva, 2002; Popova et al., 2009). Однако, несмотря на применение в практике растениеводства, физиологические механизмы защитного действия салициловой и особенно янтарной кислот остаются мало изученными, что ограничивает возможности их практического использования.

В отдельных работах адаптогенные эффекты указанных кислот связывают с модификацией ими про-/антиоксидантного равновесия в растительных тканях. Действие салициловой кислоты на устойчивость однодольных растений к стрессорам, функционирование их антиоксидантных систем изучено в основном на примере кукурузы и пшеницы (Horvath et al., 2002; Фатхутдинова и др., 2004; Колупаев, 2007). Влияние янтарной кислоты на устойчивость и окислительный метаболизм однодольных растений к стрессорам еще менее исследовано.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния предпосевной обработки семян проса (*Panicum miliaceum* L.) растворами салициловой и янтарной кислот на активность антиоксидантных ферментов, устойчивость растений к действию абиотического (гипертермия) и биотического (возбудители корневых гнилей) стрессоров. В связи с возможностью практического использования СК и ЯК в растениеводстве (Шакирова, 2000) в задачу исследования также входило исследование влияния предпосевной обработки семян указанными кислотами на урожайность проса в условиях северо-восточной лесостепи Украины.

Исследования проводили на растениях проса сорта Константиновское в лабораторных и полевых условиях. Предпосевную обработку осуществляли путем погружения семян в растворы салициловой (10 мкМ) или янтарной (1 мМ) кислот.

Воздействие указанных кислот вызывало повышение устойчивости проростков к повреждающему нагреву, что выражалось в увеличении относительного количества выживших проростков через 5 сут после прогрева при температуре 47 °С и меньшем содержании продукта перексидного окисления липидов малонового диальдегида в постстрессовый период. Под действием салициловой и янтарной кислот происходило повышение активности супероксиддисмутазы, каталазы и пероксидазы в проростках проса.

Влияние предпосевной обработки проса на устойчивость к корневым гнилям исследовали в почвенной культуре с высоким естественным инфекционным фоном. В таких условиях отмечалось заметное развитие болезни на растениях проса, в патогенном комплексе доминировали представители рода *Fusarium*. Предпосевная обработка салициловой и янтарной кислотами уменьшала развитие болезни.

В микрополевоом опыте оценивали влияние указанных кислот на урожай зерна проса. В зависимости от погодных условий под действием салициловой и янтарной кислот отмечалось повышение урожайности зерна проса на 13,3–52,0 и 6,4–38,8 % соответственно. Наибольший эффект проявлялся в неблагоприятном по температурному и водному режиму 2010 году.

Предполагается, что, по крайней мере, часть положительных эффектов салициловой и янтарной кислот опосредована их влиянием на системы образования и обезвреживания АФК в растениях.

Вплив гранульованих бактеріальних препаратів на проростання насіння сої та формування бобово-ризобіального симбіозу

Курдиш І. К.¹, Мельникова Н. М.¹, Мар'юшкін В. Ф.²

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
НАН України,

вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ МСП, Д 03680, Україна
e-mail: mnn69@mail.ru

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

Ріст і продуктивність бобових рослин в значній мірі визначається формуванням їх симбіотичних взаємовідносин з бульбочковими бактеріями, що помітно покращують азотне живлення цих фітобіонтів. На перебіг вказаних процесів у агроєкосистемі та функціонування мікроорганізмів значний вплив спричиняють абіотичні фактори, в тому числі глинисті мінерали ґрунтів (Heijnen, 1993; Курдиш, 2001; Рой та ін., 2007). Зважаючи на це, метою нашої роботи було дослідити вплив бактеріальних препаратів, виготовлених на основі моно- та змішаних культур бульбочкових бактерій сої та ризосферних мікроорганізмів і глинистого мінералу бентоніту на проростання насіння сої, розвиток проростків та формування соєво-ризобіального симбіозу.

В роботі використовували гранульовані мікробні препарати (Курдиш, 2001), виготовлені на основі глинистого мінералу бентоніту Дашуковського родовища бентонітових глин та бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 6346, *B. japonicum* 10к, а також бактерій *Bacillus subtilis* 5, *Azotobacter chroococcum* 21, які були одержані з Української колекції культур мікроорганізмів. Модельною рослиною була соя *Glycine max* (L.) Merr. сортів Чорнобура і Мар'яна.

Показано, що суспендовані гранульовані препарати на основі *B. japonicum* 6346 у кількості 0,13 г/мл та на основі *B. japonicum* 10к при використанні 0,08 г/мл препарату збільшували енергію проростання насіння сої сорту Чорнобура. В цьому випадку також була досить високою схожість насіння та маса проростків. Подібний вплив спричиняли досліджувані гранульовані препарати на енергію проростання насіння сої сорту Мар'яна. Суспензії ризобій, до яких не вносили глинистий мінерал, в умовах проведення наших експериментів, не викликали суттєвого стимулю-

вального ефекту на проростання насіння. Бактеризація насіння гранульованими препаратами з *B. japonicum* 6346 та *A. chroococcum* 21, а також зі змішаною культурою мікроорганізмів *B. japonicum* 6346 + *B. subtilis* 5 у кількості 0,11 г/мл стимулювала розвиток надземної частини рослин сої сорту Чорнобура та призводила до утворення бульбочок, які характеризувались більшою масою порівняно з варіантом, де насіння інокулювали суспензіями мікроорганізмів без внесення глинистого мінералу.

Отже, гранульовані бактеріальні препарати можуть покращувати проростання насіння сої, сприяючи розвитку рослин зі значним потенціалом у формуванні високопродуктивних симбіотичних систем. Ефективність дії препаратів залежить від їх кількості в інокуляційній суспензії. Гранульовані препарати на основі моно- та змішаних культур бульбочкових та ризосферних мікроорганізмів здатні позитивно впливати на формування надземної маси рослин сої та бульбочкового апарату при утворенні бобово-ризобіального симбіозу.

Література

1. Курдиш И.К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. — К.: КВІЦ, 2001. — 141 с.
2. Рой А. О., Царенко І. Ю., Захарченко В. О., Курдиш І. К. Вплив гранульованих бактеріальних гранульованих препаратів комплексної дії на розвиток деяких хвойних рослин // Сільськогосподарська мікробіологія. Міжвідомчий тематичний наук. збірник. — 2007. — вип. 5. — С. 96–102.
3. Heijnen C. E., Burgers S. L.G.E., Van Veen J. A. Metabolic activity and population dynamics of rhizobia introduced into unamended and bentonite-amended loamy sand // Appl. Environ. Microbiol. — 1993. — 59, N 3. — P. 743–747.

Перспективи застосування бактеріальних препаратів комплексної дії для корекції мікробних процесів у агроєкосистемах

Курдиш І. К., Рой А. О., Скороход І. О., Чоботарьов А. Ю., Погорелова В. В., Церковняк Л. С.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ МСП, Д03680, Україна

Застосування в рослинництві мінеральних добрив і пестицидів дозволяє суттєво покращити ріст, розвиток рослин та підвищити їх урожайність. Однак лише незначна частина цих хімічних речовин надходить до цільових об'єктів (Волкогон з співав., 2006). Основна їх кількість розповсюджується у навколишньому середовищі, забруднюючи довкілля. Це спричиняє негативний вплив на природні екосистеми, знижує якість рослинної продукції і шкодить здоров'ю людей.

Одним з визначальних факторів родючості ґрунтів є функціонування мікрофлори, серед якої широко поширені види, що здатні стимулювати ріст і розвиток рослин. Поряд з ними в агроєкосистемах представлені мікроорганізми, що можуть пригнічувати ріст фітобіонтів. Особливої шкоди в рослинництві завдають фітопатогени та фітофаги (Сокирко с соавт., 2004; Kavino et al., 2007). Таким чином, існує нагальна проблема необхідності корекції складу мікрофлори агроєкосистем з метою оптимізації росту і розвитку рослин (Курдиш, 2010).

На основі взаємодії селекціонованих нами високоактивних штамів азотфіксувальних бактерій *Azotobacter vinelandii* IMB B-7076 та фосфатмобілізувальних бактерій *Bacillus subtilis* IMB B-7023 з наночасточками глинистих мінералів створено гранульований бактеріальний препарат комплексної дії на рослини. Нами показано, що застосування цього препарату дозволяє суттєво стимулювати ріст і розвиток рослин завдяки покращенню азотного та фосфорного живлення рослин, синтезу цими бактеріями біологічно активних речовин, пригніченню ними поширення фітопатогенів та деяких фітофагів.

Встановлено, що бактерії, які введені до складу препарату комплексної дії, можуть синтезувати ряд біологічно активних сполук, що спричиняють позитивний вплив на онтогенез рослин. Крім того, ці штами здатні захищати насіння рослин від окси-

дативного стресу. Так, обробка культуральним середовищем *A. vinelandii* IMB B-7076 насіння жита сорту Інтенсивне-9, яке попередньо обробляли перексидом водню, відновлювала його схожість на 8,5 — 11,6 %. Більш помітний вплив на цей показник спричиняла обробка насіння культуральною рідиною *Bacillus subtilis* IMB B-7023. Цей штам бактерій синтезує ряд сполук фенольної природи, серед яких у значній кількості міститься фенолоцтова та 4-гідроксифенолоцтова кислота. Встановлено, що 4-гідроксифенолоцтова кислота здатна пригнічувати ріст ряду видів фітопатогенних мікроміцетів, а також спричиняти антиоксидантний вплив на насіння рослин. Це є одним з факторів, що обумовлюють стимулювальну дію бактерій на ріст і розвиток рослин.

Література

1. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. Київ: Наукова думка, 2010. — 253с.
2. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевські Т.М. та інші. / За ред. Волкогона В.В. — Київ: Аграрна наука, 2006. — 311с.
3. Сокирко В.П., Варич А.И., Гончар В.В. Роль обработки почвы в формировании супрессивно-кондуктивного комплекса микоты в ризосфере кукурузы / Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Мат. докл. Междун. научно — практ. конф. 29.09 — 01.10.2004 г. Краснодар, 2004. Вып. 3. — С.61–63.
4. Kavino M., Harish S., Kumar N. et al. Rhizosphere and endophytic bacteria for induction of systemic resistance of banana against bunchy top virus // Soil Biology and Biochemistry. — 2007. — 39, № 5. — P. 1087–1098.

Влияние экзогенного лектина на метаболические процессы у растений бесклубеньковой сои

Маменко П. Н., Шиманская Д. Ф., Коць С. Я.

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины,
ул. Васильковская 31/17, Киев–03022, Украина
e-mail: p_tamenko@ukr.net

Лектины бобовых растений — это вид белков, имеющих свойство выборочно взаимодействовать с полисахаридами клеточных мембран ризобий определенных видов и обеспечивать их специфическое «распознавание» растением-хозяином, повышать вирулентность и конкурентоспособность микросимбионтов (Dazzo F.B., 1984); регулировать углеводный обмен в растительных клетках, активацию защитных систем растения, фотосинтетических процессов (Kijne J. W., 1997; Ямалеева А. А., 2001) и т.д.

Целью нашей работы было изучение влияния экзогенного лектина на физиологические процессы ненодулирующей сои при инокуляции активным штаммом *Bradyrhizobium japonicum* 6346 и без таковой.

Объектом наших исследований были растения ненодулирующей изолинии сои (*Glycine max* (L.) Merr.) сорта Ли. В работе применяли коммерческий лектин семян обычной сои (Sigma, США) в концентрациях 2, 20 и 200 мкг/мл. Были использованы следующие варианты эксперимента: обработка семян сои чистым лектином, обработка лектином в комплексе с бактериальной культурой *B. japonicum* 6346, обработка семян стерильной водой (контроль). Образцы для анализа отбирали в фазы бутонизации, цветения и образования бобов. Критериями оценки эффективности действия лектина были накопление растениями вегетативной массы, содержание фотосинтетических пигментов, а также интенсивность фотосинтеза.

В результате проведенных нами исследований было отмечено отсутствие формирования симбиоза у бесклубеньковой сои при инокуляции ризобиями. Наиболее эффективное действие на физиологические процессы у растений на протяжении всего периода вегетации в обоих вариантах эксперимента проявила доза лектина 20 мкг/мл.

В случае применения данной концентрации лектина в комплексе с бактериальной культурой надземная масса растений уве-

личивалась в 1,2 — в 1,6 раза по сравнению с контролем, в то время как обработка семян чистым лектином приводила к возрастанию этого показателя в 1,3 — 1,4 раза на протяжении периода бутонизации — формирования бобов. Аналогичная закономерность наблюдалась относительно массы корней.

При обработке семян лектином без инокуляции в фазу бутонизации было отмечено повышение содержания в 2 раза хлорофилла *a*, а также незначительное, но достоверное — хлорофилла *b*. При этом интенсивность фотосинтеза возрастала в 1,8 раза и активизировалось дыхание растений.

Таким образом, было показано, что применение экзогенного лектина в концентрации 20 мкг/мл, как в комплексе с инокуляцией семян клубеньковыми бактериями, так и без нее, значительно влияет на метаболические процессы у растений сои. Полученные данные позволяют рассматривать лектины как эффекторы роста и развития растительного организма, а также обосновывают необходимость дальнейшего их изучения в процессах жизнедеятельности растений.

Литература

1. Dazzo F.B., Gardiol A.F. Host-specificity in *Rhizobium*-legume interactions // Genes involved in microbe-plant interact. — New York: Acad. Press, 1984. — P. 3–131.
2. Kijne J. W., Bauchrowitz M. A., Diaz C. L. Root lectins and rhizobia // Plant Physiol. — 1997. — 45, N 3 — P. 868–873.
3. Ямалеева А.А. Лектины растений и их биологическая роль. — Уфа: Изд-во Башкир. ун-та, 2001. — 204 с.

Ростові процеси *Lupinus albus* L. за застосування мікробних препаратів та їх композицій

Пида С. В.¹, Конончук О. Б.¹, Ковалевська Т. М.², Седюкова Н. Б.¹, Костриба І. І.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, каф. ботаніки, вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль-46027, Україна, e-mail: spyda@ukr.net

²Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН України, вул. Шевченка, 97, м. Чернівці-14027, Україна

Використання в практиці сільського господарства біологічних препаратів, створених на основі азотфіксувальних мікроорганізмів і ризобактерій, що стимулюють ріст рослин, виступає одним із технологічних засобів, що сприяють підвищенню врожаю культурних рослин і накопиченню в ґрунті біологічного азоту (Волкогон, 2007; Пида, 2001; Моргун, 2009).

Метою дослідження було виявити вплив ризобіоту на основі бульбочкових бактерій штамів 367а, 8л, 30л, біопрепарату «Байкал ЕМ-1У» та їх композицій на ростові процеси люпину білого сорту Макарівський.

Польові досліди закладали на чорноземі опідзоленому середньосуглинистому агробіологічній Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка (Пида, 2001) за такою схемою: на контрольній ділянці висівали неінокульоване насіння, а на дослідних — насіння, яке перед посівом обробляли ризобіотом на основі *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штамів 367а (стандартний), 30л і 8л (створені методом аналітичної селекції в Інституті сільськогосподарської мікробіології НААНУ), препаратом «Байкал ЕМ-1У» та композицією «Байкал ЕМ-1У»+ ризобіот, 367а.

Технологія вирощування люпину загальноприйнята для Лісостепу України (ширина міжрядь 45 см, глибина сівби 3–4 см, норма висіву — 125 кг/га, посів — 27 квітня). Повторність досліду триразова, площа облікової ділянки 30 м². В онтогенезі масу рослин визначали на електронних терезах, підраховували кількість листків на рослині та бічних пагонів на стеблі. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми *Excel*.

