

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В.Н. КАРАЗІНА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ ТА БІОХІМІЇ РОСЛИН
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ СЕМІНАР

**ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН
У СИСТЕМІ СУЧАСНИХ
БІОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ ТА НАУК**

МАТЕРІАЛИ

Харків (Україна), 20 березня 2013 року

Харків-2013

УДК 581.1 (083)

ББК 28.57я 4

Ф 50

*Рекомендовано до друку Вченою радою біологічного факультету
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
(протокол № 2 від 15 лютого 2013 року)*

Ф 50 Фізіологія рослин у системі сучасних біологічних знань та наук. -

Матеріали науково-методичного семінару (Харків, Україна, 20 березня 2013 року). – Харків, 2013. – 96с. – укр., рос.

Збірник містить матеріали доповідей, представлених на науково-методичному семінарі «Фізіологія рослин у системі сучасних біологічних знань та наук».

УДК 581.1 (083)

Науковий комітет :

Д.б.н., проф. Таран Н.І. – Київ

Д.б.н., проф. Терек О.І. – Львів

Д.б.н., проф. Жмурко В.В. – Харків

Д.б.н., проф. Медведев С.С. – Санкт-Петербург

Д.б.н., проф. Лихолат Ю.В. – Дніпропетровськ

Д.б.н., проф. Бойко М.І. – Донецьк

Д.б.н., проф. Колупаєв Ю.Є. – Харків

К.б.н., доц. Тимошенко В.Ф. – Харків

К.б.н., доц. Авксентьева О.А. – Харків

К.б.н., доц. Віннікова О.І. – Харків

К.б.н., ст. викл. Джамєєв В.Ю. – Харків

Організаційний комітет

Голова – професор Холін Ю.В., проректор з науково-педагогічної роботи ХНУ імені В.Н. Каразіна; заступник – Воробйова Л.І., професор, декан біологічного факультету; заступник – Жмурко В.В., професор, зав. кафедрою фізіології та біохімії рослин.

Відповідальний секретар – асистент Юхно Ю.Ю.

Матеріали подані у авторській редакції.

©Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2013

Вельмишановні колеги!

Сучасна фітофізіологія стрімко рухається шляхом накопичення даних про молекулярно-біологічну регуляцію життєдіяльності рослин. Поглиблюються уявлення про закономірності перебігу фізіологічних процесів у рослинному організмі. У зв'язку з цим постає низка питань щодо подальшого вдосконалення підготовки фахівців у галузі фізіології рослин у класичних та аграрних університетах. Головна проблема полягає у тому як і в якій мірі наповнити нормативний курс фізіології та біохімії рослин та спеціальні курси кафедр величезним і не простим для засвоєння матеріалом з молекулярно-біологічних механізмів регуляції фізіологічних процесів у рослинному організмі на різних рівнях його організації. Саме це спонукало нас до проведення науково-методичного семінару, головна мета якого означити основні шляхи вирішення цих проблем.

Глубокоуважаемые коллеги!

Современная фитофизиология стремительно накапливает данные о молекулярно-биологической регуляции жизнедеятельности растений. Углубляются представления о закономерностях протекания физиологических процессов в растительном организме. В связи с этим возникает ряд проблем, связанных с дальнейшим совершенствованием подготовки специалистов в области физиологии растений в классических и аграрных университетах. Главная из них состоит в том, как и в какой мере необходимо наполнение нормативного курса физиологии и биохимии растений и специальных курсов кафедр огромным и не простым для усвоения материалом о молекулярно-биологических механизмах регуляции физиологических процессов в растительном организме на разных уровнях его организации. Именно это и стало основной предпосылкой для проведения научно-методического семинара, основная задача которого обозначить пути решения этих проблем.

Науковий комітет конференції

ЗМІСТ

ІНТЕГРАТИВНА РОЛЬ ФІТОФІЗІОЛОГІЇ У СИСТЕМІ НАУК ПРО РОСЛИНУ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ФИТОФИЗИОЛОГИИ	
Авксентьева О. А.....	8
СИСТЕМНАЯ БИОЛОГИЯ – НОВАЯ ПАРАДИГМА ИЛИ ОЧЕРЕДНАЯ МОДА?	
Догадина Т. В., Комаристая В. П.	11
МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИТОФИЗИОЛОГИЯ – «НОВАЯ ПАРАДИГМА» КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ	
Жмурко В.В.	13
КОНЦЕПЦИЯ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ	
Киризий Д. А.	15
ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН В АГРАРНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ: ПРОБЛЕМИ Є, А ПЕРСПЕКТИВИ?	
Колупаев Ю. Є., Карпец Ю. В.	17
НАПРАВЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ	
Луценко Э. К.....	19
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ СЕГОДНЯ	
Медведев С. С.	21
СУЧАСНА ІНОВАЦІЙНА ПАРАДИГМА ПІДГОТОВКИ ФІТОФІЗОЛОГІВ	
Мусієнко М. М., Таран Н. Ю.	23
ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК ІНТЕГРАЛЬНА СКЛАДОВА СУЧАСНОЇ ОСВІТИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ	
Таран Н. Ю., Панюта О. О., Косик О. І.	26
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІЙ БІОХРОМІВ РОСЛИН	
Феденко В. С., Шемет С. А.....	28

ПІДГОТОВКА СПЕЦІАЛІСТІВ У ГАЛУЗІ ФІЗИОЛОГІЇ РОСЛИН

БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ ФИТОФИЗИОЛОГОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ ХАРЬКОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ В.Н. КАРАЗИНА	
Авксентьева О. А.....	30

НОРМАТИВНЫЙ КУРС «ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ»: ЕДИНСТВО И РАЗЛИЧИЯ	
Авксентьева О. А., Жмурко В.В.	32
ВИКЛАДАННЯ ФІТОПАТОЛОГІЇ В ДОНЕЦЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ	
Ветрова О. В.	34
ВОПРОСЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ – МИКРООРГАНИЗМЫ» В КУРСЕ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ	
Винникова О. И.	36
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ: ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ВІД ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ ДО ВУЗУ	
Гамуля Ю. Г.	37
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В КУРСЕ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ	
Джамеев В. Ю.	39
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ КУРСОВ	
Джамеев В. Ю.	41
ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И “БОЛОНСКАЯ СИСТЕМА”	
Дмитриева Г. А.	43
ОБЪЕДИНЕНИЕ ЗНАНИЙ ПЕДАГОГОВ И УЧЕНЫХ ИЗ ИНСТИТУТОВ АКАДЕМИИ НАУК В СИСТЕМЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РОССИИ	
Загоскина Н. В.*, Назаренко Л. В.**	46
«БИОХИМИЧЕСКОЕ ДОМИНО» КАК НОВЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ	
Лабунская Е. А., Чуб В. В.	48
ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ – ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМ. ОЛЕСЯ ГОНЧАРА	
Лихолат Ю. В., Вінниченко О. М.	50
ФІТОФІЗІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УЖГОРОДСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ	
Ніколайчук В. І., Белчгазі В. Й., Колесник А. В., Вакерич М. М., Вайда П. В., Кишко К. М.	52
ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ФАРМАЦИИ	
Садовниченко Ю. А.	54

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ БІОЛОГА, ВЧИТЕЛЯ БІОЛОГІЇ У НІЖИНСЬКІЙ ВИЩІЙ ШКОЛІ	
Сенченко Г. Г.....	56
ARABIDOPSIS THALIANA В ПРАКТИКУМЕ ПО ФІЗИОЛОГІИ И ОСНОВАМ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ	
Сигидиненко Л. И., Кирпичев И. В.	58
ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН У ЛЬВІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА	
Терек О. І., Романюк Н. Д., Микієвич І. М.	60
О ЧТЕНИИ СПЕЦКУРСА «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ РАСТЕНИЙ» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМСЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ	
Тимошенко В. Ф.....	61
ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН З ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ «БІОЛОГІЯ» В ОДЕСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА	
Швець Г. А., Ружицька О. М., Паузер О. Б., Якуба І. П.	63
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В РАМКАХ КУРСА «ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ» В ХАРЬКОВСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ В.Н. КАРАЗИНА	
Юхно Ю.Ю., Авксентьева О.А.	65

СУЧАСНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	
Алыбаева Р. А.....	69
РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ	
Бойко М. И., Бойко С. М., Демченко С. И., Чемерис О. С., Древаль К. Г.	71
ВИЗНАЧЕННЯ БАЛАНСУ ФІТОГОРМОНІВ ЦИТОКІНІНОВОЇ ПРИРОДИ В ОРГАНАХ РОСЛИН СОЇ ЗА ІНОКУЛЯЦІЇ ШТАМАМИ ТА TN5-МУТАНТАМИ <i>BRADYRHIZOBIIUM JAPONICUM</i>	
Гришук О. О., Коць С. Я.	73
ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ФУНГІЦИДІВ ЛАМАРДОРУ ТА МАКСИМУ НА РІСТ І РОЗВИТОК <i>BRADYRHIZOBIIUM JAPONICUM</i> У ЧИСТІЙ КУЛЬТУРІ	
Жемойда А. В., Омельчук С. В., Маліченко С. М., Коць С. Я.	74

АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ <i>TRITICUM AESTIVUM</i> ДО УМОВ ПОСУХИ	
Жук О. І.	76
СИГНАЛЬНІ ФУНКЦІЇ ЦИТОКІНІНІВ У ВІДПОВІДІ РОСЛИН НА ПОСУХУ	
Жук В. В., Мусієнко М. М.	78
ІНДУКЦІЯ ІМУНІТЕТУ ДО НЕКРОТРОФНИХ ГРИБНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПШЕНИЦІ	
Жук І. В, Дмитрієв О. П.	80
ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА ПРИ ФОТОСИНТЕЗЕ	
Киризий Д. А., Рыжикова П. Л.	82
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ МЕТАБОЛІТІВ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ РІЗНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	
Левішко А. С., Маменко П. М., Коць С. Я.	84
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ОСНОВНІ БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО	
Махаринська Н. М.	85
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА КАК ИНДИКАТОР АДАПТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТЕНИЙ	
Погромская Я. А.	87
АФК-ОПОСЕРЕДКОВАНА ПРОГРАМОВАНА ЗАГИБЕЛЬ РОСЛИН ЗА ДІЇ ГРАМІНІЦІДІВ	
Радченко М. П., Сичук А. М., Мордерер Є. Ю.	89
РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ХЛОРОПЛАСТІВ У ПІДТРИМАННІ АКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ	
Соколовська-Сергієнко О. Г.	91
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ИВИН ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ ТОМАТОВ СОРТА БЫЧЬЕ СЕРДЦЕ	
Чмелева С. И., Аметова Ф. Э.	93
ПОКАЖЧИК АВТОРІВ	95

**ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ
ФИТОФИЗИОЛОГИИ**

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*

Выбор объектов исследования для проведения эксперимента – одна из важнейших и серьезнейших проблем, во многом определяющих успех в решении поставленных задач опыта. Современная фитофизиология использует целый спектр новейших молекулярно-биологических методов, требующих подбора специфических объектов, как правило, трансгенных растений.

Анализ современных исследований в физиологии растений показывает, что, в основном, независимо от направлений исследования (фитогормонология, физиология устойчивости, трансдукция сигналов в растительной клетке и т.д.) – это эксперименты на уровне решения задач функциональной генетики. Т. е. экспериментатор ставит перед собой задачу изучить (проанализировать) влияние того или иного гена (суперэкспрессию или наоборот полную депрессию) на синтез, либо регуляцию активности, либо проявление физиологической функции и т. д – в зависимости от цели исследований. При таком методологическом подходе к экспериментальным работам в области фитофизиологии наиболее адекватными объектами исследований с нашей точки зрения и, что подтверждается анализом экспериментальных работ в современной научной периодике, являются - *чистые линии, почти изогенные линии, мутанты, инсерционные мутанты и трансгенные растения.*

Чистые линии – это генетически однородные линии – потомство одного гомозиготного растения. Широкое распространение получили в исследованиях физиологии животных, но, к сожалению, – меньшее в фитофизиологических экспериментах. При изучении воздействия того или

иного фактора чистые линии позволяют выявить изменения, связанные только с влиянием этого фактора, исключая при этом различия в реакции растений, опосредованные генетически обусловленными сортовыми различиями.

Почти изогенные линии (near isogenic lines NILs) – линии, созданные в генофоне того или иного сорта и отличающиеся состоянием (доминантный/рецессивный) только одного из генов данной генетической системы, причем имеющего четкое фенотипическое проявление. Использование NILs в фитофизиологических исследованиях позволяет, сопоставляя физиологические реакции изолиний, судить о детерминации или преддетерминации (опосредованном влиянии) тем или иным геном исследуемого процесса. На кафедре физиологии и биохимии растений Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина поддерживаются и используются в научной работе коллекции почти изогенных линий пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.): по системе генов VRN (vernalization) - контроля потребности в яровизации и системе генов PPD (photoperiod) - контроля фотопериодической чувствительности, а также коллекция изолиний сои (*Glycine max* (L.) Merr) по генам контроля раннего созревания EE (early), определяющих также фотопериодическую чувствительность растений. В фитофизиологических исследованиях отечественных ученых изолинии, к сожалению, мало используются как объект исследований, хотя в экспериментальных работах зарубежных исследователей очень распространены. Возможно, это связано с определенными трудностями, воспроизводства семян и поддержанием чистоты коллекций изолиний.

Удобными объектами для решения современных задач физиологии растений являются мутанты. Лидером среди используемых модельных растений по числу созданных мутантных линий, конечно, же является излюбленный объект исследований молекулярных биологов растений «растительная дрозофила» - *Arabidopsis thaliana*. В мире существует несколько центров поддержания коллекций *Arabidopsis thaliana*, куда можно обратиться за материалом для проведения исследований. Приятно отметить,

что на Украине также существует свой центр генетической коллекции *Arabidopsis thaliana* – кафедра биологии растений Луганского аграрного национального университета.

Трансгенные растения как объекты современных фитофизиологических исследований – это генетически трансформированные растительные организмы с точно встроенным геном с интересующей исследователя функцией. Как правило, очень дорогостоящие объекты исследования – поскольку для использования трансгена с интересующей генной конструкцией в эксперименте предварительно необходимо его создать. Для создания трансгенного растения необходимо приобрести векторную конструкцию (обычно в виде плазмиды в составе генмодифицированного микроорганизма), а также иметь весь инструментарий для создания трансгенного растения – биотехнологическую лабораторию плюс время. Что касается создания банков трансгенных растений, то, к сожалению, на Украине такая работа только начинается. В институте генетической инженерии и клеточной биологии НАН Украины создана коллекция зародышевой плазмы растений, в рамках которой представлено небольшое количество трансгенов, но в основном, созданных для решения прикладных задач физиологии растений.

Таким образом, анализ объектов, используемых в современных фитофизиологических исследованиях, показывает, что для проведения экспериментальных работ отечественным физиологам растений крайне важно сотрудничество и кооперация между учеными различных лабораторий и стран. Для приобретения специфических модельных объектов исследования фитофизиологам необходимо обращаться в мировые центры коллекций мутантных линий, трансгенов, изолиний и т. д., что, к сожалению, ограничено финансовыми возможностями государственного финансирования (или скорее «не финансирования»). Поэтому возможным путем решения этой проблемы является создание отечественных банков-центров генетических коллекций модельных растений фитофизиологии.

СИСТЕМНАЯ БИОЛОГИЯ – НОВАЯ ПАРАДИГМА ИЛИ ОЧЕРЕДНАЯ МОДА?

Догадина Т. В., Комаристая В. П.

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, каф.
ботаники и экологии растений, пл. Свободы, 4, г. Харьков-61022, Украина.
E-mail: botany.100.years@gmail.com*

Системная биология – относительно недавно сформировавшийся подход в биологических исследованиях. Одной из предпосылок для его возникновения стала потребность в обобщении больших массивов биологических данных, от баз данных последовательностей нуклеиновых кислот и белков, результатов анализа транскрипции генов, путей метаболизма, их регуляции и путей передачи сигналов в клетке до баз данных растительности и другой геопространственной экологической информации. Одной из отличительных особенностей системной биологии является холистический, системный, подход – рассмотрение живого объекта как системы взаимодействующих подсистем. Это роднит системную биологию с такой фундаментальной биологической наукой как экология. Второй предпосылкой стало развитие методов математического и компьютерного имитационного моделирования, без которых немислимо изучение таких сложных многокомпонентных объектов, как живые системы, на которые одновременно действует множество факторов окружающей среды. Моделирование делает возможным изучение, в том числе, и свойств системы, которые недоступны непосредственному наблюдению.

Системная биология ставит перед собой задачу достижения такого уровня понимания биологических процессов, который был бы невозможен в рамках только лишь экспериментальной работы и теоретической работы с литературой. Более того, использование математических методов позволяет перейти от выдвижения субъективных интуитивных качественных гипотез о сути биологических явлений к более объективным количественным формулировкам. Это особенно важно для сельского хозяйства и биотехнологии – тех прикладных областей биологии, которые связаны с экономикой и нуждаются в количественных прогнозах для оценки

эффективности внедрения новых технологий. Системная биология не исключает и не подменяет собой экспериментальную работу. Напротив, предварительное построение предполагаемой модели изучаемого явления позволяет эффективно спланировать необходимые эксперименты для выявления недостающих фактических данных, проверки модели и доказательства статистической значимости ее параметров.

В Европе и США созданы исследовательские центры системной биологии, например, Freiburg, Heidelberg, Potsdam, Magdeburg Centres for Systems Biology в Германии и при The Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Нью-Йорк, США. Данное направление исследований интенсивно финансируется: 4 исследовательских центра в Германии в период с 2007 по 2011 год получили от государства €51 млн., а 6 исследовательских центров в Великобритании - €75 млн. В 2006 году для координации и финансирования исследований был создан международный европейский консорциум ERASysBio, в который вошли 16 партнеров из 13 стран, в том числе Российский Фонд Фундаментальных Исследований (единственный из постсоветского пространства) (www.erasysbio.net). Программные средства для работы в области системной биологии размещаются на сайтах исследовательских центров для бесплатного использования некоммерческими организациями. Вводятся соответствующие университетские курсы, в том числе, для дистанционного обучения (см. www.coursera.org).

Считать ли системную биологию преходящей модой или тенденцией дальнейшего развития биологической науки? Скорее всего, второе, так как переход от бесконечного аккумуляирования разрозненных фактов к построению целостной количественно верифицируемой картины биологических явлений отвечает логике научного познания. С этой точки зрения знакомство студентов-биологов с данной дисциплиной является одним из залогов возможности будущей интеграции Украины в мировое научное пространство.

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИТОФИЗИОЛОГИЯ – «НОВАЯ ПАРАДИГМА» КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ

Жмурко В.В.