Встановлено, що у фазу бутонізації у рослин, інокульованих ризобіотом на основі бульбочкових бактерій штамів 367а та 8л,

спостерігалось підвищення сирієї маси рослин на 34,5 (27,7±3,4 г) та 31,6 % (27,1±1,7 г) у порівнянні з контролем (20,6±1,7 г), а у варіантах «Байкал ЕМ-1У» + ризобіфіт, 367а — на 61,7 %, «Байкал ЕМ-1У» — 17,0 %.

Обробка насіння біопрепаратами призвела до значного облістіння люпину білого у фазу цвітіння. У рослин варіанту «Байкал ЕМ-1У»+367а на 49 %, ризобіфіт, 367а — 18,8 %, в інших варіантах — у середньому на 10 % відносно контролю. Виявлено, що рослини, які виросли з насіння, обробленого композицією «Байкал ЕМ-1У»+ризобіфіт, 367а мали на 53,1 % більше бічних пагонів на стеблі в порівнянні з контролем, а інокульовані ризобіфітом на основі бульбочкових бактерій штаму 367а — на 31,3, штаму 8л — 21,9 % більше.

Інокуляція насіння стимулювала наростання маси кореневої системи рослин. Найінтенсивніше збільшувалась маса коренів у рослин варіанту «Байкал ЕМ-1У»+ризобіфіт, 367а (на 61,8 % більше, порівняно з контролем) та варіантів ризобіфіт, штами 8л та 367а (на 35,3 і 23,5 % відповідно).

Отже, передпосівна обробка насіння композицією препаратів «Байкал ЕМ-1У» та ризобіфіту на основі високоефективних та конкурентноздатних бульбочкових бактерій штаму 367а сприяла посиленню ростових процесів у люпину білого сорту Макарівський в умовах Західного Лісостепу України.

Література

1. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур / Волкогон В. В. — К.: Аграрна наука, 2007. — 143 с.
2. Моргун В. В. Ростстимулирующие бактерии и их практическое применение / В. В. Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культ. растений. — 2009. — 41. — № 3. — С.187–207.
3. Пίδα С. В. Еколого-алелопатичні особливості функціонування симбіотичної системи *Bradyrhizobium lupini* — *lupinus* в умовах Західного Лісостепу України / С. В. Пίδα // Физиология растений в Україні на межі тисячоліть. — К.: Укр. фітосоціологічний центр, 2001. — Т.1. — С. 264–268.

Формирование симбиотического аппарата у изогенных линий сои под действием короткого фотопериода

Попова Ю. В., Юхно Ю. Ю., Жмурко В. В., Хасанова Г. У.

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений,
пл. Свободы, 4, г. Харьков- 61022, Украина
e-mail: Jullia5@yandex.ru

Как известно, продолжительность фотопериода влияет на рост и развитие растений, что определяет сроки созревания, продуктивность и качество урожая (Чиков, 1987; Цибулько, 1998). В литературе существует много данных о влиянии различных абиотических факторов (влаги, температуры, минерального состава почвы) на формирование симбиотического аппарата у сои (Сичкар, 1989; Коць, 1998). Однако нет данных о влиянии фотопериода на формирование симбиотического аппарата у этой культуры. Поэтому задачей наших исследований стало изучение влияния разных фотопериодических условий на формирование симбиотического аппарата у сои.

Материалом для исследования служили изогенные по генам *EE* линии сои сорта Clark: фотопериодически нейтральные (ФПН) линии с генотипами *e1E2e3*, *e1e2E3* и *e1e2e3*, и короткодневные (КД) линии с генотипами *E1E2E3* и *E1e2e3*. Растения выращивали в полевых условиях на экспериментальном участке кафедры физиологии и биохимии растений Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина в 2009–2010 годах. На стадии третьего настоящего листа одну часть растений подвергали влиянию короткого фотопериода (9 часов), а другую часть продолжали выращивать в условиях естественного длинного дня (16 часов). Коротким фотопериодом воздействовали в течение двух недель. Для учета массы и количества формирующихся клубеньков, динамики нарастания массы корней изогенных линий сои растения отбирали до начала воздействия коротким днем, на 7 и 14 сутки воздействия, а также в фазу цветения.

Результаты показали, что у КД линий с генотипами *E1E2E3* и *E1e2e3* в течение воздействия короткого фотопериода и в фазу цветения масса клубеньков, масса одного клубенька и их количество, а также масса корней были меньшими, чем на длинном дне. В фазу цветения у обеих КД линий, то есть в последствии

короткого фотопериода, все показатели нодуляции снижались, но в большей мере у линии с генотипом *E1e2e3*, чем у линии *E1E2E3*.

У ФПН линий с генотипами *e1E2e3* и *e1e2E3* масса формирующихся клубеньков на растении и масса одного клубенька снижаются в течение действия коротким днем. У линии с генотипом *e1e2e3* эти показатели на 7 сутки действия короткого фотопериода снижаются, но к концу воздействия (на 14 сутки) — достоверно не изменяются. Количество формирующихся клубеньков также снижается при действии короткого фотопериода у линий *e1E2e3* и *e1e2E3*, а у линии *e1e2e3* на 14-е сутки воздействия имеет тенденцию к возрастанию. Как и у КД линий у ФПН линий масса корней снижается под действием короткого дня. Таким образом, короткий фотопериод активно воздействует на формирование симбиотического аппарата как у КД, так и у ФПН линий.

Литература:

1. Коць С. Я. Формування симбіотичного апарату та азотфіксувальна активність у люцерни при застосуванні різних форм мінерального азоту// Физиол. и биохим. культ. растений. — 1998. — Т. 30, № 4. — С. 306 — 310.
2. Цибулько В. С. Метаболические закономерности фотопериодической реакции растений. — Киев.: Аграрна наука, 1998. — 182 с.
3. Чайлахян М. Х. Регуляция цветения высших растений. — М.: Наука, 1988. — 560 с.
4. Сичкарь В. И., Луговой А. П., Князев А. В. и др. Влияние погодных условий на формирование клубеньков у сои и их нитрогеназную активность// Физиол. и биохим. культ. растений. — 1989. — Т. 21, № 2. — С. 135 — 140.

Фитогормонсинтезирующие ризобактерии и их действие на рост и гормональный баланс растений

Соколова М. Г.¹, Вайшла О. Б.², Акимова Г. П.¹

¹Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, ул. Лермонтова, 132, а/я 317, г. Иркутск, 664033, Россия
e-mail: SokolovaMG@sifibr.irk.ru

²Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, 634050 г. Томск, Россия

В последнее время активно изучаются бактерии, стимулирующие рост растений, которые принято обозначать как PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) (Vissey, 2003; Завалин, 2005). Предполагается, что ростстимулирующие свойства почвенной микрофлоры, входящей в растительно-микробные ассоциации, объясняются способностью ризобактерий к продуцированию биологически активных веществ (Кацы, 2007). Микроорганизмы могут способствовать росту и повышению устойчивости растений за счет синтеза ими фитогормонов, в частности, ауксинов и цитокининов (ЦК) (Цавкелова и др., 2006; Архипова и др., 2006). Однако гормональная регуляция роста в фито-микробных ассоциациях остается еще далеко не изученной.

Исследовали эффективные штаммы живых почвенных бактерий, входящих в состав новых микробиологических препаратов Азотобактерин (*Azotobacter chroococcum*), Фосфобактерин (*Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum*) и Кремнебактерин (*Bacillus mucilaginosus*) (Вайшла и др., 2006).

Эксперименты показали, что обработка микробными препаратами ряда овощных культур, не только увеличила их урожай, но существенно повысила его качество. Показано, что новые штаммы исследуемых ризосферных микроорганизмов способны к синтезу ЦК и ИУК. Обнаружено три формы ЦК: дигидрозеатинрибозид, изопентениладенозин, трансзеатинрибозид. Бактеризация вела к повышению уровня ЦК и ИУК в растениях, что влияло на физиологические характеристики их роста, повышая энергию прорастания семян, скорость роста и биомассу проростков, способствуя более раннему появлению боковых корней, а это не только улучшает снабжение растений водой и минералами, но и благоприятствует размножению бактерий-колонизаторов.

Таким образом, бактериальные препараты стимулируют рост растений. Возможно, именно синтез микроорганизмами фитогормонов, в частности, ИУК и ЦК, и изменение их баланса в растениях при бактериализации, играет существенную роль в положительном влиянии на рост растений. Как показывает практика, использование комплексных биоудобрений, включающих консорциум активных бактериальных штаммов, способствует стабильному увеличению урожая (на 25 % и более) и повышению устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам (Завалин, 2005; Архипова и др., 2006; Соколова, Акимова, Хуснидинов, 2009).

Литература:

1. Кацы Е.И. Молекулярная генетика ассоциативного взаимодействия бактерий и растений — М.: Наука, 2007. — 86 с.
2. Vissey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and Soil. — 2003. — 225. — P. 571–586.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. — М.: ВНИИА, 2005. — 302 с.
4. Влияние микроорганизмов, продуцирующих цитокинины, на рост растений / Т. Н. Архипова, С. Ю. Веселов, А. И. Мелентьев, Г. Р. Кудоярова // Биотехнология. — 2006. — № 5. — С. 50 — 55.
5. Микроорганизмы — продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение / Е. А. Цавкелова, С. Ю. Климова, Т. А. Чердынцева, А. И. Нетрусов // Приклад. биохим. и микробиол. — 2006. — 42, № 2. — С. 133–143.
6. Вайшла О. Б., Трифонова Н. А., Ведерникова А. А. Мобилизация кремния и фосфора бактериями биопрепаратов «Кремнебактерин» и «Фосфобактерин» // XXI межд. научн. конф., Томск, 2006. — Т. 2. — С. 349–351.
7. Соколова М. Г., Акимова Г. П., Хуснидинов Ш. К. Эффективность применения ассоциативных бактерий биопрепаратов на различных овощных культурах // Агрохимия, 2009. — №. 7. — С. 54–59.

Возможная роль генов *Vrn* в процессе ассоциативной азотфиксации у пшеницы

Самойлов А. М., Жмурко В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: a.m.samoiloff@rambler.ru

Известно, что генотип растения играет ведущую роль в формировании и функционировании ассоциации «растение-диазотрофы». Поэтому исследование возможной роли конкретных генов в этом процессе важно для углубления представлений о механизмах ассоциативной азотфиксации, а также для обоснования путей селекции новых сортов пшеницы, способных поддерживать высокий уровень ассоциативной азотфиксации [1,2,3]. У мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) одной из главных систем, которая детерминирует темпы развития и, следовательно, продолжительность вегетационного периода и связанную с ней продуктивность, является система генов *Vrn* [4]. Поэтому целью наших исследований было изучение роли генов *Vrn* в процессе ассоциативной азотфиксации. В работе использовали моногенодоминантные по генам *Vrn* линии пшеницы сорта Мироновская 808.

Результаты вегетационных опытов показали, что интенсивность корневых выделений и содержание в них углеводов, органических кислот и аминокислот у четырех-пятисуточных проростков линий *Vrn-A1a* и *Vrn-D1a*, были выше, чем у линии *Vrn-B1a* и сорта. Прирост биомассы и число клеток *A. brasilense* 410 при сокультивировании с корневыми выделениями линий *Vrn-A1a* и *Vrn-D1a* были выше, чем с выделениями линии *Vrn-B1a*, а хемотаксическая реакция штамма была одинаковой. Аналогичные закономерности для ростовой и хемотаксической реакции *A. brasilense* 410 установлены и для 21-суточных растений в аквакультуре, и к экзометаболитам 4–5 суточных проростков.

Результаты исследований показали, что максимальный потенциал ассоциативной азотфиксации был у линий с генотипом *Vrn-A1a* и *Vrn-D1a*, которые раньше переходят к колошению, чем линия *Vrn-B1a*. По общей численности азотфиксаторов, специфического диазотрофа (*A. brasilense*) и нитрогеназной активности изогенные линии можно ранжировать так: *Vrn-D1a* ≥ *Vrn-A1a* > *Vrn-B1a* > сорт.

В числе 450 штаммов, выделенных из корневой зоны линий, процент штаммов, положительных по нитратредуктазной активности и способности мобилизовать труднорастворимые фосфаты, был существенно выше в ризосфере линий *Vrn-A1a* и *Vrn-D1a*, чем в ризосфере линии *Vrn-B1a* и сорта. Процент штаммов способных к продукции индола и ИУК-подобных веществ у исследуемых линий не различался.

Предполагается, что у исследованных линий пшеницы процесс ассоциативной азотфиксации через физиологическую регуляцию темпов развития растений (общий физиологический статус, интенсивность синтеза и направленность транспорта углеводов и другие физиологические процессы) опосредованно детерминруется генами *Vrn*. Это, по нашим данным, связано с различным уровнем корневых выделений, который обуславливает различия между линиями по численности микроорганизмов в корневой зоне и их активности при формировании ассоциации и в процессе ее функционирования.

Литература

1. Патица В. П., Волкогон В. В., Надкернична О. В. та ін. Біологічна азотфіксація: вчора, сьогодні, завтра // Фізіологія рослин на межі тисячоліть. — 2002. — 1. — С. 212–226.
2. Родынюк И. С. Ассоциативная азотфиксация в ризоценозе изогенных иммунных и короткостебельных линий яровой мягкой пшеницы // С.-х. биология. — Сер. Биология растений. — 1991. — № 5. — С. 88–95
3. Скорик В. В., Надкернична О. В., Сальник В. П. Вивчення генетичної детермінації ознаки азотфіксуючої активності в кореневій зоні озимого жита // Цитология и генетика. — 1994. — 28, № 6. — С. 61–65
4. Стельмах А.Ф. Генетика темпів розвитку пшениць (внесок Селекційно-генетичного інституту за 30 років) // Тр. по фундаментальній і прикладній генетиці (к 100-летньому юбилею генетики). — Харьков: Штрих, 2001. — С.89–109

Вплив саліцилової кислоти на вміст пероксиду водню в інфікованих грибом *Heterobasidion annosum* (fr.) Bref. проростках *Pinus sylvestris* L.

Чемеріс О. В.

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

Окислювальний спалах, під час якого генерується значна кількість пероксиду водню оцінюють як одну з ранніх відповідей рослини зробити спробу протистояти інфікуванню фітопатогенному організму, її надлишок викликає пошкодження клітин і програмну загибель клітин (Breusegem, 2006). Після активації місцевої стійкості в рослинах розвивається системна придбана стійкість, в становленні якої ключову роль відіграє саліцилова кислота (СК) (Dempsey, 1995). Вважається, що екзогенна СК пригнічує активність каталази в клітинах рослин, що призводить до збільшення вмісту пероксиду водню та індукції експресії генів, відповідальних за синтез захисних білків і деяких ферментів (Durner, 1996).

Слід відмітити, що питання впливу попередньої обробки насіння *Pinus sylvestris* саліциловою кислотою на зміни вмісту пероксиду водню в інфікованих грибом *Heterobasidion annosum* проростках вивчено досить слабо.

Насіння *P.sylvestris* стерилізували 15 % розчином пероксиду водню протягом 30 хвилин. Потім насіння *P.sylvestris* замочували в 2 мМ розчині СК протягом 1 (варіант СК-1), 3 (варіант СК-3) та 24 годин (варіант СК-24). Насіння *P.sylvestris* висаджували на агаризоване живильне середовище Чапека-Докса з вмістом глюкози 3 г/л (Бойко, 1996) в пробірки 20×200 мм.

У віці 21 доби проростки *P. sylvestris* інокулювали міцелієм штаму НА-6–96 *H. annosum*. Зміну вмісту H_2O_2 в інфікованих і здорових проростках *P. sylvestris* визначали феротіоціанатним методом (Sagisaka, 1976). Окремо досліджували реакцію проростків *P. sylvestris* з насіння темного і світлого кольору на інфікування штамом *H. annosum*. Статистичну обробку отриманих даних проводили методом двохфакторного дисперсійного аналізу якісних і кількісних ознак, а порівняння середніх арифметичних величин — методом Дункана (Приседський, 1999).