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

Во второй половине XX века и в первое десятилетие XXI века биология растений бурно развивается, что связано с использованием современных молекулярно-биологических и молекулярно-генетических методов исследований закономерностей жизнедеятельности растений. Расшифровка генома ряда растений, выявление функций отдельных генов, микроРНК и другие достижения «спровоцировали» возникновение и формирование протеомики, метаболомики, транскриптомики, биоинформатики, системной (интегративной) биологии. Создание совершенных приборов, позволило исследовать закономерности протекания различных процессов на клеточном и мембранном уровнях. Несомненно, что эти достижения существенно расширяют исследовательские возможности фитофизиологов, углубляют понимание биологической природы процессов регуляции роста и развития растений, но преимущественно на уровне ее генетических механизмов. Вместе с тем, весьма существенную трудность представляет исследование взаимосвязи этих механизмов с протеканием физиологических процессов на организменном уровне. Однако в настоящее время этот аспект функционирования растений практически не изучен. Хотя принципиально понятно, что «новая парадигма» классической физиологии растений состоит именно в выяснении сущности этой взаимосвязи.

Весьма кратко изложенные достижения современной биологии растений, на наш взгляд, порождают ряд проблем, связанных с подготовкой специалистов – физиологов растений. Некоторые из них следующие.

Первая состоит в определении уровня насыщения нормативного курса физиологии и биохимии растений, который читается студентам-биологам третьего курса, молекулярно-генетическими (молекулярно-биологическими) данными. Например, в какой мере и как подать не простой материал о

генной сети регуляции перехода растений к цветению, в котором задействованы, по меньшей мере, несколько сот генов.

Следующая проблема состоит и в том, что курс физиологии растений входит в число фундаментальных дисциплин общебиологической подготовки студентов. Основная его задача сформировать у студента-биолога, независимо от его дальнейшей специализации, понимание общих закономерностей функционирования растительного организма как особой формы проявления живого. В какой мере для ее выполнения необходимы и достаточны понятия о молекулярно-генетических регуляторных механизмах.

Далее, весьма важно в нормативном курсе не «потерять» в массиве современных молекулярно-биологических механизмов фундаментальные физиологические процессы, закономерности протекания которых, собственно, и должен усвоить студент-биолог с тем, чтобы сформировать понимание о функционировании растительного организма как системы структур и функций.

Вероятно, что необходимо искать «золотую середину» при чтении курса, что позволит сформировать у студента современные представления о связи «молекулярно-биологической» и «классической» физиологии растений.

На наш взгляд, «осовременивание» классической физиологии растений следует осуществлять путем совершенствования специальных курсов. Задача состоит в нахождении «золотой середины» – оптимального соотношения «молекулярно-биологических» и «физиологических» курсов или соответствующего материала в одном курсе.

Весьма острой проблемой является практическая подготовка будущего специалиста-фитофизиолога к работе на современном оборудовании с использованием современных молекулярно-биологических методов. Ее просто решить, но только при условии финансирования государством в полном объеме организации учебного процесса и научных исследований на кафедрах, которое, как известно, фактически отсутствует.

КОНЦЕПЦИЯ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Киризий Д. А.

*Институт физиологии растений и генетики Национальной академии
наук Украины, ул. Васильковская 31/17, г. Киев-03022, Украина
E-mail: kiriziy@ukrpost.net*

Концепция донорно-акцепторных отношений является методологией изучения процессов, происходящих в растении, позволяющей исследователю четче проанализировать их причинно-следственные связи. Доноры и акцепторы – это органы, ткани и процессы, рассматриваемые в первую очередь с точки зрения их функций синтеза, транспорта, запасания и утилизации различного рода веществ, связанные сигнальными системами. В последнее время понятия донорно-акцепторных отношений начали применять в исследованиях на клеточно-молекулярном уровне и регуляции экспрессии генома.

Значение этой концепции для физиологии растений определяется необходимостью решения теоретических вопросов о закономерностях функционирования растительного организма, а также практическими аспектами, состоящими в выявлении потенциальных возможностей увеличения его продуктивности и разработке способов повышения урожайности и качества растительной продукции. В сущности, эти вопросы охватывают все области физиологии растений и могут быть решены только общими усилиями многих исследователей.

Ситуация с изучением физиологии целостного растительного организма в настоящее время напоминает обширное пространство, на котором исследователи в соответствии с их научными интересами и приоритетами складывают отдельные фрагменты мозаики. Однако общая картина еще далека от завершения. Поэтому для выявления путей объединения мозаичных фрагментов так важны исследования, базирующиеся на системном подходе и выявляющие причинно-следственные связи на организменном уровне, одновременно опирающиеся на данные тканевого, клеточного и молекулярного уровней. Концепция

донорно-акцепторных отношений, на наш взгляд, является рамкой, позволяющей связать различные блоки мозаики.

В любом случае базирующаяся на этом подходе методология выявления «узких мест» и резервов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур (с учетом их генетического разнообразия) должна включать: 1) оценку потенциальных возможностей фотосинтетического аппарата по обеспечению растения ассимилятами, особенно при увеличении спроса на них со стороны акцепторов, поскольку повышение аттрагирующей силы хозяйственно-ценных органов различными путями без достаточных резервов производительности ассимиляционного аппарата ведет к усилению конкуренции за ассимилянты, снижает устойчивость к стрессовым факторам и тормозит реализацию потенциальной продуктивности; 2) изучение закономерностей формирования потоков пластических веществ между органами и частями растения в онтогенезе (с учетом их возможного промежуточного депонирования и последующей реутилизации) и оценку аттрагирующей силы основных акцепторов; 3) поиск путей оптимизации распределения ассимилятов в донорно-акцепторной системе в сторону хозяйственно-ценных органов за счет как увеличения их аттрагирующей силы, так и ограничения роста других, менее важных частей, а также сокращения непродуктивных потерь ассимилированного углерода (например в процессах дыхания или с отмершими в течение вегетации частями). При этом вопросы увеличения различными способами (в том числе и генно-инженерными методами) интенсивности фотосинтеза следует рассматривать в неразрывной связи с тем, куда будет направлен ассимилированный углерод, и как регулируется приоритет его распределения между органами, частями, тканями и физиологическими процессами в растительном организме.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН В АГРАРНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ: ПРОБЛЕМИ Є, А ПЕРСПЕКТИВИ?

Колупаєв Ю. Є., Карпець Ю. В.

*Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, каф.
ботаніки і фізіології рослин, п/в Комуніст-1, м. Харків-62483, Україна;
E-mail: plant_biology@mail.ru*

Наука вважається самодостатньою, якщо має свій об'єкт, предмет і власні методи досліджень. Фізіологія рослин (ФР) – наука про закономірності життєдіяльності рослинного організму. Зважаючи на те, що основною сферою діяльності фахівців агрономічного, лісівничого і споріднених профілів є створення умов для реалізації потенціалу продуктивності, харчової і технологічної цінності, екологічного та соціально-культурного значення рослин, твердження про надзвичайно важливу роль фізіології рослин у підготовці спеціалістів-аграріїв, здається, є аксіомою. Проте вітчизняна фітофізіологія і як наука, і як навчальна дисципліна, на очах одного покоління зменшується до розмірів якогось надтонкого шару. Обсяг тез дозволяє означити лише окремі проблеми, що призводять до регресу ФР як навчальної дисципліни і науки в системі аграрних університетів:

- скорочення в чинних стандартах вищої освіти обсягу часу на вивчення фізіології рослин (лише один приклад: з 2010 року кількість аудиторних занять з ФР для студентів спеціальності «Захист рослин» була скорочена більш ніж удвічі (!) і становить 20 год лекцій і 30 год лабораторних занять). Про формування системи знань з ФР у студентів за такого обсягу годі й говорити;

- відсутність окремих кафедр ФР в аграрних вишах України (згадка про ФР є у назвах лише чотирьох кафедр);

- відсутність реальної наукової роботи на більшості кафедр агроуніверситетів, де читається ФР;

- відсутність належного кадрового забезпечення читання курсу ФР в аграрних і лісівничих ВНЗ (лише в чотирьох з них є доктори наук зі спеціальності фізіологія рослин, подекуди немає навіть кандидатів відповідного фаху). Проблема посилюється і малочисельністю складу кафедр, що заважає організації наукової роботи, не дає змоги охопити різні напрями ФР;

- відсутність якісних вітчизняних підручників і посібників з ФР та суміжних дисциплін для аграрних ВНЗ. Наявна навчальна література не відображає сучасний стан науки;

Окреслений (і далеко неповний) набір проблем створює ефект «замкненого кола»: одна проблема породжує або підсилює іншу.

Розв'язання цих проблем неможливе без системних змін у вищій освіті і науці на державному рівні, без змін ставлення суспільства до галузі знань. Означимо лише деякі кроки, що, на наш погляд, можуть сприяти вирішенню проблем.

Атестація наявних науково-педагогічних кадрів з відповідними оргвисновками через певний період, якщо недоліки не будуть усунені; запровадження реальних, а не декларативних вимог щодо наукової роботи викладачів;

Посилення реального наукового співробітництва кафедр з академічними інститутами України та інших країн, організація регулярного стажування викладачів у згаданих установах;

Запровадження спецкурсів з фітофізіології прикладного спрямування, які б дозволяли зблизити фундаментальну науку з прикладними галузями і водночас відображати у навчальному процесі сучасний стан науки (фізіологія продукційного процесу, фізіологія стійкості рослин, фізіологія дії гербіцидів; фізіологія регуляторів росту рослин, фізіологія транстенних рослин тощо). Такі спецкурси, запроваджувані за рахунок варіативної компоненти стандартів вищої освіти, обов'язково мають бути пов'язані з науковими напрямами кафедр;

Ведення громадського моніторингу стану справ з викладання ФР силами самого наукового співтовариства, зокрема, членами УТФР.

У доповіді буде окреслено позитивний досвід кафедри ботаніки і фізіології рослин ХНАУ ім. В.В. Докучаєва із розв'язання деяких із перелічених проблем.

Насамкінець згадка про один лише факт з далекого минулого. К.А. Тімірязєв, ім'я якого і досі репрезентує ФР як науку в усіх країнах пострадянського простору, був професором «Петровской земледельческой и

лесной академии». Саме там на початку 20 століття закладалася методологія і напрями досліджень в галузі ФР, перенесені потім в класичні університети і новостворені академічні установи. А що нині?

НАПРАВЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Луценко Э. К.

*Южный федеральный университет, каф. ботаники, ул. Большая Садовая
105/42, г. Ростов-на-Дону – 344000, Россия.
E-mail: ertil808@rambler.ru*

С тех самых пор, как человек выделился из животного царства и ощутил себя мыслящим существом, он понял свою полную зависимость от растений. Растительная пища занимала значительное место в питании человека. Первоначальная культура растений, в частности введение посевов хлебных злаков, составила важный этап в жизни первых людей. Использование в древности растений для врачевания началось также в доисторическое время, поэтому наука о растениях - ботаника является такой же древней, как астрономия, медицина и др. Дата выделения самостоятельной ветви ботаники – физиологии растений относится к 1800г. Основными растениями, вызывающими интерес у исследователей, были те, которые использовались в земледелии. Это позволило Буссенго, а затем и Тимирязеву представить физиологию растений как рациональную основу земледелия. Уже в начале 20в. физиология растений стала позиционироваться как наука о функциональных системах растений, их организации, интеграции и саморегуляции. Важнейшей задачей для понимания сущности процессов жизнедеятельности растения является изучение современных представлений в области фотосинтеза, как физиологической функции, составляющей основу биоэнергетики.

В современных условиях физиология растений, как и другие биологические науки, призвана решать новые задачи, связанные с наноструктурами и нанотехнологиями. Истинные наноструктуры были отобраны в процессе эволюции миллиарды лет назад самой природой, чтобы осуществлять энергетические процессы в живой клетке. Эти

наноструктуры обладают удивительной архитектурой и изяществом. Кроме того, они функционируют с невероятно высокой эффективностью. Основные энергетические процессы, происходящие в растительных клетках, сосредоточены в липидных мембранах митохондрий и хлоропластов. Специалисты по молекулярной энергетике уже достигли определенных результатов по созданию химических моделей реакционных центров процесса фотосинтеза. Белковые наноструктуры могут служить прообразом энергетики будущего.

В настоящее время мировое сообщество занято тем, чтобы найти сырье для получения энергии, пока это нефть, газ, атомная энергия и тд. Если бы ученые получили возможность расщеплять воду на водород и кислород, то лучшего топлива и более экологичного, чем водород не существовало, так как сгорая, водород превращается в воду. В то же время сами растения свободно разлагают воду на водород и кислород. Если бы была найдена возможность искусственным образом использовать солнечную энергию, чтобы разлагать воду на водород и кислород, то проблема энергообеспеченности человечества была решена, при этом отсутствовала атомная энергетика, атмосфера очистилась от продуктов сжигания нефти и газа и тд.. Необходимо разгадать, как это происходит в растениях. Японские ученые давно работают в этом направлении и уже первые результаты не показали бесперспективности этих исследований.

Объектом изучения физиологов растений в настоящее время является также изучение генетически модифицированных растений, которые начали возделываться в промышленных масштабах с 1996 г. Наиболее широкое применение генная инженерия нашла в сфере производства новых сортов с/х растений, обладающих признаками, отсутствующими у родительских форм. На вопрос, благо или вред несут трансгенные растения, должна ответить и физиология растений.

Не исключено, что в обозримом будущем перед физиологией растений встанет вопрос обоснованного отношения к вопросу о гибридах растений и человека. Это связано с тем, что одна из британских компаний имеет намерения выращивать вместо надгробных памятников деревья, в ядрах

которых содержится ДНК человека, ушедшего в мир иной (источник: Medlinks.ru).

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ СЕГОДНЯ

Медведев С. С.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская
наб. 7/9, г. Санкт-Петербург, 199034, Россия.*

E-mail: ssmedvedev@mail.ru

За последние 20-30 лет произошло значительное изменение методического и методологического инструментария, применяемого в биологических исследованиях. Стало возможным регистрировать электрические (ионные) токи в мембране через одиночные белковые молекулы, проводить микроколичественный анализ веществ в клетках и тканях, осуществлять прижизненную регистрацию внутриклеточных процессов и в том числе таких, как экспрессия отдельных генов, сборка и разборка элементов цитоскелета, транспорт белков и ионов. Развитие биологической науки происходит с постоянным ускорением. Наиболее интенсивно развиваются клеточная и генная инженерия растений, биология клетки, биоинформатика, системная биология.

В 2000 г. в биологии растений произошло ключевое событие, – был полностью расшифрован геном резуховидки (резушки) Таля (*Arabidopsis thaliana* L.). За прошедшие годы сиквенированы геномы риса и люцерны, тополя и сорго, винограда и кукурузы, апельсина и мандарина, какао и земляники, яблони и конопли. Завершается расшифровка геномов пшеницы, картофеля, ячменя, лотоса, томатов, манихота и папайя. Биология переходит в так называемый *пост-геномный период развития*.

В пост-геномный период доминируют исследования, которые начинаются с сиквенирования генома и белков, а завершаются выявлением функций отдельных генов, белков и метаболитов, а также их эволюционного происхождения. Центром всех этих исследований служит информация о *сиквенсе генома*. Именно она дает основу для анализа происходящих в организме процессов на самых разных уровнях: биохимическом,

генетическом, клеточном, регуляторном, организменном и эволюционном.

Как только стала появляться информация о полных сиквенсах геномов, возникла новая наука — *геномика*, которая изучает нуклеотидный состав генома, принципы функционирования отдельных генов и их комплексов, а также эволюцию генома. Задачи геномики заключаются в выявлении того, как клетки в многоклеточном организме, имея идентичный набор генов, образуют такое разнообразие тканей и органов, обладая при этом узкой функциональной и структурной специализацией. Важной задачей геномики также является выяснение принципов переключения паттерна экспрессии генов при изменении условий среды.

В настоящее время имеется возможность одновременно анализировать совокупность всех мРНК (*транскриптом*) и белков (*протеом*), которые определяют функциональную специфику клетки и свойственны ткани или органу на определенном этапе онтогенеза в зависимости от условий среды. Стремительно совершенствуются методы анализа *метаболома* — совокупности всех метаболитов, свойственных клетке, ткани или органу на определенном этапе онтогенеза. После получения информации об отдельных молекулах, составляющих протеом и метаболом клетки, следующим шагом будет составление целостной структурной и функциональной картины клеточных процессов. В этом случае обязательно возникнет проблемы понимания принципов управления физиологией клетки, расшифровки механизмов ее ответных реакций на внешние и внутренние раздражители, а также создания технологий обработки и хранения получаемой информации. Критически важную роль при этом начинают играть *системная и информационная биология*, которые обеспечивают информационно-компьютерную и теоретическую основу молекулярной и клеточной биологии растений, генной инженерии и биотехнологии, физиологии и экологии растений.

С презентацией доклада можно ознакомиться на сайте <http://www.bio.spbu.ru/faculty/departments/fbr/>.

Работа поддержана грантом РФФИ N 11-04-00701.

СУЧАСНА ІНОВАЦІЙНА ПАРАДИГМА ПІДГОТОВКИ ФІТОФІЗІОЛОГІВ

Мусієнко М. М., Таран Н. Ю.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ
«Інститут біології», кафедра фізіології та екології рослин,
вул.Володимирська, 64/13, м.Київ - 01601, Україна.
E-mail: n_musienko@ukr.net*

Бурхливий розвиток природничих наук - найбільш характерна риса сучасного суспільства. Наука перебуває у постійному розвитку, причому це явище значно складніше, ніж просто встановлення певних наукових фактів чи відкриття нових явищ. Адже при появі нових даних, уявлень змінюється, тобто трансформується стара конструкція набутих знань, відбувається пошук відповідності старих-попередніх і новітніх уявлень.

Існуюча система біологічної освіти спрямована, в основному, на професійну підготовку і майже зовсім не виконує виховної функції. Це пояснюється тим, що методологія, організаційні форми і засоби навчання спрямовані на використання формально-логічних операцій з уже відомими знаннями в певній галузі біологічної науки, в тому числі фітофізіології. Такий підхід не дозволяє впливати на формування у студента вміння вести пошук нової інформації.

Сучасні кризові явища, спричинені науково-технічним прогресом, перевагою утилітарного, технократичного над природним, поставили під загрозу існування і розвиток самої людини. Настав час переосмислення мети, змісту біологічної освіти, яка має бути переорієнтована з технократичного напрямку на гуманістичний. Адже людина як живий організм є лише частиною природи, як і всі інші представники живого в біосфері. Біологія повинна бути насамперед провідником гуманістичних ідей і екологічного способу мислення, сприяти формуванню свідомої мотивації на здоровий спосіб життя, засвоєнню базових норм екологічної етики, а також вмінню користуватися теоретичними знаннями для професійної орієнтації в прикладних сферах діяльності людини. Лише такий підхід забезпечить формування біологічно грамотної особистості, яка буде здійснювати свої взаємовідносини з природою на науковій основі і повазі як до власного

життя, так і навколишнього середовища її існування. Викладання фітофізіології, як і інших природничих дисциплін має бути таким, щоб студенти сприймали не готові постулати, а поступовий процес формування і виведення їх в ході розвитку певної галузі науки. В той же час більшість сучасних підручників подають риторичний або конспективний тип викладу матеріалу і містять багато беззаперечних стверджень. Слід визнати, що такий підхід має ряд переваг - це насамперед, простота, доступність, невеликий об'єм викладу навчального матеріалу, тощо. Проте великим недоліком, мінусом є те, що вони дають викривлене уявлення про конкретну науку як дослідження.

Риторичні висновки в багатьох підручниках формують небажані ефекти у студентів чи учнів навчальних закладів. Такий виклад наводить на думку, що наука є чимось завершеним, що вона складається із певних незмінних істин. До того ж важливо нагадати, що вчені, як всі люди, здатні помилятися, а тому деякі з наведених в підручниках фактів базуються на невірних уявленнях. Виклад матеріалу шляхом риторичних стверджень не дозволяє продемонструвати, що справедливість певних поданих концепцій перевіряється їх придатністю для вирішення тих чи інших практичних запитів. Тому той факт, що наукові дослідження весь час продовжуються і ніколи не можуть вважатися закінченими, не знаходять розуміння у студентів.

Студенти не розуміють, що матеріал для науки створюється в результаті спланованого експерименту чи спостереження. Вони не відчують того, що експеримент чи спостереження, в свою чергу, планується у відповідності з поставленим завданням і, що вони залежать від уявлень, які сформовані конкретними попередніми знаннями. Звідси, суть викладання будь-якого предмету слід проводити як дослідження. Студенти повинні пізнавати і розуміти суть наукових досліджень і скрізь, де це можливо, бути їх безпосереднім учасником. Спецпрактикуми, робота в науковій лабораторії як важлива складова методологічного забезпечення фахової підготовки фітофізіолога, якраз і допомагають викласти науку, предмет, як дослідження. Саме така підготовка фітофізіолога дозволяє пояснити на яких

спостереженнях, експериментах одержані певні результати і як з них сформувалися певні знання. Голі факти і риторичні висновки змінюються поступовим викладом суті питання в процесі його дослідження. Фрази «ми остаточно не знаємо...», «поки-що не розуміємо...», «механізм даного явище ще невідомий...», «наведені факти протиречиві...» тощо, мають постійно лунати під час лекції, викладач має неодноразово це підкреслювати. Спостереження і виконані практичні роботи допомагають викласти предмет, науку як дослідження. Вони виступають не як ілюстрація до теоретичного матеріалу підручника, а як науковий експеримент для доказу певних істин. Вони створюють ситуацію, в якій сам студент бере участь в дослідженні. Кожна виконана практична робота є реальним введенням студента в наукове дослідження. Студент має зрозуміти, що наука, це значно більше, ніж навчання одних людей іншими, більш знаючими. Він прийде до цього, коли за допомогою наукового керівника, а найкраще самостійно поставить проблему і переконається в своїй здатності її виконати. Лише таким чином він зрозуміє, що наука - це активне мислення, це те поле людської діяльності, де розум, інтелект, винахідливість знаходять, як матеріальну, так і моральну винагороду.

Практика свідчить, що закономірності краще засвоюються і довше залишаються в пам'яті, коли студент сам їх опановує в ході спостереження чи експерименту. Слід пам'ятати, що мета не в тому, щоб негайно знайти відповідь на невідоме, скоріше вона в тім, щоб викликати у студента бажання знайти відповідь і щоб для цього він використав весь свій багаж знань, весь свій інтелект. Такий підхід забезпечує формування у студентської молоді творчого мислення, навчає самостійно ставити наукову проблему, обгрунтовано вибирати тему наукового експерименту, складати план дій для її виконання. Добре, якщо наукові інтереси студента і викладача певної дисципліни співпадають, проте важливо запам'ятати, що студентські наукові дослідження - це модель проблеми, а не матеріал для вашої статті, чи дисертації.

Нарешті, варто підкреслити, що така робота не завжди буде привабливою, тим більше захоплюючою. Дуже часто для одержання

незначних результатів необхідні досить тривалі, часто стомлюючі години, а то й дні чи тижні виснажливої монотонної праці. Однак, варто сподіватися, що кінцеві результати виправдають все це. Більшість професіональних дослідників знають, яке приємне хвилювання та незвичайне інтелектуальне задоволення приносить найменше відкриття, не дивлячись на чисельні невдачі і монотонність наукових експериментів. Якщо і студенти відчують таке радісне збудження в процесі навчання, вони якнайкраще зрозуміють суть конкретної галузі природничих науки, зокрема фітофізіології.

ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН ЯК ІНТЕГРАЛЬНА СКЛАДОВА СУЧАСНОЇ ОСВІТИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ

Таран Н. Ю., Панюта О. О., Косик О. І.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ
«Інститут біології», кафедра фізіології та екології рослин,
вул.Володимирська, 64/13, м.Київ - 01601, Україна.
E-mail: tarantula@univ.kiev.ua*

Сучасна фізіологія рослин – наука не тільки інтегральна і міждисциплінарна, а й концептуальна, що розробляє фундаментальні основи фітофізіологічних явищ та процесів. В умовах глобальних змін клімату, зростаючої швидкими темпами трансформації умов існування рослин, активної деградації біоценозів під впливом техногенного тиску людини, у викладанні фізіології рослин потрібно акцентувати увагу на складних інтегральних фізіологічних процесах, дослідження функціонування яких на різних рівнях організації живої системи дозволяє максимально близько підійти до розуміння сутності живого. Окрім того, фізіологія рослин є фундаментальною наукою для розв'язання питань, пов'язаних з інтенсифікацією рослинництва та охороною навколишнього середовища, тому вона є обов'язковою дисципліною у ВНЗ не лише біологічного, а й сільськогосподарського профілю. Успіх викладання фізіології рослин передбачає взаємозв'язок наукових досліджень у ВНЗ та досліджень науковців з установ системи НАН України, Агропромислового комплексу (АПК) та Міністерства екології та природних ресурсів України, що в свою чергу потребує поєднання класичних знань з орієнтацією на успішну

реалізацію на практиці та готовність до постійного підвищення кваліфікації фахівців.

Слід зауважити, що до серпня 2010 року у переліку біологічних спеціальностей, за якими здійснювалась підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційними рівнями спеціаліста і магістра, спеціальність «Фізіологія рослин» не фігурувала як самостійна спеціальність, а разом з «Фізіологією людини і тварин» була складовою спеціальності «Фізіологія». Випускники ВНЗ отримували диплом за спеціальністю «Фізіологія», яка відповідала професії «Фізіолог» (ДК 003:2010), що викликало певні проблеми з працевлаштуванням. Постановою Кабінету Міністрів України (за поданням біологічного факультету КНУ) від 27 серпня 2010 р. № 787 спеціальність «Фізіологія рослин» введено до переліку спеціальностей, за якими здійснюється підготовка спеціалістів і магістрів. Окрім того, у Національному класифікаторі України 2010 року ДК 003:2010 професія «Фізіолог рослин» була відсутня. За ініціативою колективу кафедри фізіології та екології рослин ННЦ «Інститут біології» КНУ було піднято клопотання про введення до КП професії «Фізіолог рослин». Рішенням ДУ НДІ СТВ Міністерства соціальної політики України (лист від 27.12.2012) внесено зміни і введено професійну назву роботи «Фізіолог рослин» з кодом 2211.2. Вищі навчальні заклади, які випускають біологів-фізіологів, розпочали формування ліцензійної справи з підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційними рівнями спеціаліста і магістра за спеціальністю «Фізіологія рослин» (7.04010210 та 8. 04010210). За нашими даними на сьогодні ліцензію на підготовку спеціалістів і магістрів фізіологів рослин отримали чотири ВНЗ України (Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Львівський національний університет імені Івана Франка, Ужгородський національний університет). Враховуючи усі вищезазначені трансформації нормативних документів і те, що реформування вищої освіти, яке відбувається в наш час потребує миттєвих реакцій на системні зміни в суспільстві для задоволення його потреби у підготовці нової генерації фахівців вищої кваліфікації, вважаємо одним з найактуальніших завдань сьогодення, які стоять перед

фізіологами рослин, розробку сучасного Галузевого стандарту вищої освіти за освітньо-кваліфікаційними рівнями спеціаліст і магістр за даною спеціальністю.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІЙ БІОХРОМІВ РОСЛИН

Феденко В. С., Шемет С. А.

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара, НДІ
біології, просп. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ-49010, Україна.
E-mail: opticlub@ukr.net*

Один із сучасних напрямів дослідження інтегративної ролі фітофізіології пов'язаний з інтенсивним розвитком підходу “omics” для системного аналізу складних об'єктів (“omes”) на різних рівнях організації рослини (Fukushima et al., 2009; Yuan et al., 2008). При використанні цього підходу ставлять за мету з'ясування життєдіяльності організму як цілісної системи на основі взаємозв'язку найважливіших біологічних процесів (Lay et. al., 2006). Ефективність підходу “omics” підтверджена розвитком геноміки, транскриптоміки, протеоміки та метаболоміки (Lay et. al., 2006). Однак, такий фундаментальний процес, як взаємодія рослин із сонячним випромінюванням, дотепер залишається поза увагою підходу “omics”. Ключовим об'єктом для системного аналізу цього процесу є біохроми – рослинні пігменти, спеціалізована функція яких полягає у здатності вибірково поглинати світло видимого діапазону та відбивати іншу частину світлового потоку. Функції біохромів пов'язані із фоторецепцією, метаболізмом та створенням ефекту забарвлення (Martin, 1995). Для дослідження біохромів відповідно до принципів підходу “omics” необхідна спеціалізована методологія із визначенням забарвлення рослинних тканин, яка запропонована нами на основі системних досліджень спектральних параметрів пігментів *in vivo* (Феденко, Стружко, 2001). Мета роботи – застосування підходу “omics” для дослідження біохромів на основі розробленого методологічного підходу.

Запропоновано концепцію, згідно якої забарвлення рослинних тканин, як наслідок адаптації до сонячного випромінювання, визначається на основі

системного аналізу біохімічних чинників пігментації та спектральних властивостей біохромів відповідно до фізичної теорії кольору, а також є кількісною генотипово обумовленою ознакою, що змінюється за дії природних чи техногенних чинників. За сукупністю спектральних параметрів виявлено різні типи забарвлення квіток *Angiospermae* як стійкі форми для реалізації подібного механізму взаємодії рослин із сонячним випромінюванням і запилювачами у різних таксонах. Порівняно з каротиноїдами та бетаціанінами, найпоширеніші типи забарвлення утворені за рахунок метаболізму фенольних сполук, що забезпечує багатоваріантність паралельної мінливості пігментації.

Поліфункціональність біохромів забезпечує інтегрованість процесів життєдіяльності рослинного організму. Завдяки біохромам забезпечується фотопротекторний ефект, поглинання і перетворення енергії сонячної радіації, створення кольорових стимулів для приваблювання запилювачів. Метаболічні функції фенольних сполук здійснюються за рахунок антиоксидантної активності, здатності до хелатування іонів біогенних та абіогенних металів, властивості до зв'язування органічних ксенобіотиків, окиснювальної кон'югації за стресорних умов. Така універсальність цих вторинних метаболітів реалізується в захисних реакціях рослин до стресорів різного походження.

Практичний ефект дослідження пов'язаний із розробкою системи методів визначення колірних характеристик рослинних об'єктів ідентифікації ефектів зв'язування іонів металів, діагностики функціонального стану рослин за спектральними характеристиками біохромів. Наявність спеціалізованої методології для дослідження специфічного об'єкту (біохрому) створює можливість розвитку нового напрямку – біохроміки рослин. Предмет цього напрямку слід визначити як функції біохромів, що забезпечують інтегрованість процесів життєдіяльності рослинних організмів на різних рівнях їх організації при взаємодії з чинниками природного середовища, енерго-інформаційному обміні з іншими організмами за умов адаптації до сонячного випромінювання.

БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ ФИТОФИЗИОЛОГОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ ХАРЬКОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА имени В.Н. КАРАЗИНА

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*

Кафедра физиологии и биохимии растений Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина является одной из старейших кафедр на территории современной Украины. Она основана в 1889 году профессором В.И. Палладиным - известнейшим анатомом, физиологом и биохимиком растений. Традиционно на кафедре ведётся подготовка физиолого-биохимической направленности. Однако в последние 15-20 лет физиология растений, являясь классической биологической дисциплиной, переживает очень бурный период своего развития, формируя новые смежные дисциплины – биотехнология растений, генная инженерия растений, молекулярная биология растений и т.д.

Подготовка специалистов в области физиологии растений в классических университетах должна обязательно соответствовать современному состоянию науки. За последние годы на кафедре физиологии и биохимии растений ХНУ, также как и во многих других классических университетах Украины, подготовлены новые современные спецкурсы в области биотехнологии растений - «Основы биотехнологии растений», «Генная инженерия растений», «Физиология трансгенного растения и биобезопасность». Разработан, материально и методически обеспечен спецпрактикум «Методы культуры in vitro клеток, тканей и органов высших растений», который включает следующие разделы: организация биотехнологической лаборатории; приготовление искусственных питательных сред; способы стерилизации в биотехнологии; каллюсная культура; суспензионная культура; культура одиночных клеток; культура

изолированных протопластов; культура гаплоидных клеток; гормональная регуляция в культуре *in vitro*; микроклональное размножение растений.

Преподавателями кафедры ведется работа по подготовке и изданию соответствующих методических и учебных пособий – «Биотехнология высших растений: культура *in vitro*», «Основы генетической инженерии растений». При кафедре организована учебно-исследовательская лаборатория «Морфогенез высших растений *in vitro*», где студенты выполняют работы в рамках спецпрактикума, а также в ходе прохождения учебно-производственной практики, выполнения курсовых, бакалаврских и магистерских работ.

Студенты кафедры регулярно участвуют в международных научных конференциях, конкурсах научных студенческих работ регионального, всеукраинского и международного уровней, где представляют свои доклады и работы в области современной биотехнологии растений.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина с 2010 года имеет статус исследовательского. Магистерская подготовка физиологов растений обязательно включает знакомство, прохождение практик, выполнение магистерских диссертаций на базе ведущих современных лабораторий институтов города системы Национальной и Аграрной академии наук Украины: лаборатория генетики и биотехнологии института растениеводства имени В.Я. Юрьева НААНУ, группа биотехнологии института овощеводства и бахчеводства НААНУ, группа криосохранения растений института проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины и др.

Современный уровень подготовки специалиста в области физиологии растений обязательно должен включать блок теоретических знаний в области смежных дисциплин – биотехнология растений, генная инженерия, молекулярная биология, а также практическую базу инструментария (методов) исследования растительного организма для проведения теоретических и прикладных исследований.

НОРМАТИВНЫЙ КУРС «ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ»: ЕДИНСТВО И РАЗЛИЧИЯ

Авксентьева О. А., 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

В стандарте подготовки бакалавра-биолога обязательным нормативным курсом является «физиология и биохимия растений». Почему физиология и биохимия, а не физиология растений и биохимия растений?

Физиология – наука о процессах жизнедеятельности, т.е. о функционировании физиологических систем растительного организма. Предметом биохимии, как известно, является изучение химического состава веществ растительного организма и их обмена, т.е. метаболических путей. Функциональная биохимия растений объясняет химизм физиологических процессов, происходящих в растительном организме. И возможно, в этом и состоит неразрывная связь этих дисциплин. Знания физиологии и биохимии растений расшифровывают процессы, обеспечивающие функционирование растения, на разных уровнях организации живой материи: биохимия растений – на молекулярном, физиология – на организменном. Функциональная биохимия описывает химизм темновых реакций фотосинтеза (разнообразие путей ассимиляции CO_2), фотодыхания, темнового дыхания растений; ассимиляции азота и других макроэлементов; пути биосинтеза фитогормонов в растениях; неспецифические стрессовые реакции и др. Хотя такое «биохимическое подтверждение» физиологических процессов характерно не для всех разделов физиологии растений (пр.: водный обмен, рост и развитие). Биохимия растений активно развивалась со второй половины прошлого века, именно тогда были открыты цикл Кальвина, цикл Хетча и Слэка, САМ-фотосинтез, расшифрована химическая природа фитогормонов. По-видимому, это и стало причиной объединения знаний биохимии и физиологии в едином курсе «физиология и биохимия растений». Современная физиология растений является интегративной дисциплиной, объединяющей новые

знания о биологии растений, полученные с использованием молекулярно-биологических и молекулярно-генетических методов, на уровне физиологии целостного растительного организма. В курсе современной физиологии растений используются знания не только биохимии растений, но и многих других наук о биологии растений: экологии, биотехнологии, генетики, молекулярной биологии и т.д. Нужно ли расширять или изменять название курса (например «Физиология и молекулярная биология растений»)?

Как известно, наука считается самостоятельной, если можно четко сформулировать предмет, объект и методы ее исследования. Биохимия растений давно сформировалась как самостоятельная дисциплина. Специфические черты биохимии растений, конечно же, определяются особенностями растительного организма. Самой важной отличительной особенностью является наличие, наряду с первичным обменом, также специализированного - вторичного обмена целого ряда веществ, синтезируемых в растении (фенолы, изопреноиды, алкалоиды, гликозиды и др.). Знания в области современной биохимии растений в настоящее время очень востребованы в связи прикладной направленностью их применения. Целевой трансгенез сельскохозяйственных растений, связанный, например с увеличением содержания незаменимых аминокислот, повышением содержания провитамина А, изменением соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и т.д. требует знаний в области биохимии растений. Направленный синтез веществ вторичного метаболизма, обладающих фармацевтическими свойствами, путем культивирования растений биотехнологическими методами в условиях *in vitro* также требует биохимического подхода. Современная биохимия растений также, как и другие биологические дисциплины, развивается с использованием информационных баз и рождает новые «молодые науки» - гликомика, протеомика, липидомика, метаболомика. В рамках одного курса совместить два самостоятельных достаточно сложно. Возможно, следует всё же разделить физиологию растений и биохимию растений, и читать их как самостоятельные дисциплины при подготовке бакалавров биологии.

ВИКЛАДАННЯ ФІТОПАТОЛОГІЇ В ДОНЕЦЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Ветрова О. В.

Донецький національний університет, каф. Фізіології рослин, вул.. Щорса, 46, м. Донецьк-83050. E-mail: vetrova.donny@mail.ru

Фізіологія рослин – багатогранна наука, яка охоплює всі перетворення, що відбуваються з рослиною в процесі онтогенезу. У ДонНУ викладання цієї дисципліни здійснюється студентам третього курсу освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Доповнюються знання у галузі фізіології рослин на 4 та 5 курсах рядом спецкурсів, у тому числі, «Фітопатологія з основами імунітету рослин».

Програма спецкурсу для студентів 5 курсу освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» розрахована на 4 кредити ECTS, 2 модулі, 4 змістових модулі. У 9 семестрі студенти денної форми навчання слухають лекції з дисципліни (36 годин) та відпрацьовують 36 годин лабораторного практикуму.

Лекційний курс включає вивчення головних напрямків розвитку фітопатології та фітоімунології, загальних відомостей про хвороби рослин, класифікації, типів хвороб, характеристики вірозів, бактеріозів, мікозів, хвороб, що спричиняють нематоди та вищі рослин, особливостей фізіологічних процесів хворих рослин, захисних реакцій рослин, категорії фітоімунітету, теорії імунітету, методи й засоби захисту рослин.