Обробка насіння розчином СК протягом 3 годин не викликала значних змін вмісту пероксиду водню в проростках *P. sylvestris*,

отриманих з цього насіння незалежно від його кольору, при інфікуванні штамом НА-6–96. Попередня обробка насіння *P. sylvestris* 2 мМ розчином СК протягом 1 і 24 годин визначає різний вміст H_2O_2 при інокуляції грибом *H. annosum*. Це може свідчити, що екзогенна СК впливає на розвиток реакцій “окислювального спалаху”, зокрема індукуванням продукції активних форм кисню і регулює антиоксидантну систему ферментів.

Література

1. Бойко М.І. Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. — *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. і перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів: Дис. ... док. біол. наук: 03.00.12; 03.00.24 — Київ, 1996. — 461 с.
2. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. — Донецьк: Кассиопея, 1999. — 210 с.
3. Breusegem F. V., Dat J. F. Special issue on reactive oxygen species. Reactive oxygen species in plant cell death // *Plant Physiol.* — 2006. — 141, N 2. — P. 384–390.
4. Dempsey D. A., Klessig D. F. Signal in plant disease resistance // *Bull. Inst. Pasteur.* — 1995. — 93. — P. 167–186.
5. Durner J., Klessing D.F. Salicylic acid is a modulator of tobacco and mammalian catalases // *J. Biol. Chem.* — 1996. — 271. — P. 28492–28501.
6. Sagisaka S. The occurrence of peroxide in a perennial plant, *Populus gelrica* / *Plant Physiol.* — 1976. — 57, N 2. — P. 308–309.

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ, РОЗВИТКУ І ПРОДУКТИВНОСТІ

Вплив агростимуліну на рівень фізіологічної адаптації гороху до сумісної дії сполук нікелю і кадмію

Артюшенко Т. А.

Криворізький ботанічний сад НАН України,
вул.Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089 Україна
e-mail: art.tatyana1982@yandex.ru

За допомогою сполук гормональної природи можна регулювати процеси фізіологічної адаптації рослин шляхом спрямованого впливу на ендогенну антиоксидантну систему. В той же час відомості про вплив регуляторів росту на зниження негативної дії важких металів в літературі досить обмежені. Тому метою роботи було оцінити можливість використання регуляторів росту рослин для підвищення їх адаптаційної здатності за сумісної дії сполук Ni і Cd.

Об'єктами досліджень були 10-добові проростки гороху (*Pisum sativum* L.) сорту Харківській янтарний, що вирощувались методом водної культури. Обробку агростимуліном проводили шляхом замочування зернівок на 8 годин в розчині регулятору росту (0,02 мл/кг насіння). Відбір рослинного матеріалу проводили на 24 годину після внесення в середовище сірчано-кислих солей Ni і Cd (3 і 30 мг Cd^{2+} /л та 4 і 40 мг Ni^{2+} /л.). Вміст Cd і Ni визначався на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С-115 (Україна) згідно загальноприйнятих методів (Методические указания, 1989). Інтенсивність розвитку перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) оцінювали за вмістом ТБК-активних продуктів (Мусієнко, 2001). Визначення вмісту аскорбінової, дегідроаскорбінової та 2,3-дікетогулонової кислот проводили спектрометрично (Специальный практикум, 1981).

Аналіз отриманих даних показав, що попередня обробка насіння гороху агростимуліном призводила до зростання (на 60 %) акумуляції Ni коренями, однак не впливала на поглинання Cd і транслокацію обох елементів до тканин асиміляційних органів. До позитивних ефектів використання агростимуліну необхідно віднести зниження вмісту продуктів ПОЛ за дії важких металів в коренях на 20 %, а в листках більш ніж вдвічі.

Протекторна роль агростимуліну щодо сумісного впливу Cd і Ni виявляється у збільшенні в коренях гороху вмісту аскорбінової кислоти на 34 %. Вміст дегідроаскорбату при цьому не змінювався, а 2,3-дікетогулонової кислоти — зростав, що, ймовірно, свідчить про активацію процесів синтезу антиоксиданту при застосовуванні регулятора росту і більш інтенсивне його використання в окисно-відновних реакціях.

Для листків гороху встановлена подібна закономірність. Застосування регулятора на фоні сумісної дії сполук Cd і Ni сприяло збільшенню рівня вітаміну С на 20 %. Натомість, на відміну від коренів, в листках суттєво знижувалась кількість окиснених форм аскорбату. Так, вміст дегідроаскорбату за дії агростимуліну виявився на 20 % нижчим, ніж без нього, тоді як 2,3-дікетогулонової кислоти — майже втричі.

Таким чином вищенаведене свідчить, що використання агростимуліну обумовлювало суттєву інтенсифікацію поглинання Ni коренями гороху і не позначалося на рівні Cd. Також зазначений регулятор росту не впливав на темпи накопичення металів в листках гороху. Застосування агростимуліну сприяло підвищенню рівня фізіологічної адаптації гороху до сумісної дії металів за рахунок зниження вмісту продуктів ПОЛ при підвищенні вмісту аскорбінової кислоти і зниженні її окиснених форм.

Література

1. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продуктивных растениеводства. — М.: б.и., 1989. — 62 с.
2. Мусієнко М.М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / М.М.Мусієнко, Т.В.Паршикова, П.С.Славний. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 200 с.
3. Специальный практикум по биохимии и физиологии растений / Под ред. проф. М.М.Окунцова. — Калининград: КГУ, 1981. — 37 с.

Регуляция роста и развития луговых фитоценозов на основании функции линейного роста злаковых трав

Богданов В. Л., Шмелева И. В.

Санкт-Петербургский государственный университет,
факультет географии и геоэкологии, 10 линия Васильевского острова,
д. 33, Санкт-Петербург, 199178, Россия
e-mail: lab.naz.eco@gmail.com

Одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие растений, является уровень обеспеченности их питательными веществами. В предлагаемой работе приведены результаты исследований, направленных на изучение эффективности различных режимов питания луговых злаковых фитоценозов, произрастающих на дерново-подзолистых почвах (на примере Ленинградской обл.), и получена оценка влияния минеральных удобрений на линейный рост и продуктивность растений.

Исследования показали (Богданов, Шмелева, 2001), что при благоприятных условиях жизнедеятельности и сбалансированном питании луговых злаковых растений прослеживается явная функциональная зависимость между их линейным ростом, который может быть достаточно точно описан логистической функцией с постоянными параметрами, и накоплением биомассы: численное значение площади, ограниченной графиком функции линейного роста фитоценоза на интервале наблюдения от момента отрастания растений до начала их массового цветения, соответствует зеленой массе растений (г/м^2). Отношение расчетного количества зеленой массы травостоя к его фактической продуктивности ($P_{\text{р/ф}} = P_{\text{расч.}} / P_{\text{факт.}}$) может служить оценкой состояния фитоценоза.

В экспериментах применялись удобрения, содержащие основные элементы питания растений (азот, калий и фосфор) в различных соотношениях. Площадь опытных делянок составляла 3 м². Повторность опыта четырехкратная. Оценка продуктивности на основании линейного роста злаковых трав для большинства вариантов опыта оказалась достаточно точной ($P_{\text{р/ф}} = 1 \pm 0,01$), что свидетельствовало о благоприятных условиях жизнедеятельности растений и их гармоничном развитии. Анализ полученных данных позволил установить, что растения на экспериментальном участке, в основном, нуждались в азоте: вариант с внесением мочевины из расчета азота в норме N_{60} дал хороший эффект

($P_{p/f} = 1,006$). На варианте с применением удобрения (мочевина плюс хлористый калий) в норме $N_{60}K_{60}$ фактическая продуктивность оказалась на 4,8 % выше расчетной ($P_{p/f} = 0,952$), что может свидетельствовать о превышении необходимой для растений нормы внесения этого элемента. Включение фосфора в состав удобрений (азофоска, $N_{60}P_{45}K_{60}$) способствовало созданию на этом варианте оптимального режима питания растений и получению наибольшей продуктивности ($P_{p/f} = 0,994$).

Применение предложенного метода оценки продуктивности лугового злакового фитоценоза, на наш взгляд, позволяет разрабатывать оптимальные режимы питания для растений, способствующие их гармоничному развитию и высокой продуктивности. Особенно важно использовать такой подход на техногенно нарушенных почвах. Кроме того, результаты исследований позволяют предположить, что при гармоничном развитии растений их химический состав также является оптимальным (Богданов и др., 2007), однако это предположение требует дополнительных исследований.

Литература

1. Богданов В. Л., Шмелева И. В. Оценка продуктивности луговых фитоценозов на основании функции линейного роста // Ж. "Вестник СПбГУ". — 2001. — серия 7, вып. 4, — С. 115–120
2. Богданов В. Л., Николаев Р. В., Шмелева И. В. Влияние уровня плодородия дерново-подзолистых почв на биометрические и химические показатели луговых фитоценозов // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2007. — Серия 7: Геология, география. — № 1. — С. 80–87.

Сумісне застосування гербіцидів та мікроелементів для обробки рослин пшениці

Гуральчук Ж. З., Трач В. В., Мордерер Є. Ю.

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

У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва отримання стабільно високих урожаїв пшениці, яке гарантує продовольчу безпеку країни, потребує застосування хімічних засобів захисту у зв'язку з високим рівнем забур'яненості посівів. Так, у посівах озимої пшениці в період молочно-воскової та воскової стиглості у зоні Лісостепу України виявлено 192 види бур'янів, що належать до 36 ботанічних родин вищих рослин (Горбач, 2002). Асортимент гербіцидів для використання на посівах зернових культурах представлений різними хімічними групами, норма витрати яких знаходиться в межах від 1–3 л до декількох грамів на 1 га. На активність гербіцидних препаратів можуть впливати різні чинники, серед яких особливу роль відіграє мінеральне живлення рослин. У літературі є досить багато даних щодо впливу макроелементів на фітотоксичність та особливості взаємодії гербіцидів (Озерова, Швартау, 2007) і значно менше досліджень присвячено дії гербіцидів на мікроелементний статус рослин. Відомо, що застосування деяких гербіцидів може впливати на вміст мікроелементів у рослинах. Так, в умовах експерименту внесення хлорсульфурону — гербіциду групи сульфонілсечовини, що належить до класу інгібіторів ацетолактатсинтази, індукувало дефіцит міді у рослин пшениці, який, вірогідно, був пов'язаний з його дією на поглинання елемента (Tang, Robson, 2000). Наявні в літературі дані свідчать про те, що використання хлорсульфурону може посилювати прояв цинкового дефіциту у пшениці, яку вирощували на бідних на цинк ґрунтах Західної Австралії (Bowran et al., 1987).

Зниження концентрації цинку в надземній частині пшениці за обробки хлорсульфуроном може бути зумовлене редукованим ростом коренів, зменшенням їх поглинальної поверхні. Значне зменшення поглинання і вмісту мікроелементів у рослинах може призвести до їх відставання у рості, а також до зниження врожаю.

Особливої актуальності набуває вивчення дії гербіцидів різних груп на надходження і вміст мікроелементів у рослинах, а також можливість сумісного використання гербіцидів і мікроелементів для обприскування посівів озимої пшениці.

У зв'язку з цим нами було проведено польовий дослід з вивчення дії позакореневої обробки рослин гербіцидами та мікроелементами на ефективність дії гербіцидів і продуктивність рослин озимої пшениці.

Рослини озимої пшениці сорту Київська 8 в фазі виходу в трубку були оброблені баковою сумішшю солей мікроелементів (мідь сірчанокисла, цинк сірчанокислий, марганець сірчанокислий, борна кислота, молібденовокислий амоній) з гербіцидом Дербі (100 г/л флуметсулам + 75 г/л флорасулам), що належить до класу інгібіторів ацетолактатсинтази. Основним засмічувачем поля був підмаренник чіпкий.

У результаті проведених досліджень встановлено, що мікроелементи, застосовані разом з гербіцидом Дербі у баковій суміші, не впливали на ефективність знищення бур'янів. За обробки рослин пшениці даним гербіцидом разом із мікроелементами спостерігалось підвищення їх врожайності на 9 % порівняно з обробкою одним лише гербіцидом. Сумісна обробка рослин гербіцидом Дербі разом з мікроелементами призводила до збільшення маси 1000 зерен.

Для підвищення ефективності гербіцидів необхідним є вивчення їх впливу на надходження мікроелементів у рослини та дослідження їх взаємодії за сумісного застосування.

Влияние регуляторов роста природного происхождения на показатели жизнедеятельности и устойчивости растений космеи дваждыперистой в условиях южной Якутии

Зайцева Н. В.

*Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета в г. Нерюнгри, лаборатория прикладной ботаники и экологии, ул. Кравченко 16, г. Нерюнгри, Республика Саха (Якутия), Россия, 678960
e-mail: nz_demetra@mail.ru*

Южная Якутия, благодаря особенностям своего географического положения, относится к регионам, суровые климатические неблагоприятны для выращивания культурных растений. К «факторам риска» данной зоны можно отнести: очень короткий вегетационный период (48–90 дней); низкие значения суммы эффективных температур; поздние весенние и ранние осенние заморозки (также заморозки возможны в течение всего вегетационного периода); низкое содержание в мерзлотных почвах питательных веществ, доступных растениям и др.

В качестве одного из методов повышения жизнеспособности растений в неблагоприятных условиях предлагается применять биологически активные вещества природного происхождения в качестве экзогенных регуляторов роста (Верзилов, 1971; Калинин, 1984; Муромцев Г.С. и др. 1987).

В 2009 году испытывали действие регуляторов роста растений природного происхождения (коммерческие препараты) на растения космеи дваждыперистой (*Cosmos bipinnatus* L.) в условиях открытого грунта г. Нерюнгри, Южная Якутия.

Семена космеи перед посевом в грунт замачивали в растворах регуляторов роста растений (РРР) природного происхождения в соответствии с инструкцией по применению препаратов. Схема опыта включала следующие варианты: 1) вода (контроль); 2) «Ивин» (эталон); 3) «Эпин-экстра»; 4) «Биоглобин для растениеводства»; 5) «Ускоритель роста ДВ-47–7»; 6) «Гибберсиб»; 7) «Фузикоцин»; 8) «Молдстим»; 9) «Биомос Т»; 10) «Проросток»; 11) «Эмистим С»; 12) «Гумат +7». Испытания регуляторов роста растений, сопутствующие исследования и математическую обработку результатов осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками.

Применение регуляторов роста оказало свое действие на ранних этапах развития растений, что выразилось, в сокращении сроков прохождения фенологических фаз. Переход растений в состояние цветения наступил раньше на 8 дней под влиянием обработки препаратами «Ускоритель роста ДВ-47-7» и «Фузикокцин» и на 5 дней — в результате обработки гибберсибом, молдстимом и биоглобином.

Изучение состояния фотосинтетического аппарата растений космеи показало, что наибольшая масса листьев отмечена для растений, обработанных препаратами «Биомос» (124 % контроля), «Проростк» (134 % контроля), «Эмистим С» (123 % контроля). Для этих же вариантов отмечены и наибольшие значения показателя «суммарная площадь листовой поверхности всех растений деланки» (121; 124 и 115 % контроля).

Растения, обработанные РРР, были более устойчивы к осенним заморозкам (15.09.2009 г.). Степень повреждений растений на контрольном варианте составила 20 %. Для вариантов с применением молдстима, биомоса и фузикокцина этот показатель находился на уровне 3–6 %, что в 3–6 раз меньше, чем на контрольном варианте. Для других вариантов с применением регуляторов роста степень повреждения растений заморозками составила от 10 до 15 %.

Литература:

1. Верзилов В.Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве. — М.: Наука, 1971. — 144 с.
2. Калинин Ф.Л. Биологически активные вещества в растениеводстве. — Киев: Наук. думка, 1984. — 320 с.
3. Муромцев Г.С. и др. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. — М.: Агропромиздат, 1987. — 383 с.