На лабораторних заняттях студенти вчаться визначати збудників інфекційних хвороб, проводити фітопатологічну експертизу насіння, оволодівають методами урахування хвороб, які викликають місцеві ураження листя, урахування втрат врожаю від хвороб, методами захисту рослин, методами оцінки ефективності хімічних заходів. Лабораторний практикум дає можливість студентам набути практичних умінь та навичок, застосовувати теоретичні знання на практиці. Кожна лабораторна робота оцінюється під час захисту в 2 бали.

Самостійна робота студентів проводиться з метою поглиблення теоретичних знань, розвитку вміння застосовувати знання на практиці,

усвідомити місце фітопатології та фітоімунології серед інших біологічних наук. Такий вид роботи розрахований на 70,3 години. Форми самостійної роботи різноманітні: написання рефератів, підготовка презентацій, гербарію, проведення ділової гри, виступи з доповідями тощо. Для контролю знань студентів з дисципліни протягом семестру проводяться тестування, контрольні роботи. Поточний контроль знань здійснюється у вигляді комплексної контрольної роботи, що включає 2 теоретичні, 1 практичне завдання, тести та ситуаційну задачу у кожному білеті. Протягом семестру проводяться консультації. Всього за семестр студент може напрацювати до 60 балів, а 40 балів може отримати на іспиті – підсумковому контролі знань.

Студенти заочної форми навчання виконують усі завдання спецкурсу «Фітопатологія з основами імунітету рослин», але у меншому обсязі (10 годин лекційних та 10 лабораторних).

Методичне забезпечення спецкурсу включає навчальний посібник з грифом МОН «Біопошкодження рослинних ресурсів і продовольчої сировини». / В. Д. Малигіна, О. В. Ветрова, М. О Рябченко, В.А. Павлова, В.П. Федоренко. – К.: Кондор, 2009. – 246 с.; навчальний посібник Ветрової О. В. «Болезни растений». – Донецьк: ДонНУ, 2011. – 255 с.; «Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по спецкурсу «Иммунология с основами патологии растений». – Донецьк: ДонНУ, 2005. – 26с.

Протягом останніх п'яти років якість знань спеціалістів ДонНУ з цієї дисципліни не нижче 70 відсотків.

Вивчення спецкурсу «Фітопатологія з основами імунітету рослин» є важливою складовою якісної підготовки фахівців біологів. Враховуючи погіршення сучасного стану екології багатьох регіонів країни, озброєння молодих фахівців біологічного профілю знаннями з фітопатології та імунології рослин є дуже актуальним.

ВОПРОСЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ – МИКРООРГАНИЗМЫ» В КУРСЕ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Винникова О. И.

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 актуальных тем современной биологии являются взаимоотношения микроорганизмов с высшими растениями. Именно в рамках таких взаимодействий происходит регуляция жизненных процессов в системе «растение – микроорганизмы», обеспечивая слаженность физиологических реакций, оптимальность развития организмов обеих групп, а также способность их к адаптации в меняющихся условиях среды. На текущем этапе развития биологической науки установлен различный характер биотических взаимоотношений между растениями и микроорганизмами. Развиваясь на поверхности надземной части растения (в филлосфере), на поверхности корня (ризоплан), или в окружающей корни почве (ризосфера), микроорганизмы либо создают оптимальные условия для развития растений, либо проявляют фитопатогенность. В целом же взаимоотношения в системе «растение – микроорганизмы» могут носить антагонистический, ассоциативный или симбиотический (мутуалистический) характер.

В настоящее время во многих странах весьма актуальным направлением земледелия является так называемое «зеленое» или биологическое земледелие с минимальным применением химических удобрений и пестицидов или полным отказом от них. В связи с этим возникает проблема подготовки кадров для грамотного и научно обоснованного ведения биологического земледелия. Основы знаний об особенностях взаимоотношений в системе «растение – микроорганизмы» закладываются еще в рамках школьного курса биологии. Высшее биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую и экологическую грамотность, готовность к решению широкого круга теоретических и практических задач по повышению продуктивности

культурних рослин, оптимізації землекористування і загальної екологізації сільського господарства. Тому дуже актуальною, на наш погляд, є рекомендація введення в програму загального курсу або спеціальних курсів спеціальності «Фізіологія рослин» розділа про взаємодії вищих рослин і мікроорганізмів. Саме вивчення характеру цих взаємодій, видового різноманіття мікроорганізмів філосфери, ризоплани і ризосфери, а також шляхів їх використання в рослинництві є необхідним елементом повноцінного навчання спеціалістів-біологів за спеціальністю «Фізіологія рослин». Ці питання можна об'єднати в такі групи:

Тема 1. Мікрофлора філосфери, ризоплани і ризосфери культурних рослин.

Тема 2. Ендоефітна мікрофлора вищих рослин.

Тема 3. Взаємодії в системі «рослина – мікроорганізми».

Тема 4. Мікрофлора і мінеральне харчування рослин: оптимізація росту і розвитку різних культур рослин в різних кліматичних і едафічних умовах.

Тема 5. Мікроорганізми-активатори, мікроорганізми-інгібітори, мікроорганізми-антагоністи і шляхи їх практичного використання.

Тема 6. Вплив мікрофлори на стійкість рослин до екстремальних умов середовища – посухи, переувлажненню, заморозкам.

Наведений приблизний перелік тем є, на наш погляд, обов'язковим мінімумом при підготовці кваліфікованих біологів-практиків.

ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ: ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ВІД ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ ДО ВУЗУ

Гамуля Ю. Г.

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, каф. ботаніки
та екології рослин, пл. Свободи, 4, м. Харків-61022, Україна.
E-mail: ydaniulya@mail.ru*

Вузівська освіта – важливий етап підготовки висококваліфікованих фахівців, вона повинна бути логічним продовженням шкільної освіти. Так,

для успішного засвоєння студентами знань та вмінь, які вивчаються в циклі вузівських ботанічних дисциплін необхідна наявність базових знань з якими абітурієнти приходять зі школи. Проте, значною мірою, це фрагментарні остаточні знання, або поверхневі знання на рівні уяви. Саме це є однією з причин певних складностей у вивченні ботанічних дисциплін в вузі. Які причини призводять до таких результатів?

По-перше, це пов'язане з необхідністю різних підходів до освіти в школі та вузі. Значна більшість існуючих навчальних програм побудовані за класичною «академічною» схемою, а саме, від буцімто простих речей (природне різноманіття та будова рослин) до складних (фізіологічні процеси). Це виправдано при вивченні вузівських курсів, коли нові знання повинні спиратися на знання отримані студентами раніше, у школі. Саме це надає змогу викладачам вільно оперувати доволі складними поняттями. Проте такий підхід має ряд переваг лише в вузі та не завжди прийнятний в шкільному курсі.

Головна проблема шкільної освіти, це невідповідність, яка іноді спостерігається між предметом вивчення, згідно з програмою, та певними психолого-фізіологічними віковими особливостями школярів. Так, згідно існуючої програми з біології, шкільний курс починається з доволі складних питань, а саме спроби розтлумачити учням функції рослинного організму, основні процеси обміну речовин і перетворення енергії в організмі, питання живлення та фотосинтезу, транспорт речовин, ріст і розвиток рослин. Спроби наблизити складні питання до вікових можливостей школярів найчастіше призводять до спрощення розуміння складних фізіологічних процесів, а іноді навіть до їх вихолощення. Складні біологічні процеси які вивчаються у загальній формі без зайвих подробиць сприймаються учнями як віртуальні, тобто не підкріплені достатнім запасом знань. Таким чином у підсумку майбутні абітурієнти отримують поверхневі, не глибокі знання без розуміння суті процесів, а іноді навіть спотворення самої суті процесу що відбувається.

В шкільному курсі біології «фізіологічні» питання є чи не найскладнішими. Так до одного з проблемних питань відноситься вивчення

фотосинтезу, яке починається в 7 класі, майже «на пальцях» бо для 12-13 річних школярів, які ще тільки почали вивчати хімію, всі ці процеси не є наочними та зрозумілими. Навіть більше, існуючі підручники та навчальні посібники значної уваги приділяють насамперед головній ролі рослин в біосфері як виробників кисню. При цьому йде зміщення понять та головна частина процесу фотосинтезу – отримання з неорганічних речовин органічних остається в сутінку. Для запобігання такому результату при вивченні фотосинтезу в школі потрібно скорегувати акценти з «перетворення всередині листків вуглекислого газу на кисень» на головну суть процесу – «перетворення неорганічних речовин на органічні, процес при якому окрім утворення органічної речовини вивільнюється кисень».

Важливо також домогтися в учнів розуміння того, що живлення рослин із ґрунту і повітря – це єдиний процес, за якого з неорганічних речовин – води, мінеральних солей і вуглекислого газу утворюються органічні речовини, необхідні для життєдіяльності всіх органів рослини. Процес утворення органічних речовин тісно пов'язаний з диханням і випаровуванням води листками. Значні питання та труднощі також викликають питання регуляції процесів росту та розвитку у рослин, фоторегуляції та інші. Таким чином вдосконалення сучасної біологічної освіти не можливе без певних корегувань, і в першу чергу базової шкільної освіти, перебудови програми навчання та всього шкільного курсу біології.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В КУРСЕ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ

Джамеев В. Ю.

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, каф. физиологии и биохимии растений, пл. Свободы, 4, г. Харьков-61022, Украина. E-mail: vadim.yu.dzhameyev@univer.kharkov.ua

Развитие современных методов исследований и их использование в изучении растительных объектов способствует интенсивному накоплению новых данных о молекулярных механизмах физиолого-биохимических процессов растений. Массив этих данных слишком велик и с каждым годом он продолжает увеличиваться. Поэтому перед преподавателями стоит

важная задача, которая заключается в оптимизации отбора новых сведений, которые следует использовать при составлении и корректировке учебных программ по общему курсу физиологии и биохимии растений, а также специальных физиолого-биохимических курсов, для изучения которых понимание молекулярных механизмов является принципиально важным.

Физиология и биохимия растений, как и любой другой учебный курс, предполагает определенное количество информационной нагрузки. Это выражается в количестве часов, отведенных на лекции, практические занятия и самостоятельную работу студентов. Соответственно, если преподаватель ощущает необходимость дополнить курс современными сведениями, то необходимо или интегрировать новый материал в старый без существенного увеличения общего объема материала, или перестроить учебную программу за счет сокращения отдельных вопросов. В любом случае необходимо стремиться к сохранению концепции курса и не оставлять принципиально важные вопросы без внимания.

При подготовке программы по физиологии и биохимии растений, с одной стороны, следует помнить, что это общий курс, предназначенный для общебиологической подготовки студентов-биологов всех специализаций, поэтому не нужно излишне насыщать его фактическим материалом. С другой стороны, важно не упростить курс до примитивного уровня, а сделать его соответствующим современным условиям и уровню развития биологических наук. Поэтому ни в коем случае не нужно пренебрегать современными молекулярными данными при изложении физиолого-биохимических механизмов. Но вместе с этим, подбор и использование нового материала в учебном курсе не должно быть самоцелью. Новые молекулярно-биологические данные следует вводить в лекционный курс, руководствуясь, прежде всего, принципом целесообразности. Для этого необходимо решить два наиболее существенных вопроса.

Насколько важен новый материал для описания конкретного физиологического процесса, способствует ли он качественно новому пониманию этого процесса? Позволят ли новые данные не просто запомнить физиологическую закономерность или последовательность

процессов в механизме, а понять их сущность?

Вряд ли можно давать конкретные однозначные рекомендации коллегам, преподающим физиологию и биохимию растений в университетах, поскольку каждый из них опирается на собственный опыт преподавания, поэтому имеет свое видение предмета и делает конкретные акценты при изложении определенных вопросов. В качестве обмена опытом, приведу примеры некоторых молекулярно-биологических достижений за последние 15 лет, которые я использовал в лекциях по физиологии и биохимии растений:

- 1) уточнение структуры, состава и функционирования митохондриальных мембран (использовал для описания механизма термогенного дыхания);
- 2) уточнение механизма функционирования нитрогеназы (азотфиксация);
- 3) уточнение механизма функционирования ауксиновых пермеаз (направленный транспорт ауксина и ростовые движения);
- 4) идентификация и описание функционирования рецепторов гормонов растений (гормональная регуляторная система растений).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ КУРСОВ

Джамеев В. Ю.

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, каф.
физиологии и биохимии растений, пл. Свободы, 4, г. Харьков-61022,
Украина. E-mail: vadim.yu.dzhameyev@univer.kharkov.ua*

Лекции являются важнейшим и неотъемлемым атрибутом университетской жизни, одинаково важным и для студентов, и для преподавателей. Для студентов лекции — это своеобразный интерактивный первоисточник, который, помимо выполнения сугубо информационной роли, формирует у студентов отношение к предмету в целом. Поэтому для преподавателей лекция является ответственным видом занятий, в процессе которых они должны показать не только уровень своих знаний, но и уметь

последовательно и логично изложить материала. От того, насколько ясно и понятно будет подан лекционный материал аудитории, зависит восприятие информации студентами, понимание ими предмета лекции и, в конце концов, их личное отношение к данной области знаний.

Любой лекционный материал более эффективно воспринимается, если вербальная информация подкрепляется иными способами воздействия на аудиторию и, прежде всего, визуальными. Визуализация позволяет существенно сокращать вербальную часть лекции, одновременно облегчая восприятие и усвоение информации слушателями.

В настоящее время наиболее популярным способом предоставления визуальной информации являются презентации, изготовленные с помощью программы PowerPoint. На слайдах презентации можно размещать текстовую информацию, таблицы, рисунки, схемы и т.п. Кроме того, PowerPoint дает возможность использовать эффекты анимации.

Лекции по физиологии и биохимии растений и родственным специальным курсам содержат разнообразный материал, значительная часть которого посвящена изложению множества механизмов, являющихся динамическими процессами. Поэтому при приготовлении лекционных презентаций по этим дисциплинам использование анимационных возможностей программы PowerPoint является в значительной степени актуальным. С другой стороны, анимирование презентаций не должно быть самоцелью, так как перегрузка лекции визуальными эффектами может вызвать быстрое утомление органов зрения слушателей, что снизит эффективность восприятия ими материала.

При работе над презентацией необходимо, прежде всего, четко представлять какие именно этапы процесса или детали функциональной структуры следует показать и с каким уровнем детализации. Причем необязательно стремиться к анимированию. Если средствами PowerPoint создать хорошо продуманную схему или ряд схем, демонстрирующих последовательные события процесса, этого может быть вполне достаточно.

Качество слайдов презентации, в особенности с использованием анимации, вне всякого сомнения, зависит от умения того, кто над ней

работает. Однако если изготовитель презентации не обладает достаточным опытом, следует помнить, что слайды с эффектами анимации могут быть разной степени сложности и нет необходимости анимировать абсолютно все детали процесса. Достаточно показать ключевые события или компоненты функциональной системы.

Автор тезисов имеет опыт использования презентаций на лекциях по общему курсу «Физиология и биохимия растений» и специальных курсах «Фитогормоны», «Внутриклеточные сигнальные системы», и «Метаболизм микроорганизмов». Анимационные эффекты используются не более чем на 20% используемых слайдов. Среди вопросов, которые сопровождались анимированными презентациями, были: функционирование электрон-транспортных цепей, реакционного центра фотосистем и светособирающего комплекса, особенности работы мембранных биотрансформаторов, механизмы рецепции и передачи сигналов в клетке, отток ассимилятов, осмотические процессы и др.

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И “БОЛОНСКАЯ СИСТЕМА”

Дмитриева Г. А.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва

1. Формирование профессиональной логики у обучаемого – главная задача высшего образования, наиболее полное достижение которой требует максимально продолжительного общения с преподавателем. Однако по новым ГОСТам РФ количество лекционных часов сокращено на 50%. Сокращение личного контакта студента с преподавателем затрудняет формирование профессиональной логики у студента. Кроме того, в наше время большинство студентов не умеет работать с книгой, не может сформулировать вопрос, дать логичный ответ, объяснить причины и механизм процесса. В учебном плане необходимо выделять время не только для письменных контрольных работ, но и для семинаров, коллоквиумов.

2. Изучение физиологии растений требует обязательного соблюдения последовательности в преподавании таких дисциплин как общая,

органическая, физколлоидная химия, биохимия, физиология растений, что в последнее время не всегда учитывается при формировании учебных планов.

3. Введение двухступенчатого образования привело к сокращению в бакалавриате аудиторных учебных часов. В этих условиях контролировать освоение материала помогает регулярное тестирование знаний. Тестирование проводится в начале лабораторного занятия (10 – 15 минут) с помощью специальных контрольных карточек, для проверки которых преподавателю достаточно 15 минут. Формы тестов разнообразны: для альтернативного выбора, множественного выбора, по закрытому типу, на последовательность процессов, составление правильных ответов из нескольких предложенных. Для каждого занятия составлено несколько вариантов контрольных карточек. Для домашней подготовки к тестированию студенты пользуются специальной “Контролирующей программой”. Преимущества тестирования: позволяет преподавателю проводить на каждом занятии фронтальный опрос студентов, заставляет студентов регулярнее заниматься; позволяет выучить отдельные термины, названия механизмов, формулировки закономерностей; выявить непонятные вопросы, которые сразу объясняются в конце занятия или на индивидуальной консультации. Контроль усвоения материала позволяет корректировать изложение последующих разделов и выбрать вопросы для семинаров. Недостатки тестирования: ограничено количество вопросов, которые можно запрограммировать, существует опасность запоминания неправильного ответа; использование тестов помогает студентам запомнить термины, формулировку некоторых закономерностей, но изучение физиологии растений требует формирования у студентов представления о растении как о цельной, самоорганизующейся, саморазвивающейся, саморегулируемой, системе, о взаимосвязи различных процессов и зависимости их от внешних факторов. При оценке знаний студентов при помощи тестирования приходится помнить, что существует 20 %-ная вероятность угадывания правильного ответа, поэтому вопросов в “Контрольной карточке” должно быть не менее 10, а выбирать правильный ответ нужно минимум из 5 предложенных ответов. Оценка

удовлетворительно ставится за 6 – 7 правильных ответов из 10.

4. В последние годы усилилась компьютеризация учебного процесса. Использование на лекциях презентаций увеличило объем демонстрируемого иллюстрационного материала, сократило использование обычной доски и мела, что облегчило работу преподавателя во время лекции. Недостатки: студентам нужно разное время для записи материала с экрана, поэтому приходится делать паузы. Если обещаешь перекинуть материал на флешку, одни студенты невнимательно работают на лекции, другие не приходят вообще. Компьютеры используются и для рубежного тестирования (1–2 раза) в течение каждого семестра, а также – для итогового тестирования в конце года. Разработаны тренировочные тесты для самостоятельной работы, которые размещаются на учебном портале кафедры. Там же размещаются программа дисциплины, “Контролирующая программа”, вопросы для коллоквиумов и семинаров, списки учебников, научных журналов, которые можно найти в Интернете и использовать для подготовки.

5. Присоединение РФ к Болонскому процессу привело к введению в университетах балльно-рейтинговой системы (БРС) оценки текущей успеваемости. Для этого разные виды деятельности студента (работа на лекциях, семинарах и лабораторных занятиях, результаты тестирования, сдача коллоквиумов, контрольных работ, рефератов) в течение всего года оцениваются определенным количеством баллов, которое меняется в зависимости от срока и качества выполнения работы. В конце обучения по сумме баллов студенту выводится итоговая оценка без сдачи экзамена. Экзамен сдают студенты, недовольные своей оценкой или получившие по сумме баллов неудовлетворительно. Преимущества БРС: часть студентов стала заниматься регулярнее, уменьшается доля случайности в итоговых оценках, БРС позволяет создать у студентов объективное мнение о собственных знаниях, дает возможность администрации отчислять неуспевающих студентов в середине семестра. Недостатки БРС: часть студентов, набрав минимальное количество баллов, необходимое для получения оценки “удовлетворительно”, перестает заниматься.

Следовательно, они знакомятся максимум с 70% программы. Необходимо сохранить устный экзамен в конце года. Отсутствие экзамена лишает возможности студента еще раз проанализировать весь материал, что поможет до конца сформировать представление о целостности растительного организма и его связи с внешней средой.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ЗНАНИЙ ПЕДАГОГОВ И УЧЕНЫХ ИЗ ИНСТИТУТОВ АКАДЕМИИ НАУК В СИСТЕМЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РОССИИ

Загоскина Н. В.*, Назаренко Л. В.**

**Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, ул.
Ботаническая, 35, г. Москва 0127276, Россия. E-mail: phenolic@ippras.ru*

***Московский городской педагогический университет, ул. Чечулина, 1, г.
Москва-105568, Россия. E-mail: nlv.mgpi@mail.ru*

Вступление России в Болонский процесс ставит задачу сближения отечественной системы образования с ее европейскими аналогами. Это, в свою очередь, требует модернизации высшей школы, а, главное, повышения системных знаний студентов, в том числе затрагивающих вопросы взаимосвязи человека с природой и обществом. Одним из наиболее действенных средств данного направления может служить биологическое образование, поскольку оно позволяет решать не только экологические проблемы, но и исследовать противоречия, возникающие между человеком и природной средой. В данном случае важная роль принадлежит физиологии растений, являющейся фундаментом и связующим звеном для многих других биологических дисциплин.

К сожалению, в настоящее время существует достаточно большой разрыв между сферой образования, с одной стороны, и технологиями, присущими современному обществу, с другой. И в этом случае важный вклад может внести именно академическая наука, обладающая высоким кадровым потенциалом, большими знаниями и отражающая уровень последних достижений в различных направлениях науки. От высших учебных заведений требуется создание условий, содействующих привлечению специалистов из академических институтов, создание

совместных центров для обучения студентов и поиска других подходов, способствующих повышению уровня научных знаний, усилению практической направленности читаемых курсов, возрастанию роли научно-исследовательской работы в подготовке будущих учителей биологов.

Примером такого инновационного подхода в организации учебного процесса может служить кафедра методики преподавания биологии и общей биологии Института естественных наук Московского городского педагогического университета. На кафедре осуществляется интеграция ее деятельности (сфера образования) с деятельностью Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН (сфера науки). Студенты-биологи знакомятся с достижениями современной физиологии растений, а также непосредственно участвуют в проведении экспериментов. Ученые института читают элективные курсы по различным разделам биологии, уделяя особое внимание современным достижениям физиологии растений.

Участие студентов в научно-исследовательской работе на базе академических институтов, а затем (на основе полученных данных) написание ими курсовых и дипломных работ является другим важным аспектом интеграции науки и высшей школы. При этом существенно расширяется научный кругозор молодежи, они приобретают навыки работы с современным научным оборудованием, а также учатся поиску и обобщению научной информации. Студенты выступают на научных конференциях с сообщениями и докладами, защищают курсовые и дипломные работы. Все это имеет большое значение, поскольку учитель биологии в школе должен стать организатором профориентационной и научно-практической деятельности учащихся.

Таким образом, сегодня, в ответственный период модернизации высшей школы, именно за счет ее интеграции с академической наукой, удастся решить проблемы качества образования, необходимые для подготовки современных высококвалифицированных специалистов – биологов, в том числе и для образовательных школ.

«БИОХИМИЧЕСКОЕ ДОМИНО» КАК НОВЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ

Лабунская Е. А., Чуб В. В.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
биологический факультет, каф. физиологии растений, Ленинские Горы,
д.1, стр. 12, г. Москва, 119234, РФ, E-mail: styxelenalab@gmail.com*

В преподавании общего курса физиологии и биохимии растений студентам кафедры физиологии растений, а также других, непрофильных кафедр чрезвычайно важным является закрепление материала по изучению метаболических циклов, связанных с дыханием и фотосинтезом, протекающих в растительном организме. В связи с пластичностью метаболизма и большим количеством анаплеротических реакций биохимия растений оказывается для большинства студентов трудной и плохо усваиваемой частью материала общего курса физиологии растений. Однако этот материал должен быть освоен в полном объеме, поскольку пробелы в нем приводят к проблемам в изучении минерального питания и других разделов курса. Однако в связи с ограниченным временем (общий курс физиологии растений для непрофильных кафедр длится 1 осенний семестр) нет возможностей для долгого освоения биохимии дыхания и темновых реакций фотосинтеза. В связи с этим мы предложили закреплять этот материал с помощью настольной игры – «биохимического домино». Наша игра в базовом варианте охватывает следующие метаболические реакции: гликолиз и его шунты, цикл Кребса, окислительный пентозофосфатный цикл, восстановительный пентозофосфатный цикл (цикл Кальвина), глиоксилатный цикл, фотодыхание, мобилизация углеводов из крахмала и перевод обратно в запасную форму, мобилизация липидов. Участники игры получают 6 карточек с формулами и названиями метаболитов. Несколько специально отмеченных карточек могут выкладываться первыми. Далее каждый из игроков по очереди может пристыковать какое-либо свое вещество к уже имеющимся, если эта реакция возможна. Нельзя пристыковывать карточку с субстратом к карточке с продуктом, если только речь не идет об обратимой реакции. В начале игры игрокам раздаются

карточки с энергией (АТФ, ГТФ, АДФ, ГДФ) и восстановительными эквивалентами (НАДН, НАД⁺, НАДФН, НАДФ⁺, ФАД, ФАДН₂) в разных формах. Их игроки используют в реакциях, если это необходимо. Также они получают энергию и восстановительные эквиваленты, если они образуются в реакции, из банка карточек. В конце каждого хода игрок берет карточку, даже если ход пришлось пропустить. Когда колода заканчивается, определяется выигравший - тот, кто первым избавляется от всех карточек. В качестве справочных материалов студенты могут использовать изображения всех используемых циклов. Замечено однако, что уже через непродолжительное время студенты перестают использовать учебники и удерживают в активной памяти последовательности реакций. Кроме того, игра дает возможность усвоить роль энергии и восстановительных эквивалентов в реакциях (например, в игре удобен разбор регенерации НАД⁺ при брожении). Написанные на карточках формулы помогают запомнить их, в более сложном варианте (например, для контроля знаний) студентам предлагают карточки без названий веществ, а также не дают справочных материалов. Роль случайного фактора везения в данной игре не очень высока, выигрывает тот, кто лучше помнит, какие реакции протекают с имеющимися метаболитами и выстраивает стратегию с учетом знаний о взаимосвязях различных метаболических процессов. По желанию игру можно усложнить, дополнив комплектом по С₄-фотосинтезу. Более сложный вариант игры (для студентов-физиологов растений) состоит из карточек-ферментов. Фермент выкладывается на стол, и к нему можно подложить вещества- субстраты и продукты реакции. Однако для большинства студентов этот вариант игры оказался слишком сложным, так что его можно рекомендовать для студентов-магистров, специализирующихся в физиологии растений.

**ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ – ФІЗІОЛОГІВ
РОСЛИН У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ
ІМ. ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

Лихолат Ю. В., Вінниченко О. М.

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара, каф.
фізіології та інтродукції рослин, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ,
49010, Україна. E-mail: Lykholat2006@ukr.net*

Кафедра фізіології та інтродукції рослин Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара була заснована у 1918 році і є однією з найстаріших кафедр біологічного факультету.. На посаду завідувача новоствореної кафедри був запрошений професор Харківського університету Олександр Володимирович Рейнгард. З самого моменту створення кафедри О.В. Рейнгард спрямував підготовку фахівців з екологічної фізіології рослин. Цьому сприяла, в першу чергу, наукова робота завідувача та викладачів кафедри. Під керівництвом О.В. Рейнгарда на кафедрі проводилися наукові дослідження впливу факторів зовнішнього середовища на процеси життєдіяльності рослин. Зокрема, його праця “О влиянии табачного дыма на растительный организм» (1927 р.) була однією з перших екологічних публікацій на біологічному факультеті. Класичною є також стаття «К вопросу о влиянии ультракоротких волн на растения» (1936 р.). Усвідомлюючи, що для проведення занять необхідна матеріальна база, за ініціативою та під керівництвом О.В. Рейнгарда у 1929 р. був створений Ботанічний сад Дніпропетровського університету.

Після смерті О.В. Рейнгарда (1945 р.) підготовка фахівців продовжена у визначеному напрямку (завідувачі кафедри доценти Є.М. Балкова та М.М. Цезур). У 1962 р. завідувачем кафедри вибраний за конкурсом доцент (в подальшому професор) Михайлов Олег Федорович, який започаткував новий науковий напрямок у галузі фізіологічної генетики. Одночасно триває наукове керівництво ботанічним садом ДНУ по вивченню біолого-фізіологічних особливостей дерево-чагарникових і квітково-декоративних інтродуцентів в умовах степової зони України. У 80-ті роки минулого століття наукова тематика кафедри розширюється за рахунок досліджень в галузі

екологічної фізіології з вивчення впливу забруднення навколишнього середовища на біохімію ґрунтів і рослин, розпочатих професором Долговою Л.Г.

На початку 90-х років під керівництвом професора О.М. Вінниченка навчальний процес вдосконалюється. Екологічна спрямованість, поряд з дисциплінами архітектурно-ландшафтного циклу, отримує подальший розвиток на спеціалізації “Екологія садово-паркового господарства”.

З січня 2004 р. завідувачем кафедри стає Лихолат Ю.В. В цей період на кафедрі, крім підготовки фізіологів рослин, починається здійснюватися підготовка фахівців за спеціалізацією «ландшафтний фітодизайн».

Натепер навчальна програма спеціалізації “фізіологія рослин” передбачає ознайомлення студентів із сучасними проблемами фізіології рослин та екології, світовими стандартами екологічного права та екологічної безпеки, генетичного й біохімічного аналізу рослин, біотехнології, моделювання біосистем різного рівня тощо. Під час спеціальних практикумів студенти оволодівають такими сучасними методами як амінокислотний аналіз, газорідинна хроматографія, рідинна хроматографія важкого тиску, дослідження мембранних фракцій рослин, ультрафіолетова та інфрачервона спектроскопія біомолекул, флуоресцентна спектроскопія, електрофорез та ізоелектрофокусування білкових фракцій, дослідження молекулярно-генетичних маркерів рослин тощо.

При підготовці фахівців за спеціалізацією „ландшафтний фітодизайн” студенти вивчають дисципліни, на яких базується сучасне паркобудування: ландшафтна архітектура, історія садово-паркового мистецтва, побудова ландшафтної композиції, основи кольорознавства і колористики, технологічні основи садово-паркового будівництва, де розглядаються практичні питання щодо створення елементів ландшафту – рельєфу, водойм, рослинності, застосування малих архітектурних форм тощо .

ФІТОФІЗІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УЖГОРОДСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Ніколайчук В. І., Белчгазі В. Й., Колесник А. В., Вакерич М. М., Вайда П. В.,
Кишко К. М.

*Ужгородський національний університет, кафедра генетики, фізіології
рослин, мікробіології, загальної і медичної біології, вул. Волошина, 32, м.
Ужгород – 88000, Україна. E-mail: Nikolaichuk.Vitaliy@yandex.ua*

Кафедра розпочала свою діяльність 1 листопада 1949 року під назвою "Кафедра фізіології рослин і дарвінізму" з ініціативи ректора УжДУ, канд. біол. наук, доц. Ткаченка Г.В. – фахівця з фізіології рослин, колишнього директора Мелітопольського педінституту, який став першим її завідувачем і очолював кафедру до 1961 року. Під його керівництвом на кафедрі розпочали дослідження фізіології та ембріології винограду.

З 1961 року кафедру очолив доцент В.В. Скрипник, під керівництвом якого науковці кафедри продовжили вивчення фізіології винограду в умовах Закарпаття. Зокрема, П.І. Голінка вивчав фотосинтетичний апарат виноградної лози, О.М. Лакиза – вплив мікроелементів на ріст і розвиток та фізіологічні процеси винограду, П.П. Білик займався питанням афінітету винограду.

У 1971 році кафедру очолив професор І.І. Бубряк. З його приходом розгорнуто дослідження по акліматизації чаю в Закарпатті. З цією метою було створено ряд експериментальних насаджень чайного куща, найбільша з яких базувалася в урочищі Червона гора поблизу м. Мукачево, залишки цієї моніторингової ділянки можна спостерігати ще й на сьогодні.

З 1988 року, у зв'язку з посиленням біотехнологічного напрямку досліджень, кафедру фізіології рослин і дарвінізму було перейменовано на кафедру фізіології рослин і біотехнології. Її завідувачем став к.б.н., доцент, а сьогодні доктор біологічних наук, професор, академік АН ВО України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки, почесний академік Національної Академії Наук Угорщини В.І. Ніколайчук, який очолює кафедру і до нині. Під керівництвом Віталія Івановича розпочато дослідження фізіологічних основ мікроклонального

розмноження рідкісних і зникаючих видів рослин та інтенсивне вивчення генетики лядвенцю рогатого, перспективної кормової та протиерозійної культури.

У 1989 році з ініціативи проф. Ніколайчука В.І. була створена наукова лабораторія біотехнології еукаріот, де розпочалося вивчення методів мікроклонального розмноження рідкісних і зникаючих видів лікарських рослин, а також цінних кормових культур, зокрема особлива увага була приділена таким маловивченим культурам як лядвенець рогатий, арніка гірська, тирлич жовтий, росичка та ін.

Розроблено схему чергування поживних середовищ для культивування лядвенця, що суттєво прискорює процес розмноження цінного колекційного матеріалу. Отримано патент на винахід «Спосіб мікроклонального розмноження лядвенцю рогатого».

У 1999 році кафедру фізіології рослин і біотехнології перейменовано на кафедру генетики і фізіології рослин. Провідним науковим напрямком кафедри стає глибоке вивчення біології, насінневої продуктивності лядвенцю рогатого та використання ефекту гетерозису, з метою створення нових ліній і сортів. Як результат, колективом кафедри на чолі з проф. В.І. Ніколайчуком вперше в Україні запатентовано метод мікроклонального розмноження *Lotus corniculatus* та отримано два патенти на нові сорти лядвенцю.

Серед фізіологічних напрямків на особливу увагу заслуговує напрямок присвячений відновленню біорізноманіття та збільшенню продуктивності лук та пасовищ, який є надзвичайно актуальним сьогодні (керівник проф. В.І. Ніколайчук). З даного напрямку, як модельний об'єкт, науковцями кафедри обраний лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), що є не тільки перспективною для Карпатського регіону кормовою рослиною родини Бобових, а й, завдяки добре розвиненій кореневій системі, є незамінним для гірської зони. Лядвенець пропонується як складова частина комплексних біологічних протиерозійних, ґрунтозахисних заходів, що поряд із залісненням передбачають залуження, поліпшення травостою пасовищ та природних високогірних лук.

Співробітники досліджують реакції сортів озимої пшениці на водний

стрес у залежності від рівня мінерального живлення (доц. Вайда П.В.). Під керівництвом доц. Белчгазі В.Й. проводиться вивчення онтогенетичного розвитку винограду, вплив на нього факторів довкілля, ксенобіотиків, а також накопичення в рослинному організмі різних біологічно активних речовин.

Нині науковці кафедри генетики, фізіології рослин, мікробіології, загальної і медичної біології проводять комплексні дослідження впливу різного роду полютантів на екосистеми різних рівнів. В експериментальних та природних умовах вивчаються стрес-реакції рослин на вплив важких металів, різноманітні органічні забруднювачі, зміну умов зростання, різні рівні антропогенної трансформації природних комплексів тощо (проф. В.І. Ніколайчук, доц. Колесник А.В., доц. Вакерич М.М., доц. Кишко К.М.). Розробляються пропозиції щодо оптимізації ведення народного господарства в умовах Карпатського регіону. Проводиться вивчення можливостей та альтернативних шляхів ведення невиснажливого природокористування. Одним з важливих напрямків наукової діяльності колективу кафедри є дослідження природних катастроф, вироблення стратегій по їх запобіганню та нівелюванню негативних наслідків.

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ФАРМАЦИИ

Садовниченко Ю. А.

*Харьковский национальный медицинский университет, каф. медицинской
биологии, пр. Ленина, 4, г. Харьков-61022, Украина,
E-mail: sadovnychenko@mail.ru*

Аналитические исследования предложения современных лекарственных средств показывают тенденции к увеличению доли препаратов, созданных на основе растительного сырья, особенно они сильны в Германии, где такие препараты составляют до четверти предложения на рынке. В связи с тем, что по международным стандартам природные соединения должны извлекаться либо из искусственно выращенных растений, либо из культур клеток и тканей, то на повестке дня возникает вопрос об изучении основных процессов жизнедеятельности растений студентами специальностей «Фармация», «Клиническая фармация», «Технология фармацевтических

препаратов» и «Технология парфюмерно-косметических средств», которая является предметом физиологии растений.

С целью определения мотивации изучения физиологии растений в составе блока биологических дисциплин в ряде университетов Западной, Восточной и Центральной Европы был проведен детальный опрос студентов фармацевтических факультетов на предмет оценки важности некоторых разделов данной науки (Kopp et al., 2008). В ходе исследования было выяснено, что более 75 % студентов считает основы физиологии растений одним из наиболее существенных компонентов подготовки специалистов в области фармации, причем не столько в будущем, сколько в процессе обучения. Особенно велика оказалась доля таких студентов в немецких университетах. Также было установлено, что более важными разделами физиологии растений будущие фармацевты считают «Фотосинтез» и «Вторичный метаболизм», тогда как «Минеральное питание» и «Водный обмен» показали им менее существенными. Таким образом, основываясь на зарубежном опыте, в процессе подготовки специалистов фармации элементам физиологии растений следует уделить внимание.

Опрос отечественных студентов-фармацевтов показал, что подавляющее число респондентов не имеет ни малейшего представления о предмете физиологии растений и необходимости ее изучения для будущих провизоров.

Представляется нецелесообразным введение отдельного курса физиологии растений в учебный план подготовки специалистов в области фармации, однако такие разделы, как «Физиология растительной клетки», «Фотосинтез», «Минеральное питание и водный обмен», «Регуляторные системы растений» и «Экофизиология растений» могут рассматриваться в фундаментальных курсах биохимии и фармацевтической ботаники. В ходе летней практики по фармацевтической ботанике возможно не только изучение ресурсов дикорастущих лекарственных растений, но и освоение основ их агротехники, а также их культивирования *in vitro*. Раздел «Вторичный метаболизм» в достаточном объеме освещается в профильно-ориентированном курсе фармакогнозии, следует лишь обратить большее

внимание на регуляцию продуктивности лекарственных растений.