Вплив аміноцукру N-ацетил-D-глюкозаміну при передпосівній обробці насіння на розвиток і продуктивність рослин ярої пшениці

Кириченко О. В.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вул. Васильківська 31/17, Київ-03022, Україна
e-mail: leki07@mail.ru

N-ацетил-D-глюкозамін (GlcNAc) є одним із гаптенів аглютиніну зародків пшениці — білку з широким спектром біологічної активності, результатом прояву якої є ріст-регуляторна активність лектину щодо рослин пшениці за екзогенної дії на насіння (Kyrychenko, 2008). В реалізації регуляторної функції лектинів важливе значення має вуглеводна специфічність (Rudiger, Gabius, 2001). Окрім того, GlcNAc є складовою частиною олігосахаринів, ліпохітоолігосахаридів (Nod-факторів), глюканів бульбочкових бактерій та інших ґрунтових мікроорганізмів, яким притаманні гормоноподібні властивості та які здатні до прояву рістрегуляторної дії відносно рослин і мікроорганізмів (Косенко и др., 2003; Цавкелова и др., 2006; Souleimanov e. a., 2002; Broughton e. a., 2003).

Метою нашої роботи було дослідження біологічної активності GlcNAc щодо рослин ярої пшениці (*Triticum aestivum* L.). Показано, що GlcNAc при передпосівній обробці насіння змінює фізіолого-біохімічні показники розвитку рослин, отже, виступає як речовина ріст-регуляторної дії. Під впливом GlcNAc відмічено активацію проростання насіння на 5–12 % порівняно до контролю (обробка водою) та формування вегетативної маси: у різні фази вегетації пшениці даний показник перевищував контроль на 17–44 %. Вміст хлорофілу в листках пшениці суттєво підвищувався (на 16–32 %) у фази куціння, трубкування та початку колосіння пшениці. Інтенсифікація фотосинтезу забезпечує збільшення кількості фотоасимілятів, основна частина яких формує продуктивний потенціал рослин. За дії GlcNAc на насіння зафіксовано підвищення зернової продуктивності пшениці (середнє за 3 роки) за рахунок суттєвого збільшення показників маси колоса (22 %), кількості та маси зерен у колосі (відповідно на 21 % та 22 %) при незначному зростанні показників довжини колоса (на 6 %) і маси 1000 зерен (на 4 %). Індекс урожаю, при цьому, збільшився на 15 %.

GlcNAc є функціонально важливим у метаболічних процесах рослин, в тому числі, й ключових клітинних процесах — транскрипції, трансляції, а також трансдукції сигналів (Hanover, 2001; Broughton et al., 2003). Ймовірно, що одним із механізмів регуляторного впливу екзогенного GlcNAc може бути включення каскаду передачі сигналу в клітинах при взаємодії з ендогенним аглютиніном пшеничних зародків, що призводить до реалізації дії GlcNAc.

Отже, встановлені нами позитивні ефекти екзогенного GlcNAc на розвиток і продуктивність рослин пшениці ярої вказують на роль GlcNAc як фізіологічно активної речовини та можливість її практичного використання для регулювання росту й розвитку рослин пшениці ярої.

Література

1. Kyrychenko O. Practice of soybean and wheat lectins use for the plant growing // Problems of biogeochemistry and geochemical ecology. — 2008. — 1, N 5. — P. 99–105.
2. Rudiger H., Gabius H.-J. Plant lectins: occurrence, biochemistry, functions and applications // Glycoconj. J. — 2001. — 18. — P. 589–613.
3. Косенко Л. В., Михалкив Л. М., Кругова Е. Д. и др. Биологическая активность глюкана *Sinorhizobium meliloti* // Микробиология. — 2003. — 72, № 5. — С. 633–638.
4. Цавкелова Е. А. и др. Микроорганизмы-продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение // Прикладная биохимия и микробиология. — 2006. — 42, № 2. — С. 133–143.
5. Souleimanov A., Prithiviraj B., Smith D.L. The major Nod factor of *Bradyrhizobium japonicum* promotes early growth of soybean and corn // J. Exp. Bot. 2002. — 53, N 376. — P. 1929–1934.
6. Broughton W. J., Zhang F., Perret X. et al. Signal exchanged between legumes and *Rhizobium*: agricultural uses and perspectives // Plant and Soil. — 2003. — 252, N 1. — P. 129–137.
7. Hanover J. A. Glycan-dependent signaling: O-linked N-acetylglucosamine // FASEB J. — 2001. — 15. — P. 1865–1876.

Біосурфактанти як антифітопатогенні агенти

Конон А. Д., Софілканич А. П., Покора Х. А.,
Монастерецька І. О., Пирог Т. П.

Національний університет харчових технологій,
каф. біотехнології і мікробіології,
вул. Володимирська, 68, м. Київ-01601, Україна
e-mail: KononA@meta.ua

З літератури відомо, що замість хімічних засобів боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур доцільно застосовувати засоби біоконтролю, які включають використання ефективних штамів мікроорганізмів і мікробних метаболітів (Mohammadipour M. et al., 2009). Так, ефективними антимікробними агентами є поверхнево-активні речовини (ПАР) мікробного походження або біосурфактанти, яким притаманна антифунгальна активність щодо широкого спектру фітопатогенних мікроорганізмів (Grover M. et al., 2010), проте на сьогодні актуальною залишається проблема боротьби з бактеріозами сільськогосподарських рослин.

У зв'язку з цим мета нашої роботи — дослідження антимікробної дії препаратів поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* К-4 і *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 та *Nocardia vaccinii* К-8 щодо фітопатогенних бактерій. У роботі використовували наступні препарати: препарат 1 — супернатант культуральної рідини; препарат 2 — розчин ПАР, виділених із супернатанту (препарат 1) екстракцією сумішшю Фолча (метанол:хлороформ 2:1). препарат 3 — водна фаза після екстракції ПАР сумішшю Фолча.

Антимікробну дію біосурфактантів визначали щодо фітопатогенних бактерій-шкідників пасльонових та хрестоцвітних рослин: *Pseudomonas syringae* 8511, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 8003, *Xanthomonas vesicatoria* 7790, *Xanthomonas translucens* 7696, *Pseudomonas corrugata* 9070, *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* 9129, *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* 8571, *Pectobacterium carotovorum* 8982. Фітопатогенні бактерії були люб'язно надані співробітниками відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології НАН України.

Встановлено, що препарату 2 *R. erythropolis* ЕК-1 та *A. calcoaceticus* К-4 (концентрація ПАР 0,28 мг/мл) притаманна сильніша антимікробна активність щодо всіх досліджуваних бактерій, ніж препарату 1. Так, через 2 год експозиції за присутності

препарату 2 *A. calcoaceticus* К-4 спостерігали зниження кількості клітин *P. syringae* 8511 і *X. vesicatoria* 7790 на 92–100 %, а *X. campestris* pv. *campestris* 8003, *P. corrugata* 9070, *P. syringae* pv. *coronafaciens* 9129, *P. carotovorum* 8982 — на 63–74 %. Препарат 2 *R. erythropolis* ЕК-1 характеризувався слабшою антимікробною дією щодо *P. corrugata* 9070 (зниження кількості клітин на 31–33 % через 2 год експозиції) і не поступався в ефективності при дії на *P. carotovorum* 8982 (69–72 %). За внесення у суспензію *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* 8571, *Xanthomonas translucens* 7696, *Pectobacterium carotovorum* 8982 препаратів 1 і 2 *N. vaccinii* К-8 із вищою концентрацією ПАР (1,7 мг/мл) спостерігали зниження виживання клітин на 92–98 % вже через 1 год експозиції.

Зазначимо, що за дії препарату 3 *A. calcoaceticus* К-4 спостерігали збільшення кількості клітин навіть на порядки, чого не відбувалося за внесення препарату 3 *R. erythropolis* ЕК-1 (виживання клітин 100 %) та *N. vaccinii* К-8 (зниження виживання клітин на 98–99 %). Ми припускаємо, що *A. calcoaceticus* К-4 продукує комплекс біологічно активних речовин (наприклад, фітогормонів), які залишаються у водній фазі після екстракції ПАР і є стимуляторами росту клітин; а *N. vaccinii* К-8 — метаболіти відмінні від поверхнево-активних речовин з антимікробними властивостями. Вивченню цього питання будуть присвячені наші подальші дослідження.

Література

1. Grover M., Nain L., Singh S. B., Saxena A. K. Molecular and biochemical approaches for characterization of antifungal trait of a potent biocontrol agent *Bacillus subtilis* RP24 // Curr. Microbiol. — 2010. — 60, N 2. — P. 99–106.
2. Mohammediipour M., Mousivand M., Abbasalizadeh S. Molecular and biochemical characterization of Iranian surfactin-producing *Bacillus subtilis* isolates and evaluation of their biocontrol potential against *Aspergillus flavus* and *Colletotrichum gloeosporioides* // Can. J. Microbiol. — 2009. — 55. — P. 395–404.

Вплив строків сівби на фотосинтетичну продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи

Князюк О. В.

Вінницький державний педагогічний університет
імені М. Коцюбинського, каф. біології,
вул. Острозького 32, м. Вінниця, 21001, Україна
e-mail: knyazuk@univer.vini.ua

Кукурудза має добре розвинений фотосинтетичний апарат, який за допомогою сонячної енергії здійснює накопичення органічних речовин із неорганічних сполук. Реалізація потенційної продуктивності генотипів кукурудзи можлива за сприятливих умов для росту і розвитку упродовж вегетації, адаптивністю до діючих чинників навколишнього середовища: інтенсивності світла, температури повітря, вологості ґрунту та вмісту в ньому поживних речовин. Оптимальні строки сівби кукурудзи сприяють анатомо-морфологічній перебудові рослини упродовж її онтогенезу направлених на максимальне поглинання енергії сонячних променів.

Тому, ми поставили за мету визначити величину приросту біомаси різних генотипів кукурудзи в залежності від строків сівби в зв'язку з особливостями фотосинтетичної діяльності.

Дослідження проводились у 2004–2006 р.р. на дослідному полі Інституту кормів УААН. Ґрунти — сірі лісові, опідзолені. Висівали гібриди кукурудзи: ранньостиглий Кадр 167 МВ, середньоранній Подільський 274 СВ і середньостиглий ДК — 315 за міжряддя 70 см і густоти рослин 80 тис./га. Площа облікової ділянки — 50 м². Повторність у досліді — чотириразова.

Для визначення вмісту пігментів: хлорофілу а, в та каротиноїдів використовували фотоелектроколориметричний метод. Для розрахунку енергетичної продуктивності кукурудзи скористались таблицею приходу ФАР для областей України.

В результаті досліджень встановлено, що ранні строки сівби кукурудзи сприяють більшому накопиченню кількості зелених пігментів у листках. Максимальна кількість хлорофілу а (3,71 мг/дм²) і хлорофілу в (1,98 мг/дм²) відмічена у листках ранньостиглого гібриду кукурудзи Кадр 167 МВ у фазі викидання волоті раннього строку сівби (30.04), що більше відповідно на 0,52 і 0,24 мг/дм² порівняно з молочною стиглістю.

В процесі росту і розвитку кукурудзи збільшується сума каротиноїдів. У фазі молочної стиглості вона складає 2,14–2,24 мг/дм² листової поверхні, що на 0,15–0,18 мг більше порівняно з фазою викидання волоті.

Листкова поверхня гібридів кукурудзи досягла максимальної величини в фазі молочної стиглості і становила в ранньостиглого гібрида Кадр 167 МВ (за сівби 30.04) — 42,6 тис. м²/га., середньостиглого Подільського 274 СВ (за сівби 8.05) — 45,8 тис. м²/га, середньостиглого ДК — 315 (за сівби 12.05) — 47,7 тис. м²/га.

Коефіцієнт використання ФАР гібридами кукурудзи на початку вегетації у фазі 6–8 листків складав незначну величину — 0,11–0,23 %, збільшуючи свої показники до фази молочної стиглості — 0,66–0,98 %.

В ранньостиглого гібриду кукурудзи Кадр 167 МВ коефіцієнт використання ФАР був найвищий за рахунок строків сівби (30.04) в фазі молочної стиглості — 0,84 %, а у середньораннього гібриду кукурудзи Подільський 274 СВ (при сівбі 4.05) — 0,89 %. В фазі молочної стиглості (при сівбі 12.05.) відмічений максимальний показник коефіцієнта використання ФАР середньостиглого гібриду кукурудзи ДК-315 — 0,98 %. Інтенсивніше використання ФАР гібридами кукурудзи за даних строків сівби сприяє максимально нагромадженню сухої речовини.

На початку вегетації (фаза 6–8 листків) найбільший збір сухої речовини відмічений у ранньостиглого гібриду кукурудзи Кадр 167 МВ — (12,6- 22,3 ц/га).

Починаючи з фази викидання волоті темпи нагромадження сухої речовини вирівнюються, а у фазі молочної стиглості середньоранній і середньостиглий гібриди кукурудзи за виходом сухої речовини випереджають ранньостиглий.

Найбільшу кількість сухої речовини (123,4 ц/га) накопичено середньостиглим гібридом кукурудзи ДК-135 в фазі молочної стиглості за пізніх строків сівби (12.05), що на 27,7 ц/га більше, ніж за раннього строку сівби (30.04). Ранньостиглий гібрид кукурудзи Кадр 167 МВ забезпечив максимальний збір сухої речовини (101,4 ц/га) в фазі молочної стиглості за раннього строку сівби (30.04), а середньоранній гібрид кукурудзи Подільський 274 СВ — при строку сівби 8.05 (115,4 ц/га).

Таким чином, фотосинтетична продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи залежить від величини, формування та тривалості активної роботи асиміляційної поверхні. Коефіцієнт використання ФАР збільшував свої показники до фази молочної стиглості. В ранньостиглого гібриду кукурудзи коефіцієнт використання ФАР був найвищий за ранніх строків сівби (30.04.), що і забезпечило максимальний збір сухої речовини.

Найбільша кількість сухої речовини накопичена середньостиглим гібридом кукурудзи в пізні строки сівби 12.05, а середньораннім — 8.05.

Підвищення адаптації зернових культур та сої до несприятливих погодних умов

Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф.

*Інститут сільського господарства степової зони НААН України,
вул. Дзержинського, 14, м. Дніпропетровськ-49600, Україна
e-mail: kramaryov@yandex.ua*

Стреси, які виникають під дією несприятливих умов зовнішнього середовища, особливо морозами взимку та спекою влітку є основними чинниками, що обмежують потенційну продуктивність сучасних сортів та гібридів сільськогосподарських культур. Тому актуальним для нашої держави є стабільне збільшення виробництва сільськогосподарської продукції та зниження його залежності від несприятливих погодних умов. Виконання цієї задачі потребує глибокого знання біологічних особливостей рослин, їх стійкості до екстремальних умов середовища, в тому числі й до дії холоду і морозів взимку та високих температур влітку. Загибель рослин є основною причиною зрідження, а в окремі роки і повного вимерзання посівів на значних площах. В посушливі роки пригнічується ріст та розвиток рослин завдяки високим температурам особливо це стосується вологолюбивих культур, таких як соя. Це призводить до різкого зниження продуктивності культур, завдаючи агропромислому комплексу значних збитків.

Врожай озимих культур істотно залежить від умов перезимівлі, а ярих культур від умов зволоження впродовж їх онтогенезу. Ушкодження та загибель зимуючих рослин зумовлені замерзанням води в міжклітинниках і клітинах, яке супроводжується дегідратацією, осмотичним шоком та механічним травмуванням мембран. Найчутливішими до низьких температур є ліпідні компоненти біологічних мембран. В процесі дії морозу, в клітинах меристематичних тканин рослин відбувається порушення нормального обміну речовин та функціональної активності мембран унаслідок переходу їхніх насичених жирних кислот із рідинно-кристалічного в стан гелю, а у міжклітинному просторі та судинах ксилеми, проходить формування кристаликів льоду. А для сої в літній період основним стримуючим фактором росту її продуктивності є дефіцит в ґрунті продуктивної вологи.