Первые шаги на данном пути были сделаны Пишаком В.П. и Мещишен И.Ф. (1997), создавшими факультативный курс «Фотосинтез» и издавшими соответствующее учебное пособие, однако он не получил дальнейшего развития даже в ходе интеграции Украины в Болонский процесс.

Изучение основ физиологии растений будущими студентами фармацевтических специальностей должно привести к улучшению усвоения учебного материала по ряду профильных дисциплин вследствие достижения понимания фундаментальных процессов, а также к повышению качества подготовки провизоров и их конкурентоспособности на мировом рынке труда.

ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ БІОЛОГА, ВЧИТЕЛЯ БІОЛОГІЇ У НІЖИНСЬКІЙ ВИЩІЙ ШКОЛІ

Сенченко Г. Г.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, природничо-географічний факультет, вул. Крапив'янського, 2, м. Ніжин, 16600, Україна. E-mail: senchenkogg@ukr.net

У Ніжинській вищій школі здійснюється підготовка фахівців з напрямку підготовки 6.040102 Біологія* та спеціальностей 7.04010201, 8.034010201 Біологія* галузі знань 0401 Природничі науки. Підготовка фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів бакалавра, спеціаліста, магістра здійснюється з метою забезпечення потреби загальноосвітніх шкіл Чернігівської області у педагогічних кадрах, які мають ґрунтовну підготовку, володіють знаннями і вміннями інноваційного характеру, мають досвід їх застосування при вирішенні професійних завдань.

Перелік нормативних дисциплін повністю відповідає освітньо-професійним програмам підготовки і спрямований на підготовку конкурентноздатного фахівця в галузі біології, здатного задовольняти потреби сучасного ринку праці.

Важливе місце серед дисциплін циклу професійної і практичної

підготовки займає “Фізіологія рослин”. На її вивчення відводиться 144 год. (4 кредити), з яких 38 год. лекцій і 42 год. лабораторних робіт, підсумковою формою контролю є екзамен. Сучасна фізіологія рослин – це міждисциплінарна інтегративна наука про функціональну активність рослинних організмів, тому її вивчення ведеться впродовж VI і VII семестрів після вивчення ботаніки, органічної хімії та біохімії, біофізики. Це один з найскладніших курсів у системі підготовки біологів оскільки потребує ґрунтовних знань в області ботаніки, хімії, фізики і передбачає їх узагальнення при вивченні процесів життєдіяльності рослин. Значна увага приділяється лабораторним роботам, на яких студенти набувають практичних умінь і навичок, перевіряють на практиці свою теоретичну підготовку і отримують нові знання.

На підготовку бакалавра-біолога відводиться 12 тижнів навчально-польових практик, серед яких і практика з фізіології рослин. Базою для її проведення є навчально-дослідна агробіостанція при НДУ імені Миколи Гоголя. Час проведення практики замалий для здійснення повноцінних польових досліджень але дає змогу ознайомити студентів з методикою ведення деяких фізіологічних експериментів у польових умовах. На території агробіостанції проводяться експериментальні дослідження для написання курсових, дипломних та магістерських робіт з фізіології рослин. Ці дослідження є складовою наукової теми “Нові біологічно активні речовини та екологічні проблеми довкілля”, яка розробляється на базі спільного науково-дослідного підрозділу Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя та ІБОНХ НАНУ – лабораторії синтезу і вивчення властивостей біологічно активних сполук. Вона має здобутки в галузі синтезу фізіологічно-активних речовин, присадок до палива, біологічних досліджень впливу новосинтезованих металокомплексів на ріст і розвиток різних сільськогосподарських культур.

При підготовці фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліст (магістр) в блок дисциплін за вибором ВНЗ введений курс “Біохімія рослин”, в якому основна увага приділена процесам вторинного метаболізму рослин. Він став логічним продовженням курсу “Фізіології рослин”.

Основні проблеми, з якими стикаємося при викладанні “Фізіології рослин”: недостатнє фінансування державою матеріальних потреб для підготовки лабораторно-практичних курсів; низький рівень знань випускників шкіл, особливо з фізики і хімії; зміщення акцентів на вивчення окремих тем, а не на узагальнення вивченого, чому сприяє і кредитно-модульна система організації навчального процесу. Таким чином, вивчення курсу “Фізіології рослин” займає провідне місце в системі підготовки фахівців на пряму підготовки Біологія.

ARABIDOPSIS THALIANA В ПРАКТИКУМЕ ПО ФИЗИОЛОГИИ И ОСНОВАМ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Сигидиненко Л. И., Кирпичев И. В.

*Луганский национальный аграрный университет, каф. биологии
растений, ЛНАУ, г. Луганск, 91008, Украина.. E-mail:
ljudmila200262@rambler.ru*

В процессе преподавания биологических дисциплин важное значение имеет использование живых растений. Однако, в осенне-зимний период, когда проходят занятия, это проблематично. Для этой цели могут быть использованы растения, выращиваемые в условиях светокультуры, в частности модельный объект – *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. из семейства *Brassicaceae*. Будучи небольшим самоопыляющимся растением, с коротким вегетационным периодом и высоким коэффициентом размножения, он может использоваться для решения этой проблемы.

На кафедре биологии растений Луганского национального аграрного университета с 1997 года *A. thaliana* используется как основной лабораторный растительный объект для проведения занятий по ботанике, генетике и физиологии растений. На лабораторных занятиях студенты проводят генетические эксперименты с арабидопсисом и делают выводы по результатам опытов.

В «Практикуме по физиологии и основам биотехнологии растений» арабидопсис используется при изучении темы «Онтогенетические процессы, регулируемые фитохромом». Реакция растений на длину дня, получившая название фотопериодизма, способствует их приспособлению к сезонным

изменениям жизненно важных факторов внешней среды (температуры, влажности). У однодольных и двудольных растений длина дня влияет на скорость генеративного развития. Чем быстрее идет развитие, тем меньше образуется листьев на побеге до верхушечного соцветия. Это хорошо проявляется у длиннопдневного растения из семейства Капустные – арабидопсиса.

Цель лабораторной работы заключается в том, чтобы изучить скорость генеративного развития длиннопдневного растения при различной продолжительности дня. Для этого в фотопериодических камерах предварительно выращиваем растения арабидопсиса при длине дня 12, 18 и 24 часа. Посев выполняем соответственно за 2, 1,5 и 1 месяц до занятия студентов по избранной теме. Лаборанты фиксируют сроки посева и цветения растений каждого фотопериодического варианта и сообщают их студентам во время занятия. Студенты определяют у растений всех вариантов следующие показатели: число листьев главного побега до соцветия, высоту стебля, число бутонов, цветков, стручков (если они образовались), количество цветущих и вегетативных боковых побегов. Морфобиометрические данные заносятся в таблицу и на их основании студенты делают вывод о влиянии длины дня на скорость развития.

В качестве модельного объекта при рассмотрении темы «Методы трансформации растительной клетки чужеродной ДНК» студенты используют трансгенные растения арабидопсиса. Сегодня в молекулярной биологии растений все больше внимания уделяют агробактериальному методу трансформации *in planta*, который позволяет проводить экспериментальную работу в условиях *in vivo*. Трансформацию клеток растений с помощью агробактерий проводили на екотипе Landsberg. Цель данной работы заключается в получении трансгенных форм арабидопсиса методом *in planta*, которые несут в себе векторную конструкцию гена фосфинотрицинацетилтрансферазы (*bar*), обеспечивающего устойчивость к гербицидам на основе фосфинотрицина. Введенный в геном арабидопсиса ген *bar* сохраняет свою активность в последующих поколениях трансгенных линий.

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ФІЗІОЛОГІВ РОСЛИН У ЛЬВІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Терек О. І., Романюк Н. Д., Микієвич І. М.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра
фізіології та екології рослин, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна.
E-mail: biofr@franko.lviv.ua*

Історія кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка сягає 1907 року, часу створення біолого-ботанічного інституту Львівського королівського університету імені Франца І. Сьогодні це випускова кафедра підготовки бакалаврів за напрямом «Біологія» та фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів спеціаліст і магістр за спеціальністю „Фізіологія рослин”. На кафедрі постійно здійснюється підготовка фахівців через аспірантуру за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин.

Викладачі кафедри читають нормативний курс "Фізіологія та біохімія рослин" для студентів-біологів 3-го курсу та низку дисциплін спеціалізації. Оскільки в Україні немає спеціалізації "Фізіологія рослин" на рівні бакалаврату, зацікавлені студенти отримують ступінь бакалавра біології, вільно обираючи блок фітофізіологічних дисциплін, серед яких "Біохімія рослин", "Методи досліджень у фітофізіології", "Методи цито- та гістохімії у фітофізіології", "Рослинництво закритого ґрунту", "Мінеральне живлення рослин", "Фітоімунологія", "Фізіологія та молекулярна біологія рослинної клітини". Перелік дисциплін сформовано згідно регіональних потреб та побажань студентів. Завершується навчання захистом дипломної роботи бакалавра — експериментальної роботи, яку студенти виконують або в межах наукової тематики кафедри фізіології та екології рослин, або ж академічних установ, із якими налагоджена співпраця. Нажаль, складним питанням залишається забезпечення обладнанням та витратними матеріалами навчальних лабораторій, оскільки як і всі інші біологічні експериментальні дисципліни, фізіологія рослин належить до дороговартісних галузей науки. Вирішенню цієї проблеми сприяє активна співпраця кафедри з академічними установами — Інститутом фізіології

рослин і генетики НАН України (м. Київ), Інститутом ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (м. Київ), Інститутом біології клітини НАН України (м. Львів), Інститутом екології Карпат НАН України (м. Львів), а також із освітніми закладами України та зарубіжжя.

Курси спеціалізації для студентів освітньо-кваліфікаційних рівнів спеціаліст і магістр включають нормативну та варіативну частину, яка формується за вибором університету. Внаслідок переходу до уніфікованого переліку нормативних дисциплін запроваджено курси “Фізіологія адаптацій рослин”, “Енергетика рослинної клітини”, “Екофізіологія рослин”. Магістерська програма включає здійснення глибокого наукового дослідження та апробацію результатів дослідження на студентських конференціях; рівень виконання магістерських наукових робіт оцінюють кваліфіковані фахівці академічних інституцій НАН України.

Випускники кафедри фізіології та екології рослин за спеціальністю „Фізіологія рослин” фахово працюють у науково-дослідних установах академії наук України біологічного, сільськогосподарського та медичного спрямування, у приватному та громадському секторі. Нажаль, у чинному Державному класифікаторі професій ДК 003:2010 все ще відсутня професія „Фізіолог рослин”. Багато випускників є викладачами середніх і вищих навчальних закладів. Проте така можливість зникає, внаслідок вилучення спеціальності «Фізіологія рослин» із переліку спеціальностей з присвоєнням кваліфікації вчителя або викладача вищого навчального закладу, що на нашу думку, неприпустимо для випускників класичних університетів.

О ЧТЕНИИ СПЕЦКУРСА «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ РАСТЕНИЙ» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМСЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ

Тимошенко В. Ф.

*Харьков, Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина,
Украина. E-mail: vltim1@yandex.ru*

Генная инженерия является стремительно развивающимся разделом биологии. Первые трансгенные растения (растения табака со встроенными

генами из микроорганизмов) были получены в 1983 году, а первые успешные полевые испытания трансгенных растений (устойчивые к вирусной инфекции растения табака) были проведены в США уже в 1986 году.

После прохождения всех необходимых тестов на токсичность, аллергенность, мутагенность и т.д. первые трансгенные продукты появились в продаже в США в 1994 г. Уже через 1–2 года биотехнологические фирмы поставили на рынок целый ряд генетически измененных растений: томатов, кукурузы, картофеля, табака, сои, рапса, кабачков, редиса, хлопчатника.

В настоящее время получением и испытанием генетически модифицированных растений занимаются сотни коммерческих фирм во всем мире с совокупным капиталом более ста миллиардов долларов. Углубленные знания в этой области необходимы специалистам физиологам растений, поскольку выпускники кафедры физиологии и биохимии растений могут работать в области генной инженерии и биотехнологии, а кроме того с помощью методов генной инженерии можно решать вопросы, не решаемые традиционными методами, применяемыми в физиологии растений.

Читаемый на кафедре физиологии и биохимии растений биологического факультета Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина спецкурс «Генная инженерия и биотехнология растений» состоит из трех модулей.

Первый модуль «Клеточная инженерия» посвящен генетическому конструированию растительных клеток путем слияния протопластов и субпротопластов соматических клеток.

Второй модуль «Трансформация растений с использованием векторов» посвящен изучению природных векторов и их использованию в конструировании «инструментов» генной инженерии – векторов, которые обеспечивают получение ДНК с новой, желаемой для растениеводства, комбинацией генов. Изучаются способы использования векторов в генной инженерии. Большинство генноинженерных манипуляций проводятся с конечной целью решить биотехнологические вопросы. В курсе рассматриваются также молекулярные методы доказательства трансгенности

растений, такі як методи гібридизації аналізуваної ДНК з радіоактивною ДНК – зондом, присутність якого необхідно установити (дот-гібридизація і гібридизація по Саузерну).

В третьому модулі «Достигнення генної інженерії в розв'язанні практичних питань» розглядаються основні напрями біотехнологічних досліджень, і конкретні, вагомі досягнення генної інженерії в розв'язанні важливих питань народного господарства: підвищення стійкості до шкідливих комах-шкідників, патогенів, несприятливим умовам середовища, підвищення якості врожаю, використання рослин як біореакторів.

Курс охоплює великий обсяг сучасного матеріалу по генній інженерії і біотехнології рослин. Програмою передбачені семінарські заняття на яких студенти не тільки показують ступінь засвоєння лекційного матеріалу, але і розповідають про досягнення генної інженерії про які вони дізналися в процесі самостійної роботи з літературою.

ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН З ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ «БІОЛОГІЯ» В ОДЕСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Швець Г. А., Ружицька О. М., Паузер О. Б., Якуба І. П.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кафедра ботаніки, Шампанський пров., 2, м. Одеса- 65058. E-mail: flores@ukr.net

Викладання дисциплін з фізіології рослин в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова забезпечується викладачами кафедри ботаніки біологічного факультету. Викладання загального курсу фітофізіології в університеті започатковано з 1871 року і пов'язано з іменами таких відомих вчених як Я.Я. Вальц, В.А. Ротерт, В.В. Половцов, Ф.М. Порошко, Г.А. Боровіков, С.І. Лебедев та інші. Зараз на біологічному факультеті ОНУ імені І.І. Мечникова викладається дев'ять дисциплін з вивчення фізіологічних процесів рослинних організмів. З 2008 року для студентів ОКР «магістр» спеціальності «біологія» викладається дисципліна

«Екофізіологія рослин та здоров'я людини», що є дисципліною, яка вимагає комплексного підходу до розуміння регуляції фізіологічних функцій у рослин та формує інтегровані знання у студентів з багатьох галузей знань.

Як відомо, в теперішній час дисципліна „Фізіологія та біохімія рослин” є складовою нормативної частини змісту освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму підготовки 6.040102 „Біологія”. З 2005 року викладання всіх дисциплін на факультеті проводиться на засадах кредитно-модульної організації навчального процесу (КМСОНП). До дисципліни «Фізіологія та біохімія рослин» повністю розроблений навчально-методичний комплекс та внесені корективи відповідно до вимог КМСОНП, підготовлені та впроваджені в навчальний процес мультімедіа лекції. Враховуючи, що на біологічному факультеті навчаються студенти денної, заочної форм навчання, а також ті, що навчаються на базі середньої та на базі неповної вищої освіти, певні розділи робочої програми з дисципліни також були адаптовані для студентів вказаних форм навчання. Це стосується насамперед розділів з організації самостійної роботи та контрольних заходів з оцінювання знань студентів. Крім того, зазнали змін і деякі методи роботи викладача, оскільки за сучасних принципів організації навчального процесу повинно відбуватись стимулювання систематичної якісної аудиторної та самостійної роботи студентів протягом семестру, підвищення їх мотивації до набуття знань і вмінь.

Особливе місце в ряду актуальних питань викладання фітофізіології є питання спеціальної професійної підготовки. Більш поглиблене вивчення фізіологічних процесів рослинних організмів студентами відбувається під час спеціальних курсів, великого спецпрактикуму, різних видів практик. На жаль, в організації практичної підготовки студентів-ботаніків, існує багато труднощів, що пов'язані з відсутністю постійної бази практики для проведення польових дослідів, переважно застарілим матеріально-технічним фондом, а також особливостями підготовки студентів збірної групи спеціалізації «ботаніка». Крім того, в зв'язку з закінченням навчання за ОКР «бакалавр» на четвертому курсі навчання літня виробнича практика у 8 семестрі і зовсім була скасована.

Слід відзначити також, що як відомо, вища освіта в Україні професійна і спрямована на підготовку особи до виконання обов'язків та завдань (професійних робіт) певної посади (або посад). Однак, серед наявних у сфері праці професій (кваліфікацій), перелічених у Національному класифікаторі України: Класифікатор професій ДК 003:2010 відсутня професія «фізіолог рослин», що здається незрозумілим і дивним.

Отже, проведення занять з дисциплін по фізіології рослин на біологічному факультеті ОНУ імені І.І. Мечникова проходить на високому навчально-методичному рівні. Однак, перелічені факти свідчать також про певні проблеми в організації підготовки фахівців з фітофізіології, знання якої, як відомо, мають стратегічне значення для розвитку сільського господарства та економіки України.

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В РАМКАХ КУРСА
«ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ» В ХАРЬКОВСКОМ
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ имени В.Н. КАРАЗИНА**

Юхно Ю.Ю., Авксентьева О.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, кафедра физиологии и биохимии растений, биологический факультет, пл. Свободы, 4. г. Харьков, Украина, 61022, E-mail: Juliet_Pantera@mail.ru.

Согласно новой образовательной парадигме любой специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности. Две последние составляющие образования формируются именно в процессе самостоятельной работы студентов (СРС). В условиях реформирования образования в соответствии с принципами Болонской системы происходит сокращение аудиторных часов и увеличение часов самостоятельной работы студентов при сохранении общего количества часов, выделяемых на курс. Согласно отраслевому стандарту подготовки бакалавра-биолога, учебное время, отведенное на СРС дневной формы обучения, регламентируется учебным рабочим планом и должно составлять от 1/3 до 2/3 от общего объёма учебного времени

отведенного на изучение конкретной дисциплины. В соответствии с учебным рабочим планом биологического факультета Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина на нормативный курс «Физиология и биохимия растений» отводится 216 часов. Из них 119 аудиторных (68 лекций и 51 лабораторных занятий) и 97 внеаудиторных часов – индивидуальной и самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа является основным способом усвоения учебного материала в свободное от аудиторных занятий время, поэтому она обязательно должна обеспечиваться дидактическим материалом: учебниками, учебными и методическими пособиями, конспектами лекций, сборниками заданий, комплектами индивидуальных заданий, практикумами, методическими рекомендациями по организации выполнения заданий, электронными учебными материалами и т.д. Преподавателями кафедры физиологии и биохимии растений разработан учебно-методический комплекс к общему курсу «Физиологии и биохимии растений», который включает: программу курса; список основной и дополнительной литературы; контрольные вопросы по каждому смысловому модулю; календарный план проведения лабораторных работ; вопросы текущего контроля; темы индивидуальных работ – рефератов, проектов; задания и методические рекомендации к выполнению индивидуальных научно-исследовательских работ (ИНИЗ); карта успеваемости студента, критерии оценивания знаний; учебно-методическое пособие «Малый практикум по физиологии и биохимии растений»; конспект лекций по курсу.