Формування морозостійкості зимуючих рослин в онтогенезі пов'язане з адаптивною перебудовою вуглеводного, амінокислотного, білкового, ліпідного обмінів, а також змінами окисно-

відновних, енергетичних та інших функцій. Зменшення чутливості до морозів пояснюється передусім змінами, які виникають у хімічному складі речовин, що містяться в клітині, появі так званих кріопротекторів. Відомі різні способи підвищення інтенсивності проходження загартування озимих культур і зростання морозостійкості рослин. На проходження загартування озимих культур можна вплинути агротехнічними заходами та хімічними речовинами. Зимостійкість озимих залежить від інтенсивності нагромадження та витратами цукрів за період перезимівлі. Зимостійкі сорти характеризуються ощадливим витрачанням цукрів. Встановлено, що на перезимівлю озимих позитивно впливає внесення фосфорно-калійних добрив. Надлишок азотного живлення в початковий період росту озимини знижує їх стійкість до низьких температур і інших несприятливих умов зимового періоду.

З метою підвищення адаптації рослин до несприятливих погодних умов запропоновано використовувати новий препарат з торговою маркою «Антистрес», в складі якого основним компонентом є водорозчинна фосфорно-калійна сіль $\text{KН}_2\text{РO}_4$. Цей препарат використовується для проведення, як передпосівної інкрустації насіння так і для позакореневого підживлення рослин. Завдяки позакореневому підживленню у озимих культур перед входженням їх в зиму препаратом «Антистрес» в них інтенсивніше проходить процес загартування і вони краще адаптуються до несприятливих факторів середовища, про що свідчать результати проморожування відібраних монолітів в січні місяці (відростало після проморожування на 30 % більше оброблених препаратом «Антистрес» в порівнянні з контролем). Рівень виживання рослин після зимівлі була вищою в порівнянні з контролем на 12–20 %, що в кінцевому підсумку позитивно впливає на продуктивність та врожайність.

Растения — концентраторы цинка

**Кривицкая И. А.¹, Яковенко М. Г.¹, Корниенко Е. М.¹,
Россихин В. В.²**

¹Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина
e-mail: m.yakovenko@list.ru

²Харьковская медицинская академия последипломного образования,
ул. Корчагинцев, 57, г. Харьков, 61167, Украина
e-mail: rossikhin@rambler.ru

Лечебное действие растений (мхов, водорослей, грибов, древесных и травянистых) зависит от присутствия в них разнообразных природных соединений (алкалоиды, гликозиды, фенолы, терпеноиды, витамины, полисахариды, жирные масла) и биологически важных микроэлементов (Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Cr, Al, Ba, V, Se, Ni, Sr, Cd, Pb, B, I, Br, Li, Au, Ag), особенно при их концентрации в повышенных дозах.

Представления о роли микроэлементов в последние годы существенно изменилось. Так, еще 10–15 лет назад цинк считался скорее вредным, чем полезным элементом. На сегодня доказано участие цинка в обеспечении иммунитета, а также его роль в процессах роста и в нормальном функционировании половых желез. По нашим данным у 57 (89 %) мужчин с ранними стадиями аденомы простаты из 64 выявлен дефицит цинка в крови и семенной жидкости. Установлено существование 24 Zn-зависимых ферментов, которые участвуют во всех основных процессах обмена веществ. Они катализируют биосинтез и метаболизм нуклеиновых кислот, белка, энергообразование, обеспечивают реализацию действия витамина А и фолиевой кислоты.

Поскольку роль цинка в обмене так велика, закономерно, что при его дисбалансе возникают тяжелейшие заболевания — карликовость, бесплодие, половой инфантилизм, различные формы анемии, дерматиты, усиление роста опухолей, патология ногтей и волос и т. д. Перечисленные проявления отражают крайнюю степень заболеваний. Патология может быть и менее выраженной, но при этом масштабы ее распространения у населения значительно большие. Последнее связано с дефицитом цинка в почвах, в воде, растениях и животных организмах, т. е. в пищевой цепи. Один из показателей небольшого дефицита цинка в организме человека — появление белых пятен на ногтевых поверхностях.

Особого внимания заслуживает тот факт, что среди растений-концентраторов и сверхконцентраторов имеются виды, избирательно накапливающие цинк, которые могут быть использованы для лечения и профилактики цинковой недостаточности. К сверхконцентраторам цинка относится алоэ древовидное, береза повислая, дурман индейский, лавровишня лекарственная, лапчатка прямостоячая, сушеница топяная, якорцы стелющиеся, фиалка полевая, череда и чистотел. Очевидно, что в процессе фитотерапии происходит суммирование действия физиологически активных соединений и цинка, что в конечном итоге повышает физиологическую активность этих видов растений.

Влияние водных экстрактов почвы из-под разных посевов на всхожесть семян кресс-салата

Кучкова А. Г.¹, Джамеев В. Ю.¹, Жмурко В. В.¹,
Витанов А. Д.²

¹Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра физиологии и биохимии растений
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина

²Институт овощеводства и бахчеводства НААНУ, п/о Селекционное,
Харьковский р-н, Харьковская обл., 62478, Украина

Одним из факторов, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур является накопление в почве токсических веществ, вызывающих явление почвоутомления. Причины накопления такого рода веществ имеют разнообразную природу. Это могут быть растительные выделения и метаболиты микроорганизмов, являющиеся аллелопатически активными веществами, а также неблагоприятные факторы среды. Установление природы, причин и следствия явления почвоутомления является актуальным в плане повышения урожайности и улучшения качества с.-х. продукции. Среди множества существующих биотестов наиболее пригодным для изучения аллелопатического воздействия считаются пробы на прорастание семян. Семя является целостной системой, и его реакция на внешние воздействия более правдиво отражает характер отношений видов в ценозе, чем реакция отдельных растительных тканей.

Цель работы было изучить влияние почвы из-под разных посевов на всхожесть семян кресс-салата.

Объектами исследований были образцы почвы, взяты из-под следующих культур:

- 1) Рожь озимая (сорт Забава) + Вика озимая (сорт Юбилейная),
- 2) Рожь озимая (сорт Забава),
- 3) Тритикале (сорт Юнга),
- 4) Тритикале (сорт Раритет),
- 5) Почва без покровной культуры.

Почвенные экстракты готовили путем часового экстрагирования водой и последующего центрифугирования и фильтрования.

Семена кресс-салата раскладывали по 25 штук в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу, добавляли в каждую чашку

по 5 мл екстракта и помещали в термостат при 25 °С. В контрольные чашки вместо почвенных экстрактов добавляли дистиллированную воду. Учет проросших семян проводили на 3-е и 7-е сутки.

Результаты исследований показали, что наибольший ингибирующий эффект на всхожесть семян оказали экстракты почв из под тритикале Юнга и совместного культивирования ржи и вики. При этом снизилась не только всхожесть, но и энергия прорастания. Если в контрольном варианте различия между количеством проросших семян на 3 и 7 день статистически недостоверны, то в вариантах «рожь+вика» и «тритикале Юнга» эти показатели существенно различаются. В остальных вариантах опыта не было достоверных различий относительно контроля. Однако в вариантах «рожь Забава» и «без покровной культуры» отмечена значительная тенденция к снижению всхожести на 3 день. Это также свидетельствует о снижении энергии прорастания, хотя на 7 день в этих вариантах всхожесть достигает уровня контроля. Значения всхожести и энергии прорастания в варианте опыта «тритикале Раритет» были на уровне контроля.

Выявленные эффекты, по нашему мнению, свидетельствуют о наличии аллелопатически активных веществ, оказывающих ингибирующее влияние на прорастание, во всех образцах почвы кроме вариантов опыта «тритикале Раритет». Однако интенсивность воздействия в различных вариантах неодинакова. В вариантах «рожь+вика» и «тритикале Юнга» ингибирующее действие проявляется на протяжении всего эксперимента. А в вариантах «рожь Забава» и «без покровной культуры» более выраженное действие наблюдается только в первые 3 дня.

Роль кальцію у дії трінексапак-етилу

Лузін О. Г.¹, Вірич П. А.²

¹ Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, відділ фізіології живлення рослин, вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: luzin_alexandr@ukr.net

² Київський національний університет ім. Т. Шевченка Науково-Навчальний центр «Інститут біології», каф. біофізики, пр-т Глушкова, 2, м. Київ, 01033

Україна є одним із потужних виробників сільськогосподарської продукції у світі, тому підвищення врожайності культур у рослинництві має загальнодержавне значення.

Сучасні сорти, пестициди та добрива є одним з найефективніших засобів підвищення врожайності та поліпшення якості сільськогосподарських культур. Завдяки правильному і збалансованому застосуванню добрив з гербіцидами, фунгіцидами, інсектицидами та регуляторами росту рослин урожайність головних сільськогосподарських культур значно зростає.

Ще одним важливим елементом високоінтенсивних технологій вирощування пшениці є запобігання вилягання, яке значно зменшує продуктивність і якість зерна. Необхідність таких заходів обумовлена застосуванням високих доз азотних добрив для максимального розкриття потенціалу продуктивності сортів. Тому обов'язковою умовою вирощування високих врожаїв озимої пшениці є обробка посівів ретардантами, зокрема короткостеблових сортів (В.В. Моргун та ін., 2010)

Принципова особливість, яка відрізняє ретарданти від інших регуляторів росту, в тому, що вони гальмують синтез гіберелінів, внаслідок чого вкорочуються міжвузля і збільшується кількість механічної тканини. При цьому різко, інколи на половину, зменшується лінійний ріст осевих органів. Як наслідок, в рослинах після обробки ретардантами відбувається перерозподіл асимілятів, що сприяє розвитку потужної кореневої системи. Також, підвищується якість зерна за рахунок накопичення асимілятів у зерні.

Перспективним ретардантом для пшениці є трінексапак-етил (Моддус), який застосовують у фазі від кінця кущіння до початку виходу в трубку у дозах 0,4–0,6 л/га. Трінексапак-етил засвоюється рослиною через листову поверхню, де гідролізується до активної форми — похідної кислоти, що переміщується до

меристеми проростків (Neil L. et al, 2001), де взаємодіє з GA_{12} -альдегідом і блокує біосинтез гіберелової кислоти. Відомо, що основним внутрішньоклітинним посередником передачі сигналу від останньої є Ca/Ca -кальмодулінова система. Зміни концентрації цитоплазматичного Ca^{2+} дозволяють визначити особливості механізмів впливу трінексапак-етилену на рослинні клітини та організм в цілому (Pineros and Tester, 1997) високопродуктивних сортів зернових колосових культур.

Дослідження ролі кальцію у дії трінексапак-етилену проводяться в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України у відділі фізіології живлення рослин під керівництвом чл.-кор. НАНУ Швартау В.В.

Література

1. Моргун В. В., Санін Є. В., Швартау В. В., Омелянченко О. А. Клуб 100 центнерів. Сорти та технології вирощування високих урожаїв озимої пшениці // Київ: Логос, 2010. — С. 4, 104.
2. Heckman N. L., Horsta G. L., Gaussoina R. E. and Tavenera B. T. Trinexapac-ethyl influence on cell membrane thermostability of Kentucky bluegrass leaf tissue // *Scientia horticulturae*. — 2001. — P. 92,183–186.
3. Pineros M., Tester M. Calcium channels in higher plant cells: selectivity, regulation and pharmacology // *J. Exp. Bot.* — 1997. — 48, Special Issue. — P. 551–577.

Влияние амарантина на некоторые показатели метаболизма прорастающих семян сорго в условиях засоления

Луценко Э. К.

Южный федеральный университет, кафедра ботаники, ул. Большая Садовая 105/42, г. Ростов-на-Дону-344006, Россия
e-mail: ertil808@rambler.ru

Засоление почвы как стрессирующий фактор является серьезной проблемой сельскохозяйственного производства. В отличие от других неблагоприятных факторов среды засоление действует на растение постоянно на протяжении всего периода вегетации. Прорастание семян один из наиболее чувствительных этапов онтогенеза растений, от которого, в конечном счете, зависит не только урожай, но и его качество.

В данной работе рассматривалась возможность использования амарантина как регулятора роста растений в условиях засоления.

Опытными объектами служили семена сорго (*Andropogon sorghum*), проращиваемые в лабораторных условиях при $t = 25^{\circ}\text{C}$ в темноте на растворах хлорида натрия 0,1 и 0,2 М, которые относятся соответственно к слабому и среднему уровню засоления. Контролем служили семена, замоченные на дистиллированной воде.

Проведенные исследования показали, что при засолении субстрата снижаются всхожесть и энергия прорастания семян, что впоследствии приводит к уменьшению размеров и биомассы как побега, так и корневой системы, при этом количество боковых корешков существенно уменьшается.

Предпосевная обработка семян раствором амарантина снизила токсическое действие соли, что нашло свое выражение как в увеличении всхожести семян, так и энергии прорастания. При концентрации 0,1 М NaCl разница в размерах и биомассе проростков между опытом и контролем стала недостоверной, а при засолении 0,2 М существенно уменьшилась.

В меристеме корешков проростков на контроле первые митозы начинаются спустя 13 часов с момента замачивания семян. В опытном варианте при засолении 0,1 М NaCl начало митотической деятельности меристемы относительно контроля отмечено на 1 час позже — спустя 14 часов после начала прорастания,

а при засолении 0,2 М – только через 16 часов. Предварительное замачивание семян в растворе амарантина привело к тому, что возобновление митотической активности меристемы в корешках опытных проростков отмечалось в более ранние сроки, в то время как на контроле время начала митозов под действием амарантина практически не изменилось.

В литературе приводятся многочисленные данные, показывающие прямую зависимость между содержанием пролина и устойчивостью растений к неблагоприятным факторам среды. Наши данные также подтвердили эту закономерность. В то же время обработка семян сорго раствором амарантина приводила к снижению содержания пролина в опытных растениях, причем в большей степени это было выражено при высоком уровне засоления (0,2 М NaCl).

Известно, что активно работающим ферментом растительных тканей является пероксидаза. Одной из основных функций этого фермента является защитная. Пероксидаза активно реагирует на действие стрессовых воздействий. Наши исследования показали резкое повышение ее активности в условиях засоленности субстрата, а также увеличение числа ее молекулярных форм.

В проростках, семена которых были обработаны раствором амарантина, наблюдалось значительное ингибирование активности этого фермента, причем при слабом уровне засоления (0,1 М NaCl) этот показатель приближался к контрольному, а при сильном (0,2 М NaCl) ингибирующее действие соли ослабевало на 25–30 %.

Отмеченные изменения в метаболизме проростков сорго показали, что амарантин в определенной степени обладает регуляторным влиянием на ростовые процессы в условиях засоления.

Ефективність бакових сумішей для регуляції росту, розвитку та продуктивності ярого ячменю

Мар'юшкіна В. Я., Пилипчук М. П., Ярошенко Л. М.

*Інститут захисту рослин НААНУ,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: yaroshenko-lm@yandex.ru*

Взаємозалежність росту і фізіологічних процесів у рослині (дихання, фотосинтез) не завжди чітка. Важливу роль при цьому відіграє здатність рослин адаптуватися до умов вегетації. Вона значною мірою залежить від спадкових — біологічних і екологічних особливостей рослин — холодостійкості, реакції на відносну вологість повітря, стресові умови. У зв'язку з цим виникає потреба в регулюванні росту рослин в цілому проведенням відповідних агротехнічних заходів та застосуванням регуляторів росту та добрив, які взаємодіють з фітогормонами. Біостимулятори, поліпшують обмін речовин, підвищують стійкість (адаптацію) до несприятливих умов (Зінченко О. І., 2001). Це дає можливість за мінімальних витрат істотно поліпшити умови росту і розвитку рослин, підвищити продуктивність та покращити якість урожаю (Тараріко Ю. О., 2002). Застосування стимуляторів росту рослин та добрив в бакових сумішах з гербіцидами знижує чисельність сегетальної рослинності та підсилює конкурентну здатність культурних рослин (Леонтюк І. Б., 2000).

Тому у власних дослідженнях для зниження чисельності сегетальної рослинності та підсилення фітоценотичної ролі ярого ячменю застосовували різні бакові суміші гербіциду Гранстр Про 75, в.г. (з рекомендованою нормою внесення — 15 г/га та зниженою нормою на 20 % — 12 г/га), прилипаками Тренд 90 (200 мл/га) та Альфа-Клей (500 мл/га), стимулятором росту рослин Біосил (10 мл/га) і добривом Мочевин К2 (0,5 л/га).

В результаті проведених досліджень встановлено, що найвищі показники технічної ефективності препаратів проти дводольних видів по кількості бур'янів спостерігались на 30-й день після обробки у варіантах, де застосовували різні композиції норм гербіциду у бакових сумішах прилипачів, стимулятору росту рослин і добрива та відповідала таким параметрам, які варіювали від 66,1 до 75,3 %. За даними структурного аналізу простежувалась вище згадана закономірність, яка, в даному випадку, базувалася

на ефективності дії стимулятора росту Біосил та добрива Мочевин К2. Застосовуючи знижені норми гербіциду в зазначених бакових сумішах отримали дані, які відповідали вищим показникам в порівнянні з варіантом, який обробляли лише рекомендованою нормою гербіциду Гранстар Про 75, в.г.. Маса 1000 зерен варіювала від 39,3 до 40,3 г/м², що вплинуло на врожайність зазначених вище варіантах, які відповідали найвищим показникам у досліді. Прибавка врожаю склала від 26,2 до 49,2 %, що відповідає 0,52–0,97 т/га порівняно з варіантом, який не обробляли препаратами.

Отже, застосування гербіцидів у бакових сумішах із стимуляторами росту рослин, добривами та прилипачами сприяє не лише зниженню забур'яненості, а й посиленню конкурентної здатності культури до бур'янів, що позитивно впливає на врожайність. До того ж, дозволяє застосовувати знижені норми гербіциду на 20 %, що дає можливість зниження витрат при вирощуванні ярого ячменю та пестицидного тиску на агроценози.

Література

1. Зінченко О. І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.
2. Леонтюк І. Б. Гербіциди — плюс стимулятори / І.Б. Леонтюк // Захист рослин. — 2000. — № 12. — С. 24–25.
3. Тараріко Ю. О. Вплив біопрепаратів і полімерних добрив на трансформацію органічної речовини і поживний режим чорнозему типового / Ю.О. Тараріко, М.Б. Пісковий // Вісник аграрної науки. — 2002. — № 5. — С. 17–22.

Індукція апоптозу в клітинах меристеми коренів *Hordeum vulgare* та *Rhaphanus sativus* після обробки новими похідними 2,6-динітроаніліну, комерційними грамініцидами та їх композиціями

Ожерєдов С. П., Спивак С. І., Ємець А. І., Блюм Я. Б.

Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України,
вул. Осиповського 2а, Київ-123, Україна, 04123
e-mail: ozheredov@gmail.com

На сьогоднішній день існує ряд робіт та патентів по застосуванню динітроанілінів в якості модифікаторів гербіцидної активності препаратів, діюча речовина яких належить до інших класів хімічних сполук. Крім того, широке застосування післясходових гербіцидів на основі флуазифоп-*p*-бутила, феноксапропа та піноксадена призвело до розробки ряду їх ефективних композицій з похідними динітроаніліну [1]. Раніше нами були проведені дослідження щодо можливості використання нових 2,6-динітроанілінів в якості синергічного компонента гербіцидних композицій на основі комерційних грамініцидів [2].

Метою даної роботи було з'ясування можливості індукції апоптотичних процесів в рослинних клітинах після їх обробки гербіцидними композиціями, створеними на основі комерційних грамініцидів з додаванням нових похідних 2,6-динітроаніліну.

В роботі були використані комерційні грамініциди Фуроресупер (Bayer CropScience, Німеччина) і Фюзилад-форте та Аксіал (Syngenta, Швейцарія), а також синтезовані в Інституті органічної хімії НАН України нові похідні 2,6-динітроаніліну (Br-15 та Br-47). Тестування речовин здійснювали на 3–4-х денних проростках представників класу однодольних та дводольних рослин — ярого ячменю (*Hordeum vulgare* L.) сорту Сейм та редьки олійної (*Rhaphanus sativus* L. var. *oleiformis*) сорту Райдуга.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що обробка досліджуваними гербіцидними композиціями, індукує загибель клітин коренів проростків ячменю та редьки. При цьому, загибель меристематичних клітин коренів була зафіксована також на варіантах із використанням окремих компонентів досліджуваних композицій, що вказує на здатність даних сполук у мікромолярних концентраціях викликати клітинну загибель.

Для з'ясування механізму загибелі клітин було проведено тест на наявність в клітинах процесів ацидифікації (забарвлення *in vivo* акридином оранжевим) та специфічної нуклеосомної фрагментації (за допомогою *in situ* методу TUNEL). Ацидифікацію цитоплазми клітин було зафіксовано на варіантах, оброблених всіма похідними динітроаніліну (поодинокі клітини в апікальній меристемі) та досліджуваними композиціями. Найбільш чутливими виявилися проростки ячменю. Тест на наявність специфічної нуклеосомної фрагментації, що є характерною ознакою апоптозу, дав позитивну відповідь лише на варіантах із застосуванням гербіцидних композицій, на відміну від варіантів із застосуванням окремих компонентів.

Отримані дані свідчать про те, що досліджувані гербіцидні композиції здатні до індукування апоптотичних процесів в рослинній клітині. Реалізація даного типу біологічної активності може бути пов'язана з індукцією апоптотичних каскадів за рахунок синергічних ефектів використаних компонентів — похідних динітроаніліну та інгібіторів ацетил-КоА-карбоксилази.

Література

1. Швартау В.В. Регуляція активності гербіцидів за допомогою хімічних сполук. — К.: Логос, 2004. — 223 с.
2. Ожередов С. П., Емец А. И., Брицун В. Н., Лозинский М. О., Швартау В. В., Блюм Я. Б. Повышение эффективности гербицидов — ингибиторов ацетил-КоА-карбоксилазы при использовании их в композиции с новыми производными динитроанилинов. // Физ. и биохим. культ. раст. — 2011. — 43, № 2. — С. 122–128.

Вплив мікроелементів на ріст проростків робінії звичайної в умовах комплексного забруднення повітря

Приседський Ю. Г.

Донецький національний університет, каф. фізіології рослин,
вул. Щорса, 46, Біологічний факультет ДонНУ,
Донецьк 83050, Україна
e-mail: g_prisedsky@ukr.net

Антропогенне забруднення довкілля промисловими відходами створює веде до його незворотних змін. В процесі нейтралізації промислових забруднювачів атмосфери поряд з технічними заходами важливу роль можуть виконувати рослини, які здатні поглинати значну кількість забруднювачів. Тому особливе значення вивчення впливу забруднювачів на рослини та добір стійких видів є актуальною проблемою для індустріально розвинених регіонів. зокрема Донбасу, де лише в атмосферу щорічно викидається 2,9 мільйони тонн шкідливих речовин. Разом з тим ріст рослин у техногенному середовищі суттєво залежить від їх індивідуальної стійкості, забезпечення елементами мінерального живлення, водою тощо.

У зв'язку з цим нами проведені дослідження з впливу основних елементів мінерального живлення на ріст проростків робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) в умовах комплексного забруднення повітря сполуками фтору, сірки й азоту. У досліді використані наступні добрива: азот у нітратній (NaNO_3) та амонійній (NH_4Cl) формах — 82 мг діючої речовини на 1 кг ґрунту; калій (KCl) — 78 мг/кг; фосфор (Na_2HPO_4) — 40 мг/кг; рідкі комплексні добрива (РКД) виробництва Сумського виробничого об'єднання «Хімпром» — 840 мг/кг. Була застосована наступна схема підживлень: 1) без внесення добрив; 2) азот (нітратна форма); 3) азот (амонійна форма); 4) фосфор; 5) калій; 6) азот (нітратна форма) + калій; 7) азот (амонійна форма) + калій; 8) азот (нітратна форма) + фосфор; 9) азот (амонійна форма) + фосфор; 10) калій + фосфор; 11) азот (нітратна форма) + калій + фосфор; 12) азот (амонійна форма) + калій + фосфор; 13) РКД. Розчини зазначених речовин вносилися в ґрунт, на якому вирощувалися проростки робінії звичайної при досягненні ними 14-денного віку. У віці 20 днів проростки піддавалися впливу однієї із сумішей газів: $\text{NH}_3 + \text{HF}$; $\text{NH}_3 + \text{SO}_2$; $\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$; $\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{HF}$;

$\text{NH}_3 + \text{HF} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$. Фумігація здійснювалася в спеціальній камері протягом 10 годин за наступних концентрацій газів: HF — 3 мг/м³, NH_3 — 5 мг/м³, SO_2 — 5 мг/м³, H_2SO_4 — 3 мг/м³. Через 7 днів після закінчення фумігації у рослин вимірювали довжину, сиру і суху масу проростків. Досліди проводилися в 3–10-кратній повторності. Отримані дані оброблені статистично.

Як показали дослідження, усі сполучення газів значно пригнічують ріст (на 10,4–19,9 %) та накопичення біомаси (на 20,6–42,0 %) проростками робінії звичайної. Найбільший негативний вплив чинить суміш аміаку і сірчистого ангідриду та сполучення цих газів з парами сірчаної кислоти.

Найбільш ефективно на швидкість росту робінії звичайної за умов дії газів впливають РКД, амонійні азотні добрива та суміші, які містять амонійну форму азоту. У цих варіантах довжина паростків на 19,1–68,3 % перевищує відповідний показник фумігованих рослин, вирощених без внесення добрив і не відрізняється вірогідно від контрольних рослин. Менший вплив на ріст паростків (6,1–20,3 %) обумовлюється внесенням азоту у нітратній формі.

На накопичення сирої та сухої маси проростками робінії звичайної в умовах забруднення повітря фітотоксикантами максимальний позитивний ефект чинить використання фосфору, калію та їх суміші суха та сумішей фосфору та азоту (як у нітратній так і у амонійній формі) або калію та азоту (незалежно від форми). Застосування цих елементів веде до збільшення маси проростків у 1,6–2,5 рази порівняно з фумігованими рослинами, вирощуваними на не удобреному ґрунті.

Таким чином, за допомогою регуляції мінерального живлення можна суттєво поліпшити ростові процеси рослин за умов комплексного забруднення повітря сполуками фтору, сірки та азоту. Дози та склад добрив значною мірою залежать від сполучень токсикантів та їх концентрацій.

Вплив рутину на ростові процеси рослин при різних умовах зволоження

Росіцька Н. В.

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України,
відділ алелопатії, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ-01014, Україна
e-mail: botanicka@yandex.ru

Водний режим ґрунтів має величезне значення для нормального функціонування рослинного організму. Одним з механізмів адаптації рослин до умов водного дефіциту є одночасне накопичення сполук різних типів — проліну, сахарози, моноцукрів (Майор, 2010), а також активізація компонентів ферментативної системи захисту, зокрема каталази (Росихіна, 2010). Звідси випливає необхідність розширення й поглиблення досліджень механізмів адаптації рослин до змін водного режиму.

У модельних дослідах використовували суміш газонних трав: *Lolium perenne* L. (40 %), *Poa pratensis* L. (25 %), *Festuca rubra* L. (35 %). Рослини вирощували при температурному режимі 22–24 °C і відносній вологості повітря 75–80 %. Вологість сірого лісового опідзоленого ґрунту підтримували на рівні 20, 40, 60, 80 % від повної вологості. Обробку рослин проводили 0,01 % водним розчином рутину. Вміст цукрів визначали за Г.Є. Бертраном (Плешков, 1985), каталазу — за А. Н. Бахом і А. І. Опаріним (Плешков, 1985), пролін — за О.П. Стаценком (1999). Повторність досліду 6 — 10-тикатна.

У результаті проведених досліджень з'ясовано, що обробка рослин водним розчином рутину впливала на ростові процеси і біосинтез проліну в тканинах рослин за різних умов зволоження. Так, у досліді лінійні розміри надземної частини рослин збільшувалися порівняно з контролем у 1,6 рази, а підземної частини — у 2,1 рази. Встановлено, що вміст проліну та цукрів залежить від обробки рослин рутином: у рослин після обробки розчином рутину вміст проліну зменшився у 4,8 рази, а вміст моноцукрів і дицукрів — у 2,1 рази.

Отже, обробка рослин розчином рутину позитивно впливає на розвиток надземної та підземної частин рослин, сприяє підвищенню адаптації до недостатнього водозабезпечення.

Література

1. Майор П. С. Взаємозв'язок між вмістом вільного проліну, розчинних цукрів та обводненістю тканин у рослинах озимої пшениці протягом

- осінньо-зимового періоду // Физиология и биохимия культ. растений. — 2010. — 42, № 4. — С. 298–305.
2. Пleshков Б.П. Практикум по биохимии растений — М.: Агропромиздат, 1985. — 255 с.
 3. Россихина Г. Стан антиоксидантної ферментативної системи рослин кукурудзи за дії ґрунтових гербіцидів і посухи // Вісник Львів. ун-ту. Серія Біологічна. — 2010. — Вип. 53. — С. 188–198.
 4. Стаценко А. П. Биохимический прогноз жаростойкости у зерновых и бобовых культур // Достижения науки и техники — АПК. — 1999. — № 7. — С. 29–30.

Ріст і продуктивність рослин поліплоїдних плівчастих пшениць *Triticum dicoccum* (Schr.) Schuebl. і *Triticum spelta*

Ружицька О. М., Заболотна А. П., Якименко І. А.

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

Як відомо, співродичі сучасних сортів м'якої пшениці є цінними джерелами господарсько-корисних ознак для її поліпшення. Крім того, в останній час зростає інтерес до вирощування деяких плівчастих тетраплоїдних і гексаплоїдних видів роду *Triticum* у зв'язку з високою харчовою цінністю зерна цих культур.

Метою нашого дослідження було визначення основних компонентів продуктивності та показників росту вегетативної та генеративної частини рослин гексаплоїдної пшениці *Triticum spelta duhamelianum*, тетраплоїдної *Triticum dicoccum* (Schr.) Schuebl. (var. *atratum*, var. *triccoccum*), а також проведення порівняльної характеристики рослин даних генотипів за визначеними показниками.

Рослини вирощували з насіння колекційних зразків Національного центру генетичних ресурсів рослин України (м. Харків). Визначення біометричних параметрів та продуктивності проводили після досягнення рослинами фази повної стиглості. Оцінку продуктивності рослин проводили за допомогою структурного аналізу.

Біометричні показники вегетативної частини рослин мають значну роль в оцінці формування продуктивності всієї рослини. За результатами наших даних, плівчасті пшениці *T. dicoccum* (Schr.) Schuebl. і *T. spelta* характеризувалися формуванням високорослих рослин, середня висота стебла яких складала 126 і 107 см відповідно, а максимальні її значення досягали 170 та 134 см відповідно. Найбільшу довжину та масу стебла (як загальну, так і на 1 см довжини) мали рослини *T. dicoccum* var. *atratum*.

За показниками генеративної частини рослин, що визначають зернову продуктивність, можна відзначити, що рослини *T. spelta* характеризувалися більшою довжиною колосу (в середньому на 2,8 см) і меншим числом колосків у колосі, ніж рослини *T. dicoccum*. Ці відмінності між генотипами відобразились у показнику щільності колосу, який склав у рослин *T. spelta* 1,9,

а у рослин *T. dicoccum* — 3,17 та 3,42. Отже, рослини *T. spelta* відзначались формуванням меншої кількості (шт.) зерен у колосі, ніж рослини *T. dicoccum*. За показником маса 1000 зерен усі досліджувані генотипи істотно не відрізнялись. Як відомо, середня продуктивність колосу складається із 2-х показників — числа зерен в колосі та маси 1000 зерен. Отже, відмінності за показником маса зерна з колосу між даними генотипами були зумовлені, переважно, відмінностями за кількістю зерен у колосі.