В начале учебного семестра составляются графики самостоятельной работы на семестр, к которым прикладываются с приложением соответствующих темы, заданий и дидактических материалов для выполнения СРС. Графики стимулируют, организуют, заставляют рационально использовать время, а также дают возможность индивидуального доступа студента к необходимым материалам. При распределении заданий студенты получают инструкции по их выполнению, методические указания, пособия, список необходимой литературы.

В рамках общего курса «Физиология и биохимия растений» часть теоретического материала выносится на самостоятельное изучение студентами. В основном это материал, который уже знаком студентам из других биологических дисциплин. Например, раздел физиология растительной клетки – строение и особенности функционирования клетки рассматривались в курсах «Анатомия растений», «Цитология», а раздел «Дыхание» - в курсе «Общая биохимия». Такой учебный материал выносится на контроль вместе с тем, который изучался при проведении аудиторных учебных занятий.

Самостоятельная работа включает еще и творческие процессы в деятельности студента. Поэтому обязательной формой СРС при чтении общего курса «Физиологии и биохимии растений» является выполнение индивидуального научно-исследовательского задания (ИНИЗ), что требует анализа проблемной ситуации и способствует формированию навыков исследовательской работы у студентов, освоению методов лабораторного практикума. Его выполнение осуществляется во внеаудиторное время под руководством преподавателя в отведенное, в соответствии с графиком, время. Студент получает задание, совместно с преподавателем обсуждает схему проведения эксперимента, подбирает методы и объекты исследования. Самостоятельно студент выполняет экспериментальную часть, обрабатывает полученные результаты, оформляет работу, используя современную научную литературу, и публично защищает ИНИЗ.

Еще одной формой СРС при чтении курса «Физиология и биохимия растений» является реконструктивная самостоятельная работа, к которой можно отнести выполнение проектов и рефератов по современным и актуальным проблемам данной дисциплины. Студентам в качестве тем предлагаются современные открытия, новые сведения, результаты, направления исследований, которые ещё не вошли в учебники. Подготовка к выполнению данного вида СРС формирует у студентов навыки работы с научной литературой: умение проводить научный поиск по определенной проблематике, работать с современными электронными информационными носителями, а также умение представлять информацию

перед аудиторией – готовить доклады и презентации. Темы рефератов и проектов каждый год обновляются.

В сравнении с традиционной системой обучения активизация самостоятельной и индивидуальной работы студентов при чтении курса «Физиология и биохимия растений» имеет ряд преимуществ, как для студентов, так и для преподавателей. Среди них: повышение мотивации учебной работы; стимулирование инициативности, творчества; ритмичность и систематичность работы на протяжении семестра; объективность оценки знаний; повышение ответственности студентов за результат обучения.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Алыбаева Р. А.

Казахский национальный университет имени им. аль-Фараби, каф. молекулярной биологии и генетики, проспект аль-Фараби 71, г. Алматы-050040-Казахстан, E-mail: raya_aa@mail.ru

Богатый ресурсно-сырьевой потенциал Казахстана явился основой для развития мощной индустрии. Однако именно промышленные центры являются районами наибольшего загрязнения различных сред тяжелыми металлами, поэтому проблема использования экологически чистых технологий на загрязненных площадях очень актуальна для Казахстана. Известно, что способность к поглощению, накоплению, и использованию химических элементов у растений генетически детерминирована. Исследованиями Гамзиковой О.И. с сотрудниками выявлена значительная вариабельность устойчивости *Triticum* к тяжелым металлам на видовом и сортовом уровнях. На основании материала, полученного при скрининге генофонда пшеницы и использовании генетических моделей, авторы развивают представление о возможности управления признаками эдафической устойчивости селекционным методом. На первой стадии этого процесса необходимо изучение генофонда культурных и дикорастущих растений и выделение устойчивых форм растений и доноров, накапливающих минимальное количество экотоксикантов в товарной части урожая. В связи с этим были исследованы различные генотипы озимой пшеницы для выявления металлоустойчивых видов с целью их дальнейшего использования в экологически чистом производстве и селекционном процессе.

Растения выращивались в полевых условиях естественного загрязнения почвы кадмием, медью, свинцом и цинком. Содержание тяжелых металлов в растениях определяли методом атомной абсорбции на приборе AAnalyst 300 фирмы "Perkin Elmer".

Исследования почвы показали, что содержание тяжелых металлов в прикорневой зоне генотипов озимой пшеницы неодинаковое. По отношению к ПДК не наблюдается превышение концентрации свинца, но наблюдается превышение концентрации цинка, меди и кадмия.

Изучение содержания тяжелых металлов в растениях выявило большие генотипические различия. Наиболее устойчивыми к накоплению изучаемых тяжелых металлов оказались сорта пшеницы Красноводопадская-25 и Мироновская-808. Содержание кадмия, меди и свинца в семенах этих сортов не превышает ПДК, цинка незначительно превышает ПДК. Так как цинк не является токсичным элементом, а такие токсичные металлы как кадмий и свинец мало накапливаются в семенах этих сортов, то можно рекомендовать их для дальнейшего использования в селекции на металлоустойчивость.

Были также исследованы физиологические параметры изучаемых генотипов пшеницы. Определение количества растений сохранившихся перед зимовкой показало, что наибольшее количество растений сохранилось у сорта пшеницы - Мироновская 808 и сорта тритикале - Таза. Сорт озимой пшеницы Мироновская 808 лучше остальных генотипов перезимовал и у него наибольший процент сохранившихся перед уборкой растений. Это свидетельствует о том, что этот генотип оказался наиболее устойчивым к неблагоприятным условиям среды в период перезимовки и во время летней вегетации. Урожай с делянки наибольший у сорта озимой пшеницы Мироновская 808, это связано, видимо с большим количеством переживших зимовку растений и большим количеством зерен в колосе и достаточно высокой массой зерна в колосе. Сорт озимой пшеницы Мироновская-808 можно рекомендовать для выращивания в условиях Восточно-Казахстанского региона при загрязнении почвы тяжелыми металлами, так как он мало накапливает тяжелые металлы, имеет хорошие показатели развития, перезимовки, урожайности.

РОЛЬ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Бойко М. И., Бойко С. М., Демченко С. И., Чемерис О. С., Древаль К. Г.

Донецкий национальный университет, каф. физиологии растений, ул. Щорса, 46, г.Донецк 083050, Украина E-mail: prof_bmi@mail.ru

Физиология растений как самостоятельная наука сформировалась 213 лет назад. За этот период наши знания о фитофизиологии существенно углубились и расширились, благодаря использованию физиолого-биохимических, биохимических, физико-химических, генетических, молекулярно-биологических, статистических и, в последнее время, генно-инженерных методов исследования. Однако, в ходе интенсивного развития разных отраслей промышленности (металлургической, химической, добывающей, автотранспортной и др.) в Европе, Америке, Азии и других континентах нашей Планеты перед учеными-биологами и работниками аграрного сектора возникли проблемы - определить устойчивость растений к промышленным выбросам различной химической природы. Такие исследования проводились сотрудниками Национального ботанического сада НАН Украины им. М.М. Гришко под руководством д.б.н., проф. Г.М. Илькуна. Проводятся исследования сотрудниками кафедры физиологии растений и экологии Днепропетровского национального университета им. О. Гончара под руководством д.б.н., проф. Л.Г. Долговой, д.б.н., проф. А.Н. Винниченко и д.б.н., проф. Ю.В. Лихолат, в Донецком ботаническом саду НАН Украины проводились под руководством д.б.н., проф. В.П. Тарабрина, а ныне - под руководством д.б.н., проф. И.И. Коршикова, на кафедре физиологии растений Донецкого национального университета - под руководством д.б.н., проф. С.Ф. Негруцкого, а в настоящее время - под руководством к.б.н., доц. Ю.Г. Приседского. В результате проведенных исследований определены устойчивые растения к сернистому газу, оксидам азота и другим промышленным вредным выбросам и рекомендованы к посадке на загрязненных промышленных территориях. Исследования по зимостойкости пшеницы проводятся в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина под руководством д.б.н.,

проф. В.В. Жмурка и др.

Работа промышленных предприятий и сжигание большого количества нефти, газа, угля, а также вырубка лесов привело к увеличению содержания CO_2 в атмосфере, что способствует повышению температуры на поверхности Земли (повышение парникового эффекта). Параллельно с этим происходит стремительное увеличение народонаселения на нашей Планете. Для того, чтобы прокормить в будущем 10 млрд. людей необходимо обеспечить прирост продовольствия не менее 1,3% в год и к середине XXI-го века увеличить урожайность зерновых культур в 2 раза (Моргун В.В., Киризий Д.А., Шадчина Т.М., 2009). В этой связи возникли новые проблемы перед учеными фитофизиологами и селекционерами – получить высокопродуктивные, устойчивые сорта растений и изучить влияние повышенной концентрации CO_2 , температуры, засухи, засоленности почвы и патогенных организмов на протекание физиолого-биохимических процессов, рост, развитие и их продуктивность.

В настоящее время исследованиями адаптивных реакций растений к стрессовым факторам абиотической природы занимаются сотрудники кафедры физиологии растений и экологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко под руководством д.б.н., проф., академика УААН Н.Н. Мусиенко и д.б.н., проф. Н.Ю. Таран. Научные сотрудники Института физиологии растений и генетики изучают стрессовые реакции растений под руководством д.б.н., проф., академика НАН Украины В.В. Моргуна, д.б.н. чл.-корр. НАН Украины В.В. Швартау, д.б.н., с.н.с. Киризий Д.А., и др. Исследования стрессовых реакций зерновых культур под влиянием повышенных температур, осуществляются под руководством зав. кафедрой ботаники и физиологии растений Харьковского национального аграрного университета д.б.н., проф. Ю.Е. Колупаева. Изучением адаптивных реакций растений под влиянием стрессовых факторов биотической природы занимаются сотрудники Института клеточной биологии и генной инженерии НАН Украины под руководством д.б.н., проф., чл.-корр. НАН Украины А.П. Дмитриева и др.

Таким образом, приведенный краткий анализ результатов по

устойчивости растений свидетельствует о том, что ученые Украины понимают серьезность возникающей проблемы – повышение продуктивности и устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам среды, и при поддержке государственных структур с ней успешно справятся.

ВИЗНАЧЕННЯ БАЛАНСУ ФІТОГОРМОНІВ ЦИТОКІНІНОВОЇ ПРИРОДИ В ОРГАНАХ РОСЛИН СОЇ ЗА ІНОКУЛЯЦІЇ ШТАМАМИ ТА Tn5- МУТАНТАМИ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*

Грищук О. О., Коць С. Я.

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, відділ симбіотичної азотфіксації, вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна
E-mail: shuminka@rambler.ru*

Здатність рослин родини бобових формувати симбіотичні взаємовідносини з ризобіальними мікроорганізмами приводить до утворення нового високоспеціалізованого органу – азотфіксувальної кореневої бульбочки. Морфогенез останньої потребує складної регуляції на генетичному і біохімічному рівнях, у тому числі й за участі регуляторів росту рослин, зокрема, фітогормонів.

Метою нашої роботи було дослідження динаміки вмісту зеатину та зеатин-рибозиду в коренях та бульбочках рослин сої при інокуляції насіння штамми та Tn5-мутантами *Bradyrhizobium japonicum* різної ефективності.

Кількісний аналіз зеатину в коренях сої показав зростання вмісту даного гормону майже в усіх варіантах у порівнянні із контрольними рослинами без інокуляції на початкових етапах формування і функціонування симбіотичних взаємовідносин. У ході роботи показано, що найвищі значення вмісту зеатину в бульбочках спостерігаються у період, який у наших дослідженнях характеризувався активним ростом та морфогенезом цих органів, особливо у рослин, бактеризованих високоактивними штамми 646, T66 та Tn5-мутантами *B. japonicum* 9-1, T21-2. При цьому встановлено прямий зв'язок між активністю штаму-інокулянта та вмістом зеатину в бульбочках інфікованих рослин.

При визначенні пулу зеатин-рибозиду (запасної і транспортної форми

цитокінінів) в коренях рослин сої показано, що рівень даного гормону був найвищим саме на початкових етапах формування симбіотичних взаємовідносин. Найбільший вміст запасної форми зеатину виявлено в коренях рослин, бактеризованих неактивним, проте високовірулентним штамом 604к, а також високоактивним і високовірулентним штамом 646. У подальшому, в процесі вегетації рослин відмічено поступове зниження рівня зеатин-рибозиду.

Високий вміст зеатин-рибозиду на початкових етапах розвитку азотфіксувального апарату було виявлено також у бульбочках інокульованих рослин сої. Найбільші значення вмісту зеатин-рибозиду зафіксовано в кореневих бульбочках, утворених як високоактивними Tn5-мутантами 9-1, T21-2, так і малоактивним 113.

Таким чином, отримані результати вказують на важливу роль фітогормонів цитокінінової природи на початкових етапах формування і функціонування рослинно-мікробних взаємодій. Встановлено, що інокуляція насіння сої азотфіксувальними бактеріями *B. japonicum* приводить до збільшення пулу цитокінінів, зокрема зеатину та зеатин-рибозиду, як у коренях, так і в кореневих бульбочках, на початкових етапах формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу. При цьому вміст цитокінінів у бульбочках був набагато вищим, ніж у коренях. Встановлено прямий зв'язок між вмістом зеатин-рибозиду і рівнем зеатину ($R^2 = 0,59$) у кореневих бульбочках сої.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ФУНГІЦИДІВ ЛАМАРДОРУ ТА МАКСИМУ НА РІСТ І РОЗВИТОК *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* У ЧИСТІЙ КУЛЬТУРІ

Жемойда А. В., Омельчук С. В., Маліченко С. М., Коць С. Я.

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

Обсяги виробництва та споживання сої у світі в цілому та в Україні зокрема мають тенденцію до зростання. За прогнозами Української асоціації виробників і переробників сої, до 2015 року виробництво цієї культури в

Україні може збільшитись до 4 млн. т., ураховуючи площу посіву на рівні 2 млн. га.

Втрати врожаю зерна сої тільки від хвороб, які викликаються фітопатогенними організмами, досягає 30–40%. Тому однією із найважливіших складових технології вирощування сої є захист її від фітопатогенів. Зараз для захисту сої від різних захворювань рекомендують сучасні фунгіциди, зокрема Максим та Ламардор. Обидва препарати контролюють майже весь спектр корневих гнилей. Вони ефективні проти антрактозу, аскохітозу, фузаріозно-кореневої гнилі, переноспорозу, пліснявіння насіння.

Окрім того, обов'язковим агроприйомом у технологіях вирощування бобових повинна бути передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі високоактивних конкурентоздатних селекційних штамів специфічних бульбочкових бактерій, завдяки якій можна підвищити азотфіксувальний потенціал бобово-ризобіального симбіозу на 15–50%. Поєднання протруювання насіння з інокуляцією ризобіями можливе лише за умов використання штамів, резистентних до застосування фунгіцидів.

Тому метою наших досліджень було вивчення токсичної дії різних концентрацій препаратів Максим XL 035 FS та Ламардор 400 FS на азотфіксувальні бульбочкові бактерії сої в лабораторних умовах у чистій культурі.

Токсичність Ламардору та Максиму до *Bradyrhizobium japonicum* у чистій культурі вивчали традиційним методом – дифузії препаратів у агарі, оцінюючи наявність та розмір стерильних зон навколо колодязів із різними концентраціями фунгіцидів. Об'єктом дослідження були *Bradyrhizobium japonicum* 634б (штам-стандарт) та його Tn5-мутанти 21-2 і 9-1, які мають високу азотфіксувальну активність і ефективність.

Концентрації Ламардору при нормі 0,2 л/т насіння становили: 1 н (0,1 мл препарату в 1 мл H₂O), 2 н (0,2 мл препарату в 1 мл H₂O), 1 : 10 (0,1 мл препарату в 1 мл H₂O), 1 : 100 (0,01 мл препарату в 1 мл H₂O), без розведення.

Концентрації Максиму при нормі 1 л/т насіння становили: 1 н відповідає (0,1 мл препарату в 1 мл H₂O), 2 н (0,2 мл препарату в 1 мл H₂O), 1 : 10 (0,1 мл

препарату в 1 мл H₂O), 1 : 100 (0,01 мл в 1 мл H₂O), без розведення. Контролем слугувала стерильна водопровідна вода.

Згідно результатів проведених досліджень використані препарати майже не відрізняються за токсичністю дії на ризобії в чистій культурі. Найбільш токсичними виявилися нерозведені фунгіциди, а також розведені в 10 раз. Зони відсутності росту навколо колодязів із протруювачами становили від 7 до 12 мм в залежності від штаму та щільності газону в чашках Петрі. Одна норма Ламардору та Максиму, яку рекомендують використовувати для протруювання насіння в польових умовах, не пригнічують росту ризобій в чистій культурі.

Таким чином, штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 634б і Tn5- мутанти 21-2 і 9-1 мають достатньо високу стійкість до досліджуваних фунгіцидів.

АДАПТИВНІ СТРАТЕГІЇ *TRITICUM AESTIVUM* ДО УМОВ ПОСУХИ

Жук О. І.

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

Забезпечення водою належить до головних чинників, які лімітують розповсюдження рослин на землі. Формування виду *Triticum aestivum* відбувалось в аридних і напіваридних регіонах, що спричинило появу адаптивних пристосувань для виживання в умовах нестабільного та недостатнього зволоження ґрунту та високої температури повітря на різних фазах онтогенезу.

Однією з найважливіших фаз в онтогенезі пшениці є фаза сходів. Зернівка пшениці в період проростання здатна переходити у стан вимушеного спокою, якщо вміст води в середовищі різко зменшується. Критичними у цей період є проліферативні процеси, які потребують значних ресурсів та енергії. Зменшення вмісту води в меристематичних тканинах на 40% від початкової кількості спричиняє пригнічення поділу клітин. Першими зникають мітози, адже для їх формування необхідне підтримання цитоскелету клітин. Детальне дослідження процесу мітозу у

різних видів рослин дозволили з'ясувати, що процес формування його структур обумовлений просторовою орієнтацією мікротрубочок, змінами в цитоскелеті вимагає підтримання тургорного потенціалу клітин, які ще не сформували клітинної оболонки. Компактизація ядерного матеріалу в хромосоми супроводжується перебудовою цитоскелету. Встановлено, що успішне проходження клітинами меристем стадії профазі дозволяє їм завершити процес мітозу. Нами та іншими дослідниками виявлено, що зупинка руху клітин меристем пшениці по мітотичному циклу могла відбуватись після завершення мітозу, в період реплікації ДНК та після його завершення. З'ясовано, що процес реплікації ДНК має контрольні точки, в яких можлива його зупинка без суттєвих наслідків для реплікативного апарату. Після відновлення поливу клітини здатні продовжувати рух по мітотичному циклу.