Як відомо, маса зерна з колосу та кількість продуктивних стебел визначають загальну зернову продуктивність рослини. За даним показником рослини *T. dicoccum* переважали *T. spelta* в середньому в 2,5 рази. Рослини *T. dicoccum* var. *atratum* характеризувались більшою (на 37 %) масою зерен з рослини, ніж у *T. dicoccum* var. *triccoccum*, в зв'язку з меншою у останніх кількістю продуктивних стебел.

Отже, отримані дані свідчать, що за однакових умов вирощування, досліджувані генотипи відрізнялась між собою за загальною продуктивністю рослин. Відмінності продуктивності у рослин зазначених генотипів були зумовлені не одним, а декількома елементами структури урожаю. Рослини *T. spelta duhamelianum* відрізнялись від *Triticum dicoccum* (Schrack) Schuebl. (var. *atratum*, var. *triccoccum*) меншою зерновою продуктивністю в зв'язку з меншою озерненістю колосу та кількістю продуктивних стебел.

Корекція морфофізіологічних показників і підвищення насінневої продуктивності рослин газонних трав регуляторами росту та мікроелементами

Серга О. І.¹, Светлова Н. Б.¹, Улинець В. З.¹,
Григорюк І. П.²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ Інститут біології, кафедра фізіології та екології рослин, пр. Глушкова, 2, корпус 12, м. Київ-03022, Україна, e-mail: olesya_serga@ukr.net

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ-03041, Україна

Газонні трави відіграють надзвичайно важливу роль в озеленувальних насадженнях загального користування Київського мегаполісу, де їх роль як «зелених легень» особливо відчувається.

Питома маса газонів складає від 20 до 50 % і більше від загальної площі зелених насаджень загального користування (напіввідкриті і закриті ландшафти), а стан газонів великою мірою залежить від якості насіння газонних трав, районованих до умов України.

Глобальні зміни клімату, які спостерігаються особливо гостро в останні десятиріччя, негативно впливають на стан міських газонів, як правило, в посушливий період року, коли газони «вигоряють», потребують ремонту, поливу відновлення.

Для корекції морфофізіологічних показників рослин газонних трав ми застосовували регулятори росту: триман-1 для передпосівної обробки насіння газонних трав (15 т/га) і вегетуючих рослин у фазу виходу в трубку — на початку цвітіння (10 т/га), ендofіт L1 (40 мл/га) як роздільно, так і сумісно з мікроелементами в дозах, рекомендованих для сільськогосподарських культур (Zn, Cu, B, Mn, Mo і Co у співвідношенні 10 : 17 : 3 : 8 : 5 : 4) — (10г/га).

Результати досліджень показали стимулювальний вплив регуляторів росту триману-1 і ендofіту L1 та мікроелементів на врожай газонних трав. Аналіз отриманих даних показав, що обробка вегетуючих рослин водним розчином триману-1 викликала збільшення порівняно з контролем врожаю насіння костриці червоної (сорт Сирецький) на 85–112 %, пажитниці багаторічної (сорт Київська-101) 6–16 %, костриці тонколистої (сорт Боярська) — 50–51 %, тонконога лучного (сорт Оксанін) — 10–11 %.

Передпосівна обробка насіння триманом -1 забезпечила порівняно з контролем збільшення врожаю костриці червоної (сорт Свердловська) на 20 (2007 р.) і 29 % (2008 р.), тонконога лучного (сорт Сирецький) — 95 (2007 р.) й 91 % (2008 р.), пажитниці багаторічної (сорт Київська-101) — 16 (2007 р.) і 21 % (2008 р.), костриці тонколистості (сорт Боярська) — 59 (2007р.) і 68 % (2008 р.), тонконога лучного (сорт Оксанін) — 3 (2007 р.) та 43 % (2008 р.).

Обприскування вегетуючих рослин водним розчином ендofіту L1 (40 мг/га) і мікроелементів (10 кг/га) викликало найінтенсивніший приріст продуктивних стебел у костриці червоної (сорт Борджена) на другому році вирощування (на 60 %).

Збільшення кількості продуктивних стебел у костриці червоної (сорт Сирецький) на 10 % зафіксовано нами на першому році вирощування.

Встановлено, що роздільне застосування регуляторів росту триману-1 і ендofіту L1 й сумісне з мікроелементами призводить до збільшення кількості продуктивних пагонів та врожаю насіння газонних трав. Передпосівна обробка насіння газонних травок, зокрема костриці червоної (сортів Свердловська, Борджена, Сирецька), костриці тонколистості (сортів Боярська), тонконога лучного (сортів Сирецький-27 і Оксанін), пажитниці багаторічної (сортів Київська-101) викликали зростання порівняно з контролем об'єму коренів, робочої поглинальної й загальної адсорбуючої поверхні коренів та асиміляційної поверхні листків середньому відповідно — на 17, 36, 67 та 9 %.

Обробка вегетуючих рослин газонних трав водним розчином триману-1 (10 г/га) спричиняло збільшення в середньому порівняно з контролем насінневої урожайності в 1,3 (пажитниця багаторічна, сорт Київська-101) — 2,2 рази (тонконіг лучний, сорт Сирецький). Аналогічна обробка водним розчином ендofіту L1 (40 мл/га) викликала зростання врожаю насіння — в 1,1 (костриця червона, сорт Борджена) та 2,1 рази (тонконіг лучний, сорт Сирецький).

Таким чином встановлено стимулювальний вплив регуляторів росту триману-1 і ендofіту L1 з фуксиновою, цитокініновою й гібереліновою активністю і мікроелементів на ріст, розвиток та насінневу урожайність рослин газонних трав. Їх застосування суттєво стимулює розвиток кореневої системи і асимілюючої поверхні листків, сприяє покращенню умов живлення та збільшенню насінневої урожайності.

Вплив хлорхолінхлориду на морфометричні параметри та фотосинтетичну активність рослин гречки звичайної

Смірнов О. Є., Косик О. І.

Навчально-науковий центр „Інститут біології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кафедра фізіології та екології рослин, Київ, Україна, e-mail: mcd_smirnov@mail.ru

Гречка — традиційна українська круп'яна культура. Сучасні умови ведення господарства та перехід до ринкової економіки змінили підходи до вирощування сільськогосподарських культур. Головною проблемою стало виробництво конкурентноспроможної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

В Україні гречку, як правило, вирощують для виробництва крупи, використання у тваринництві та інших галузях народного господарства. Найбільші площі гречка займає у лісостепових, поліських і західних районах України. У лісостепових районах України гречку можна вирощувати як поукісну культуру, у південних — на одному полі можна вирощувати два врожаї гречки за рік за сівби свіжозібраним насінням (Алексеева Е. С., 2005).

Адаптивні реакції у рослин, викликані дією регуляторів росту, пов'язані з такими основними процесами, як ріст і фотосинтез. Значні можливості в регуляції останніх відкриває застосування ретардантів. Обробка рослин хлорхолінхлоридом (ССС) дає можливість стримувати старіння асиміляційного апарату і, як наслідок, збільшувати фотосинтетичну активність рослин гречки звичайної (Василенко В. Ф., 1991).

Метою нашої роботи було встановити вплив СССР в різних концентраціях на морфометричні параметри (довжину гіпокотелей та першого меживузля, площу листової пластинки) та вміст пластидних пігментів гречки звичайної (*Fagopyrum esculentum* Moench.).

Ріст є інтегральним показником стану рослинного організму. Ретардант пригнічує розтягування клітин стебел під час їх росту, спрямовуючи їхній поділ у поперечному напрямку, блокує в організмі рослини синтез гібереліну (Кур'ята В. Г., 1985).

Вивчаючи вплив СССР на рослини гречки звичайної можна простежити чітку тенденцію зменшення довжин гіпокотилі та першого меживузля при збільшенні концентрації діючої речовини.

При обробці насіння гречки звичайної максимальною 2 %-ою концентрацією ретарданта, довжина гіпокотила зменшилася на 25 %, меживузля — на 60 %.

Результати наших експериментів також свідчать про зменшення площі листової пластинки дослідних рослин за дії ретардantu. Слід зазначити, що площа листової пластинки дослідних рослин знижувалася на 36 % відносно контрольних зразків при обробці 2 %-им розчином ССС. При цьому, обробка насіння гречки звичайної ретардантом у концентрації 2 % призвела до збільшення вмісту хлорофілу *a* на 46 %, хлорофілу *b* — на 28 %, каротиноїдів — на 72 %.

Отже, отримані нами дані вказують на зменшення довжини гіпокотелей та першого меживузля, площі листової поверхні, що частково компенсувалося перебудовою асиміляційного апарату листків — збільшенням вмісту пластидних пігментів.

Література

1. Алексеева, Е. С. Культура гречихи. / Е. С. Алексеева, И. Н. Елагин, Л. К. Тараненко [и др.]. — Каменец-Подольск, 2005. — 3 часть. — С. 473–486.
2. Василенко В. Ф., Креславский В. Д., Кузнецов Е. Д. Хлорхлинхлорид как модификатор ряда регулируемых фитохромом процессов роста и фотосинтеза // Доклады АН СССР 1991. Т. 316 №6.
3. Курьята В. Г., Ременюк Г. Л., Прокопенко Л. С. Влияние хлорхлинхлорида на рост, урожайность и качество продукции ягодных культур // Физиология и биохимия культ. растений.- 1985. — 17, № 4.- С. 366 — 372.

Активність супероксиддисмутази хлоропластів та CO₂-газообмін прапорцевого листка у сортів озимої пшениці різної продуктивності

Соколовська-Сергієнко О. Г.

*Інститут фізіології рослин та генетики Національної академії наук України, відділ фізіології та екології фотосинтезу, вул. Васильківська, 31/17, м. Київ-03022
e-mail: sokolovskaya@rambler.ru*

У вегетаційному досліді вивчали динаміку активності супероксиддисмутази хлоропластів та інтенсивності фотосинтезу і фотодихання прапорцевого листка у фази цвітіння — молочно-воскова стиглість у трьох контрастних за продуктивністю сортів озимої пшениці — Смуглянки та Фаворитки (нові високопродуктивні сорти) і Миронівської 808 (менш продуктивний сорт старої селекції). Інтенсивність фотосинтезу прапорцевого листка у досліджуваних сортів у період наливу зерна поступово знижувалася. Рослини сорту Миронівська 808 характеризувалися найменшими значеннями цього показника, а його падіння відбувалося швидше. У високопродуктивних сортів Смуглянки і Фаворитки інтенсивність фотосинтезу була на 20–30 % вища, ніж у Миронівської 808, і зниження її відбувалося повільніше.

Протягом досліджуваного періоду для цих сортів була характерна вища інтенсивність фотодихання. Зниження асиміляції CO₂ листками зменшує використання НАДФН в хлоропластах, що призводить до надвідновлення електронтранспортного ланцюга і утворення активних форм (АФК), в першу чергу супероксидного аніон-радикала, які пошкоджують компоненти фотосинтетичного апарату (Asada K., 2006). Відомо, що фотодихання може відігравати роль альтернативного акцептора електронів, і таким чином, захищає фотосинтетичний апарат від пошкодження (Wingler A., Lea P. J., Quick W.P. et al., 2000; Стасик О. О., 2009). У зв'язку з цим варто відмітити, що підвищений рівень фотодихання прапорцевого листка у рослин сортів Смуглянка та Фаворитка зберігався довше по мірі старіння, ніж у сорту Миронівська 808, а також фотосинтетична активність цих сортів була вищою. Важливим компонентом клітинної системи захисту від АФК є СОД. Отримані результати свідчать, що у прапорцевому листку всіх досліджуваних сортів у період між цвітінням і молоч-

ною стиглістю відбувалося збільшення активності хлоропластної СОД. Характерно, що цей ефект був значно сильніше виражений у Смуглянки і Фаворитки, активність СОД у рослин цих сортів збільшилась на 77 %, а в сорту Миронівська 808 на 37 %. У період між молочною і молочно-восковою стиглістю у Миронівської 808 і Смуглянки активність СОД дещо знижувалась, а у Фаворитки зберігалася на попередньому високому рівні. Підвищена активність хлоропластної СОД у період наливу зерна, очевидно, є захисною реакцією фотосинтетичного апарату на окиснювальний стрес, який розвивається у процесі старіння. Можна припустити, що завдяки вищій активності СОД і підвищеному фотодиханню інтенсивність фотосинтезу в репродуктивний період онтогенезу у нових високопродуктивних сортів Фаворитка і Смуглянка підтримувалася на більш високому рівні порівнюючи зі сортом старої селекції Миронівська 808.

Література

1. Стасик О. О. Фотодихання та його фізіологічне значення // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. — Київ: Логос, 2009. — Т. 1. — С. 170–199.
2. Asada K. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions // Plant Physiol. — 2006. — 141, N 2. — P. 391–396.
3. Winkler A., Lea P. J., Quick W. P., Leegod R. C. Photorespiration: metabolic pathways and their role in stress protection // Phil. Trans. Roy. Soc. — 2000. — 355, N 5. — P. 1517–1529.

Спосіб обробки рослин гербіцидами класу грамініцидів

Трач В. В.

*Інститут фізіології рослин і генетики
Національної академії наук України
вул. Васильківська 31/17, м.Київ-03022, Україна
e-mail: valentr2000@rambler.ru*

Контролювання небажаної рослинності в посівах культурних рослин дуже важливе для отримання високих врожаїв. Це стоїть навіть таких конкурентноздатних культур як пшениця, ячмінь та інші зернові колосові культури. Без застосування селективних гербіцидів при вирощуванні згаданих культур суттєво зменшується врожай та зростають витрати на його отримання. Для контролю бур'янів є багато гербіцидних препаратів. Однак існує необхідність пошуку нових діючих речовин та комплексних препаратів або сумішей, які є більш ефективними, селективними, більш дешевими та безпечними для культурних рослин та довкілля, а також пошуку способів обробки гербіцидами і речовинами, які посилюють їх фітотоксичну дію.

Відомі способи обробки гербіцидними композиціями, що складаються з гетероарил-оксиацетамідів і гербіцидів-синергістів, що належать до інших класів сполук (піридин-карбоксаміди і дифенілові ефіри, феніл- і бензотіазолісечовини, динітроаніліни, триазини, триазинони, сульфонілсечовини, імідозоліни) (US Patent 5, 759, 955, June 2, 1998, Santel, et al. Herbicidal agents based on heteroaryacetamides.). Обробки перерахованими сумішами у певному співвідношенні компонентів дають синергічно підвищену активність і можуть бути застосовані при вирощуванні різних сільськогосподарських культур, зокрема — пшениці, ячменю, кукурудзи. Однак, ці композиції недостатньо ефективні і не забезпечують контроль всього спектру видів бур'янів.

Задачею нашого дослідження було забезпечення ефективного знищення однорічних злакових бур'янів в посівах озимої пшениці та зменшення вірогідності пошкодження гербіцидами культурних рослин.

Для цього нами був застосований спосіб обробки рослин гербіцидами класу грамініцидів, який включає сумісну обробку рослин гербіцидом (одним або декількома) і хітозаном чи його похідними. Причому обробку рослин хітозаном (одним або декількома)

у концентраціях від 0,00001 % до 20 % проводять до обробки гербіцидом або одночасно з гербіцидом.

При цьому селективність дії грамініциду — гербіциду інгібітору ацетил-КоА-карбоксилази, не змінюється, а ефективність знищення бур'янів гербіцидом синергічно зростає завдяки застосуванню хітозана.

У досліджах використовували гербіцид інгібітор ацетил-КоА-карбоксилази феноксапроп-*p*-етил та хітозан. Відомо, що хітозан володіє еліситорними властивостями і підвищує стійкість культурних рослин до фітопатогенів.

Застосування запропонованого способу обробки рослин гербіцидами здійснюється наступним чином. Рослини обробляють 1 % розчином хітозана. Одночасно (в баковій суміші) або через 2 дні рослини обробляють розчином гербіцида. У обприскувач вносять половину загальної кількості води, що необхідна для обприскування посіву. У невеликому об'ємі води (4–8 л) розчиняють гербіцид феноксапроп-*p*-етил (70 г/га).

Розчин вносять у обприскувач і доводять кількість води до необхідної для обприскування загальної площі посіву. Наприклад, у обприскувач марки ОПШ-2000 — 2000 л, що достатньо для обприскування площі 8 га.

Результатом застосування запропонованого способу обробки рослин гербіцидами є прискорення знищення злакових бур'янів в посівах зернових колосових. Крім того завдяки обробці хітозаном підвищується стійкість культурних рослин до фітопатогенів.

Регуляція адаптивних процесів у злакових культур до дії гербіцидів на ранніх етапах онтогенезу в умовах підвищення температури

Філонік І. О., Вінниченко О. М.

*Науково-дослідний Інститут біології, каф. фізіології та інтродукції рослин Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49050, Україна
e-mail: dyachenko@mail.dsu.dp.ua*

Зростання забруднення довкілля в умовах потепління клімату викликає необхідність дослідження впливу токсикантів на ріст, розвиток та фізіолого-біохімічні процеси у культурних рослин на ранніх етапах онтогенезу. Поширене використання гербіцидів для обробки ґрунтів та посівів зернових культур за умов підвищення температури середовища може негативно впливати на їх розвиток, знижувати стійкість та погіршувати якість зрілої продукції. Тому дослідження впливу гербіцидів та підвищеної температури на біохімічні процеси білкового обміну, системи протеолізу, ліпідного метаболізму при адаптації злакових культур до їх дії на ранніх етапах проростання насіння є актуальним і необхідним.

Вивчали вплив ґрунтового гербіцида трофі (1,25–10 мг/л), післясходового гербіцида діален С (10–50 мг/л), підвищеної температури (+42 °С; 5, 9, 24 год) та їх сумісної дії на ріст, розвиток та фізіолого-біохімічні показники проростків кукурудзи середньораннього гібриду Любава 279 МВ, ранньостиглого гібриду Почаївський 190 МВ та озимої пшениці Перлина Лісостепу на ранніх етапах онтогенезу. Поряд із пригніченням ростових процесів у зерні, коренях та пагонах кукурудзи гібриду Любава 279 МВ відмічено підвищення вмісту водорозчинних білків (від 25 до 30 %) при дії гербіцида та нетривалого температурного стреса на ранніх етапах розвитку рослин. Виявлено підвищення вмісту вільних амінокислот у зерні та коренях на 12–58 %, що свідчило про активацію адаптивних процесів у рослинному організмі. Але визначено редукцію (на 15–20 %) вмісту водорозчинних білків у різних органах рослин та зниження вмісту вільних амінокислот на більш пізніх етапах онтогенезу кукурудзи (9–13 доби) та довготривалої дії температури на гербіцидному фоні (10 мг/л), що відбивало негативний вплив двох факторів на ріст і розвиток рослин. Виявлено підвищення (на 20–35 %) питомої активності протеолітичних ферментів (рН 7,7) у проростках кукурудзи при

високих дозах гербіциду та його сумісній дії з температурою на ранніх етапах проростання насіння (6, 7 доби). На більш пізніх етапах спостерігався антагонізм впливу двох факторів та зниження рівня активності протеїназ на 15–25 % і уповільнення процесів розщеплення білків, особливо у коренях та пагонах. У всіх органах кукурудзи відмічено підвищення у 1,5–2 рази активності інгібіторів протеїназ (трипсину та хімотрипсину) на ранніх етапах розвитку (6 доба) за дії гербіциду (5–10 мг/л), довготривалої дії температури та їх комплексу, що свідчило про активацію адаптаційних та захисних властивостей рослин за комплексної дії стрес-факторів (синергізм дії). Але, виявлено зниження на 12–40 % активності інгібіторів протеїназ у проростках кукурудзи та пригнічення захисних функцій рослин за дії вивчених факторів на більш пізніх етапах їх розвитку. У гібрида кукурудзи Почаївський 190 МВ визначено редукцію вмісту водорозчинних білків у зерні при проростанні та підвищення активності протеїназ (у 1,5–3 рази) і суттєве зменшення активності інгібіторів протеїназ за дії трофі, підвищеної температури та їх комплексу. Вміст вільних амінокислот у зерні було знижено на 15–25 % за дії вивчених факторів, що відбивало гальмування адаптивних процесів у зерні при проростанні.

У мембранних фракціях проростків кукурудзи та озимої пшениці виявлено зниження рівня білків (на 28–43 %) та мембранних ліпідів (у 1,3–2 рази) за дії гербіцидів трофі, діалена С та їх комплексному впливі з підвищеною температурою, що свідчило про збіднення складу білків та ліпідів мембран та пошкодження біомембран клітин. Знайдені зміни білкового та ліпідного обміну в злакових культур свідчать про те, що при більш високих дозах гербіцидів та довготривалій дії підвищеної температури регуляція адаптивних процесів порушується, що пригнічує ріст і розвиток рослин та негативно впливає на врожай.

Микроудобрение Сизам как фактор регуляции роста, развития и продуктивности растений

Черныш М. А.¹, Жмурко В. В.²

¹ЧП «Сервисагротрейд», ул. Рабочая 82-а, Херсон, 73011, Украина, e-mail: bioteh05@mail.ru;

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, пл.Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина, e-mail: zhmurko@univer.kharkov.ua

Для современного растениеводства характерно использование интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных растений. Они основаны на массовом использовании химических средств защиты растений, значительных доз минеральных удобрений, а также мощной техники. Все это обуславливает существенное повышение урожая возделываемых культур, но вместе с тем приводит к нарушению структуры почвы, снижению ее плодородия, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, загрязнению окружающей среды. Кроме того, в настоящее время все больше усиливается аридизация климата, что, по прогнозам, может привести к существенному снижению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Эта критическая ситуация обуславливает обоснование и разработку таких приемов возделывания растений, при которых максимально снижается отрицательное действие на окружающую среду и почву приемов агротехники. В настоящее время во многих развитых странах все больше используется, так называемое, органическое земледелие, которое предусматривает минимизацию использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений, что позволяет избежать негативных последствий, характерных для интенсивных технологий. Однако при возделывании растений с использованием органического земледелия существенно снижается урожай подавляющего большинства культур, что не позволяет решить продовольственную проблему.

Одним из путей решения проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных растений, который позволяет минимизировать негативное воздействие на среду и почву, является использование нового поколения биологически активных веществ. К таким веществам можно отнести микроминеральное удобрение Сизам, разработанное ЧП «Сервисагротрейд». Это сложная ком-

позиция многих микроэлементов и некоторых органических веществ. Этот инновационный продукт разрешен к использованию Министерством охраны здоровья и Министерством агрополитики Украины. Применяется микроудобрение для допосевной обработки семян, а также для опрыскивания вегетирующих растений в микродозах. Исследование эффективности препарата, проведенное в ряде НИИ НААН Украины, а также в Научно-исследовательском центре «Физиологических основ развития и продуктивности растений» Харьковского национального университета им. В.Н.Каразина показали, что препарат усиливает рост корневой системы растений, формирование симбиотического аппарата у бобовых (соя, горох), увеличивает площадь листового аппарата, а также продуктивную кустистость зерновых злаков, обуславливает повышение урожая в зависимости от культуры и сорта на 20–50%. Кроме того, применение препарата приводит к повышению качества зерна озимой пшеницы и масличности подсолнечника. Под его влиянием повышается устойчивость растений к засухе, вымоканию и выпреванию, а также морозо- и зимостойкость озимой пшеницы. Препарат способствует повышению качества урожая плодовых культур, повышает урожай и улучшает качество технических сортов винограда, что обуславливает повышение качества вина.

По нашему мнению, эффекты микроминерального удобрения Сизам на продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур реализуются посредством его свойства в наиболее полной мере раскрывать возможности растительного организма в отношении реализации потенциала продуктивности самого растения, а также посредством активизации потенциала почвенного плодородия.

Показчик авторів

- Смець А. І. 187
 Іутинська Г. О. 141
 Абдуллаєва Я. А. 85
 Авксентьева О. А. 15, 47, 49, 93
 Адамовська В. Г. 13
 Адамчук-Чалая Н. І. 132
 Акімова Г. П. 155
 Аксенова Н. П. 51
 Антонюк В. П. 126
 Артеменко С. Ф. 175
 Аргюшенко Т. А. 161
 Бакун В. 95
 Балашова І. А. 53, 71
 Батова Е. Н. 143
 Білінська О. В. 55
 Блюм Я. Б. 187
 Богданов В. Л. 163
 Булавка Н. В. 57
 Вайшла О. Б. 155
 Вакерич М. М. 97
 Васюк В. А. 17
 Веденичева Н. П. 17
 Винникова О. І. 134
 Витанов А. Д. 179
 Вінниченко О. М. 203
 Вірич П. А. 181
 Войтенко Л. В. 17
 Волкогон М. В. 136
 Высоцкая Л. Б. 19
 Герасименко В. Ф. 59
 Глюдзик М. Ю. 97
 Голованова Т. І. 139
 Головина І. В. 93
 Голяновская С. А. 51
 Григорюк І. П. 195
 Грищук О. О. 136
 Груник Н. І. 21
 Гуральчук Ж. З. 165
 Гут Р. Т. 21
 Давиденко В. Ю. 120
 Данилюк І. А. 93
 Денчиля-Сакаль Г. М. 97
 Джамеев В. Ю. 179
 Димитриева А. І. 43
 Долинская Е. В. 139
 Драгатов І. В. 141
 Дульнев П. Г. 55
 Жмурко В. В. 23, 43, 45, 49, 73, 153, 157, 179, 205
 Жук В. В. 99
 Жук І. В. 101
 Жук О. І. 103
 Журова П. Т. 37
 Заболотна А. П. 193
 Задорожна О. А. 89
 Зайцева Н. В. 167
 Заїко Г. А. 25
 Зеленьяńska Н. М. 105
 Карпец Ю. В. 107
 Кириченко В. В. 61
 Кириченко О. В. 169
 Китаєва С. С. 61
 Кірізій Д. А. 27
 Князюк О. В. 173
 Ковалевська Т. М. 151
 Ковальова В. А. 21
 Ковбасюк О. І. 65
 Коломєць Ю. В. 63
 Колупаєв Ю. Е. 107, 130, 143
 Коновалов Д. А. 134
 Конон А. Д. 171
 Конончук О. Б. 151
 Константинова Т. Н. 51
 Корниенко Е. М. 177
 Косик О. І. 197
 Костриба І. І. 151
 Коц Г. П. 143
 Коць С. Я. 136, 149
 Крамарьов С. М. 175
 Кривецька І. А. 177
 Крупа Н. М. 27
 Курдиш І. К. 145, 147
 Кучкова А. Г. 179
 Левчук А. Н. 75
 Левчук Г. М. 29
 Леонова Н. О. 141
 Литвиненко Н. А. 13
 Лихолат Ю. В. 25
 Лобачевська О. В. 128
 Лузін О. Г. 181
 Лупенко Э. К. 183
 Лях В. А. 75
 Малик Ю. А. 43
 Мащенко П. Н. 149
 Мащенко Т. П. 109
 Мартыненко И. А. 31
 Мар'юшкіна В. Я. 185
 Мар'юшкін В. Ф. 145
 Медвідь О. М. 67
 Мельникова Н. М. 145
 Миляева Э. Л. 33
 Мирошніченко Н. Н. 143
 Молодченкова О. О. 13
 Монастирська І. О. 171
 Мордерер Є. Ю. 165
 Моцний І. І. 69
 Моцний І. І. 87
 Мусатенко Л. І. 17, 107
 Мусієнко М. М. 99, 101
 Мутерко А. Ф. 53
 Мутерко О. Ф. 71
 Ніколайчук В. І. 97
 Ожерєдов С. П. 187
 Панкова О. В. 111
 Пацула О. 95
 Петренко В. А. 47, 73
 Піда С. В. 151
 Пилипчук М. П. 185
 Пирог Т. П. 171
 Піскова О. М. 113
 Погорєлова В. В. 147
 Погребнюк О. О. 124
 Подуст Н. В. 35
 Подуст Ю. І. 115
 Покора Х. А. 171
 Полинєнко А. А. 120
 Полякова І. А. 75
 Полякова Л. В. 37
 Попова Ю. В. 153
 Присєдський Ю. Г. 189
 Рой А. О. 147
 Романов Г. А. 33, 51
 Росіцька Н. В. 191
 Россихин В. В. 177
 Ружицька О. М. 193
 Садовниченко Ю. А. 39
 Самойленко О. М. 117
 Самойлов А. М. 157
 Сапожнікова В. А. 39
 Саранча І. О. 77
 Саранча М. А. 59
 Светлова Н. Б. 41, 195
 Седюкова Н. Б. 151
 Серга О. І. 195
 Сергеева Л. І. 51
 Сечняк А. Л. 120
 Сиволап Ю. М. 87
 Сичишкін Д. В. 122
 Сігіднієнко Л. І. 67
 Скороход І. О. 147
 Смірнов О. Є. 197
 Соколова М. Г. 155
 Соколовська-Сергієнко О. Г. 199
 Софіляканич А. П. 171
 Спивак С. І. 187
 Стельмах А. Ф. 59, 77, 79, 124
 Стороженко В. О. 41
 Таран Н. Ю. 41
 Терек О. 95
 Тимошенко В. Ф. 43
 Тихонов П. С. 13
 Ткачов В. І. 126
 Трєч В. В. 165, 201
 Узякова І. В. 13
 Улинець В. З. 195
 Файт В. І. 59, 81, 83
 Файт В. І. 53, 77, 79, 124
 Фаткова Н. М. 109
 Філонік І. О. 203
 Хаблак С. Г. 85
 Хан Бинь 49
 Хасанова Г. У. 153
 Хоркавців Я. Д. 128
 Церковняк Л. С. 147
 Чеботарь Г. А. 87
 Чеботарь С. В. 87
 Чемеріс О. В. 159
 Черныш М. А. 205
 Чигрин Т. В. 89
 Чеботарьов А. Ю. 147
 Швиденко Н. В. 130
 Шиманская Д. Ф. 149
 Шмелева І. В. 163
 Шоголев А. С. 45
 Южно Ю. Ю. 153
 Якименко І. А. 193
 Яковенко М. Г. 177
 Яранцева В. В. 75
 Ярошенко Л. М. 185
 Ярошенко О. А. 109, 126
 Ястреб Т. О. 130, 143
 Musatenko L. I. 91
 Sheyko E. A. 91

Наукове видання

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

Матеріали II міжнародної наукової конференції
(Харків, Україна, жовтень, 11–13, 2011 р.)

Відповідальний за випуск *Ю.Ю. Юхно*
Комп'ютерне макетування *В.Ю. Джаєєв*
Макет обкладинки *І.М. Дончик*

Підписано до друку 5.10.11. Формат 60×84 1/16.
Папір офсетний. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 12,7. Обл. друк. арк. 14,7. Наклад 150 прим.

61022 Харків, пл.Свободи, 4
Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна

Надруковано: ФОП «Петрова І.В.»
61144, Харків, 144, вул. Гв. Широнінців, 79 В, кв., 137
Свідотство суб'єкта видавничої справи ВОО №948011 від 03.01.03

Видання здійснене за спонсорської допомоги
ПП «Сервісагротрейд», директор М.О. Черниш
та ПП «Сортцвєтовоц», директор С.Г. Андрєєв