Найчастіше умови посухи в регіонах культивування пшениці відзначають в період від виходу в трубку до молочної стиглості зерна. Однак захист від посухи та високих температур забезпечує здійснення процесів мейозу на початку виходу в трубку. Високі температури в цей період індукують збільшення піхви прапорцевого листка для захисту колосу в період запилення та закладання зернівки. В таких умовах площа поверхні підпрапорцевого листка буває більшою, ніж прапорцевого, і він виконує функцію головного донора фотоасимілятів для початкових періодів росту зернівки.

Подальші етапи формування зернівки потребують надходження асимілятів. Внаслідок зменшення ендогенного пулу CO_2 після закривання продихів в умовах тривалої посухи донорна функція листків пригнічується і головним джерелом асимілятів стають запаси вуглеводів у стеблі. Встановлено, що саме ресурси стебла забезпечують налив зерна у період до початку воскової стиглості. Найзначніші запаси асимілятів знаходяться у двох верхніх міжвузлях стебла пшениці. Нами було встановлено, що поєднання умов природної посухи з дефіцитом елементів мінерального живлення суттєво затримує ріст міжвузлів озимої пшениці, зменшує діаметр стебла переважно за рахунок звуження центральної судини ксилеми. Дефіцит пулу

асимілятів у стеблі очевидно є однією з причин редукції значної кількості квіток у колосі, яка може досягати 60-70% від початкової кількості, зменшення маси, розмірів та числа зернівок у колосі.

Нами та іншими дослідниками показано, що умови посухи у період росту зернівки інгібують поділи клітин тимчасових меристем, функціонування яких детерміновано у часі та просторі і не може бути компенсоване після завершення періоду існування покращенням умов забезпечення асимілятами та водою після завершення терміну їх існування.

Отже, адаптивні стратегії виду *Triticum aestivum* спрямовані на виживання рослин в критичні періоди онтогенезу, забезпечення формування репродуктивних органів і завершення життєвого циклу в несприятливих за забезпеченням водою і температурами умовами навколишнього середовища.

СИГНАЛЬНІ ФУНКЦІЇ ЦИТОКІНІНІВ У ВІДПОВІДІ РОСЛИН НА ПОСУХУ

Жук В. В., Мусієнко М. М.

ННЦ «Інститут біології» КНУ ім. Т.Г. Шевченка, каф. фізіології та екології рослин, вул. Володимирська 64/13, м. Київ, 01601, Україна. E-mail zhuk_bas@voliacable.com

Відкриття рецепторів цитокінінів у 2001 році дозволило остаточно з'ясувати їх функції. Встановлено, що акцептори цитокінінів знаходяться у всіх органах рослин. Виявлено, що цитокінін зеатин-рибозид є компонентом сигналу про зменшення водозабезпечення коренів, який поступає з висхідним током по ксилемі і регулює відповідь рослини шляхом зменшення продихового опору, затримки ростових процесів, зменшення площі листової поверхні.

Ароматичні або ізопреноїдні цитокініни є похідними аденіну. Найбільш відомий серед них №⁶- бензиладенін, який синтезується *de novo* з аденозинмонофосфату та ізопентенілпірофосфату або в результаті змін структури тРНК. Вважають, що швидкість – лімітуючий крок в біосинтезі цитокініну, який каталізується ферментом ізопентенілтрансферазою. Ізопреноїдні цитокініни безпосередньо контролюють біогенез хлоропластів,

синтез хлорофілу та білків тилакоїдних мембран хлоропластів, поділ клітин, затримку процесів старіння, беруть участь у регуляції проростання насіння, диференціації пагонів, формуванні кореневої системи.

Перша стадія в рецепції сигналу цитокінінів здійснюється мембранними гістидиновими протеїнкіназами, які сприймають сигнал ендогенних та екзогенних цитокінінів, передають його через фосфатний каскад до ядра на специфічний до цитокініну трансфактор ARR типу В, який в свою чергу активує гени первинної відповіді ARR типу А і забезпечує відповідь клітини на цитокініни. Посуха, високі температури середовища спричиняють дефіцит цитокінінів у рослинах, порушують баланс у витоку та стоку асимілятів і енергії, джерелом яких є переважно фотосинтез. Наслідком стає зміна відношення корінь/пагін через вплив на координацію процесів проліферації та розтягнення клітин. В умовах дефіциту води та цитокінінів збільшується ріст коренів порівняно з пагонами. Цитокініни беруть участь в координації надходження елементів мінерального живлення від коренів. Посилення росту коренів в умовах посухи та дефіциту цитокінінів обумовлено також надекспресією гену СКХЗ під контролем специфічного для кореня промотора РҮК 10.

Встановлено, що цитокінін 6-бензиламінопурин (БАП) легко проникає в клітину, включається в пул ендогенних цитокінінів і бере безпосередню участь в цитокініновому сигналінгу в клітинах. Використання екзогенних цитокінінів затримує деградацію хлоропластів і фотосинтетичних білків шляхом зменшення активності хлорофілази і магній-хелатази, які відкривають порфіриновий макроцикл хлорофілу *a* і починають його деградацію.

БАП регулює окисно-відновний статус клітини в умовах продукування надлишкових кількостей активних форм кисню (АФК) за дії посухи шляхом активації ферментних та неферментних антиоксидантів та стимуляції активізації АФК, затримки руйнації мембран.

Проведені нами дослідження дії екзогенного цитокініну БАП на рослини пшениці в умовах природної посухи і високої температури середовища дозволили встановити, що відбувалась затримка деградації пігментних комплексів клітин губчастого і стовпчастого мезофілу

прапорцевого листка, який зберігав функціональну здатність до фази молочно-воскової стиглості зерна. Дія цитокініну зменшувала також ендогенний пул H_2O_2 , підвищувала вміст фотосинтетичних пігментів хлорофілів *a* і *b* і мало впливала на вміст каротиноїдів. Регуляція пулу окиснених сполук відбувалась шляхом посилення активності ферментів супероксиддисмутази, аскорбатпероксидази, каталази.

Таким чином, нами та іншими дослідниками показано, що сигнальні функції цитокінінів реалізуються шляхом регуляції головних систем рослин у тісній взаємодії з сигнальними шляхами інших фітогормонів, молекул і беруть безпосередню участь у реалізації генетичної програми адаптації до несприятливих умов навколишнього середовища.

ІНДУКЦІЯ ІМУНІТЕТУ ДО НЕКРОТРОФНИХ ГРИБНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПШЕНИЦІ

Жук І. В., Дмитрієв О. П.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, вул.
акад. Заболотного, 148, 03680, м. Київ, Україна.*

Гіперчутлива відповідь (ГВ) є одним з компонентів реакції на вірулентні патогени. ГВ пов'язана з одним з типів запрограмованої загибелі клітин, які оточують місце проникнення інфекції для обмеження втручання патогена і затримки розвитку симптомів захворювання. У відповідь на проникнення патогена клітина індукує зростання надходження Ca^{2+} через плазматичну мембрану і різке збільшення пулу ендогенного Ca^{2+} .

Вважають, що кальмодуліни можуть транслювати Ca^{2+} -сигнал до білків-мішеней в численних сигнальних каскадах. Кальмодулін бере участь в сигналінгу відповіді рослин на патогени і природній імунній відповіді.

Показано, що залежна від Ca^{2+} протеїнкіназа активує НАДФ-оксидазу – фермент, який дає необхідний внесок в окиснювальний вибух і ГВ природної рослинної імунної системи. Ця система передачі сигналу є комплексною і включає багато пунктів саморегуляції.

Вважають, що на додачу до раннього Ca^{2+} -сигналу посилюється потік NO і генерація пероксиду водню в період сигналу відповіді на патоген. NO

відіграє суттєву роль в ГВ рослин на патогени. Генерація NO пов'язана з ГВ та спричинена аргінін-залежною активністю NO-синтази. Встановлено зв'язок між коливаннями цитозольного Ca^{2+} і синтезом NO в період природної імунної відповіді рослини на грибний патоген. В свою чергу, NO і H_2O_2 здатні активувати Ca^{2+} -сигнал плазматичної мембрани.

NO і активні форми кисню (АФК) належать до розповсюджених сигнальних молекул і можуть розглядатись як трансдуктори сигналів до сусідніх клітин. Однак нещодавно встановлено, що такий вид АФК як H_2O_2 може транспортуватись на далекі відстані.

Первинний окиснювальний вибух індукує каскад міжклітинних взаємодій, які формують хвилю АФК, що поширює сигнал через тканини на далекі відстані. На підставі цих даних сформована гіпотеза часово-просторової хвилі АФК-сигналіngu як динамічного процесу між органами всередині клітини та між клітинами на далекі відстані. Враховуючи що рослини мають високу здатність до утилізації АФК, сигнал АФК на далекі відстані пояснюють тривалим їх продукуванням. Виявлено, що сигнал АФК потребує також активності НАДФ-оксидази. Осцилюючий тип сигналу АФК продемонстровано за дії різних патогенів. Вважають, що кожна клітина і клітинний компартмент мають власні рецептори АФК, які декодують генеровані сигнали і потім передають їх через інші мережі, такі як фосфорилування білків.

Встановлено зв'язок АФК-сигналіngu з антиоксидантною системою в клітинних компартментах та їх взаємодія з іншими сигнальними шляхами. АФК активують сигнальну мережу мітоген-активних протеїнкіназ (МАПК). МАПК-шлях також включається в індукцію вибуху NO і АФК-сигналіng, які функціонують синергічно. Сигнал АФК тісно пов'язаний з гормональним сигналіngом, зокрема етилену, гібереліну, абсцизової кислоти.

Нами була досліджена регуляторна роль NO у формуванні імунної відповіді рослин пшениці на грибний патоген *Septoria tritici*. Встановлено, що за дії NO відбувалась активація антиоксидантних ферментів супероксиддисмутази, каталази, цитоплазматичної пероксидази, аскорбатпероксидази, яка посилювала індукцію АФК, що зменшувало

розвиток некротрофного гриба в стадії проростання гіф в тканини рослини. Найвищу активність виявила цитоплазматична пероксидаза за дії патогена та обробки донором NO, що свідчить про посилення синтезу лігніну для зміцнення клітинних стінок.

Таким чином, сигнальна дія NO у формуванні імунної відповіді рослин пшениці на грибний патоген проявилась у вигляді посилення окиснювального вибуху та синтезу елементів клітинної стінки, що пригнічувало розвиток захворювання.

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА ПРИ ФОТОСИНТЕЗЕ

Киризий Д. А., Рыжикова П. Л.

*Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, ул. Васильковская 31/17, г. Киев-03022, Украина.
E-mail: kiriziy@ukrpost.net*

Культурные растения составляют основу пищевого рациона человечества, поэтому изучение и оптимизация их продукционного процесса являются приоритетной задачей современной физиологии растений. Среди культурных растений пшеница занимает первое место по своей значимости, пищевой ценности и экологической пластичности. Для максимального раскрытия генетического потенциала продуктивности современные сорта пшеницы требуют применения интенсивных технологий выращивания, которые включают внесение больших доз удобрений, особенно азотных. Стоимость последних в настоящее время стремительно растет, поэтому весьма много работ посвящено изучению эффективности использования внесенного или поглощенного растениями азота при формировании урожая пшеницы в зависимости от генотипа и условий среды.

Другим аспектом данной проблемы является эффективность использования азота при фотосинтетической ассимиляции CO₂ (ЭИАФ), являющейся основой продуктивности растительного организма. Хорошо известно, что интенсивность фотосинтеза листьев подавляющего большинства видов растений тесно коррелирует с содержанием в них азота.

Эта связь обусловлена тем, что бо́льшая часть азота листа задействована в структурах и биохимических циклах, обеспечивающих выполнение фотосинтетической функции. Основными азотсодержащими веществами в листе являются белки, причем около половины растворимого белка листа составляет РБФК/О – ключевой фермент ассимиляции CO_2 . Однако, характер корреляции между содержанием азота в листе и интенсивностью фотосинтеза (угол наклона, диапазон варьирования показателей) значительно различается между видами C_3 -растений. Это обусловлено неодинаковой ЭИАФ, что связано как с различным распределением азота между собственно фотосинтетическими и прочими структурами клетки, так и с эффективностью работы самого фотосинтетического аппарата. По литературным данным показатель ЭИАФ варьирует от >200 у быстрорастущих однолетних травянистых видов до <50 $\mu\text{моль CO}_2/(\text{моль N} \cdot \text{с})$ у древесных пород. Очевидно, что у культурных растений должны существовать и внутривидовые различия по этому показателю, обусловленные сортовыми особенностями фотосинтетических процессов, а также поглощения и ассимиляции различных форм азота.

В период налива зерна после цветения в растениях пшеницы происходит ремобилизация азота из вегетативных органов в зерновки и отложение его в составе запасных белков. Этот процесс, как правило, сопровождается снижением интенсивности фотосинтеза, однако динамика ЭИАФ листьев пшеницы в период созревания зерна изучена мало. Вместе с тем, поддержание интенсивности фотосинтеза на высоком уровне после цветения рассматривается как один из приемов повышения урожайности.

Нашими исследованиями показано, что ЭИАФ в листьях пшеницы современных высокоинтенсивных сортов выше, чем у менее продуктивного сорта старой селекции. В процессе старения листьев на протяжении периода роста зерновок ЭИАФ уменьшается, что связано с деградацией белковых компонентов фотосинтетического аппарата и увеличением доли транспортных форм азота, которые ремобилизуются в зерновки. Между ЭИАФ и интенсивностью фотосинтеза выявлена положительная корреляционная связь, опосредованная проводимостью мезофилла для CO_2 .

Следовательно, оптимизация ЭИАФ культурных растений физиолого-генетическими методами является одним из путей повышения их продуктивности.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ МЕТАБОЛІТІВ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО СИМБІОЗУ РІЗНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Левішко А. С., Маменко П. М., Коць С. Я.

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України,
вул. Васильківська, 31/17, Київ-22, Україна. E-mail: alodua@rambler.ru*

Одним із шляхів підвищення ефективності азотфіксуючих симбіозів є, деталізація перебігу фізіолого-біохімічних реакцій та з'ясування молекулярно-генетичних процесів зв'язування інертної молекули азоту в доступні рослинам азотні сполуки. Найбільш інформативним методом вивчення особливостей функціонування бобово-ризобіальних систем є дослідження їхнього метаболічного профілю. Такий підхід дозволяє виявити тонкі механізми регуляції ефективності взаємодії партнерів та з'ясувати роль біологічних молекул у регуляції метаболізму симбіозу.

Метою нашої роботи було дослідити розподіл метаболітів у коренях та бульбочках сої за умови функціонування симбіотичних систем різної ефективності.

Дослідження проводили з рослинами сої (*Glycine max* L. (Merr.)) сорту Васильківська, інокульованими різними за ефективністю штамми *Bradyrhizobium japonicum*: 646 (високоактивний) і 604к (неактивний). Метаболіти виділяли методом екстракції та дериватизації з коренів і бульбочок сої й аналізували на хроматографі «Agilent GC system 7890A» (США) з мас-спектрометром 5975С.

Так, нами було проаналізовано кількісний склад метаболітів коренів і бульбочок сої залежно від фази розвитку рослин та ефективності штаму-інокулянту. Виявлено, що сумарний вміст метаболітів (органічні кислоти, амінокислоти, цукри та багатоатомні спирти) у бульбочках є значно вищим, ніж у коренях. Більшість із цих сполук приймають участь у синтезі біологічних молекул і є основою численних метаболічних процесів, що

забезпечують функціонування симбіотичних систем. Серед виявлених речовин за кількістю домінують спирти, а саме інозітол та гліцерол, й органічні кислоти – пальмітинова і стеаринова. У період активної фіксації азоту у коренях інокульованих рослин відмічено вищий вміст усіх груп метаболітів, причому при використанні активного штаму вміст органічних кислот був вищим, ніж малоактивного. У бульбочках, за активної азотфіксації відбувається посилення метаболізму за рахунок утворення великої кількості спиртів та органічних кислот. Вони відіграють важливу роль в обміні речовин та є основним продуктом перетворення цукрів, а також служать ланкою між певними стадіями обміну жирів, білків та вуглеводів. Спектр виділених нами кислот складають кислоти циклу Кребса та різних шляхів перетворення піровиноградної кислоти, а також речовини більшості яких, як відомо, задіяні в різних рослинно-мікробних взаємодіях. Слід зазначити, що у варіанті з інокуляцією штамом 646 вміст багатоатомних спиртів у бульбочках перевищував їх вміст у коренях у 2,5–2,8, а вільних амінокислот – 1,7–4,0 рази. Для малоактивного штаму ці показники були удвічі меншими. Під час зменшення азотфіксуючої активності нами відзначено різке зниження вмісту метаболітів у бульбочках. Причому кількість органічних кислот за інокуляції активним штамом була удвічі, а цукрів – у 4 рази меншою, ніж у коренях. У коренях і бульбочках рослин, інфікованих неактивним штамом, рівень даних сполук був однаковим.

Таким чином, у процесі проведених досліджень виявлено, що активне функціонування азотфіксуючого апарату вимагає забезпечення його роботи значною кількістю органічних кислот, вільних амінокислот і багатоатомних спиртів. Дані сполуки відіграють важливу роль у процесах зв'язування азоту атмосфери та забезпечення енергією нітрогеназного комплексу.

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ОСНОВНІ БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО

Махаринська Н. М.

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

Продуктивність ріпаку озимого є результатом метаболізму рослинного організму, в якому певним чином збалансовані процеси утворення органічної речовини та її витрати на ріст, дихання та інші процеси, які проходять із затратами енергії. Накопичення біомаси рослини, тобто біологічна продуктивність залежить від їхнього збалансованого забезпечення поживними речовинами за період вегетації. Недостатнє мінеральне живлення обумовлює затримання росту стебла, розвитку кореневої системи, а особливо знижує морозостійкість посівів. Отже, метою наших досліджень було встановлення впливу мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин.

Дослідження проводили на темно – сірому опідзоленому ґрунті Лівобережного Лісостепу України на території землекористування ТОВ “Біотех ЛТД” Бориспільського району Київської області. Попередником для ріпаку озимого була пшениця озима. Дослід закладено у 3 – разовому повторенні за схемою: 1.Без добрив (контроль); 2. $N_{80}P_{60}K_{115}$ (прості добрива); 3. $N_{80}P_{60}K_{115}$ (тукосуміш 9:20:30); 4. $N_{80}P_{60}K_{115}$ (Cropcare NPK 8:12:23). Площа посівної ділянки становила 100м² (облікової – 96м²). У досліді використовували такі добрива: аміачна селітра з вмістом N – 34,5% (ДСТ 2-75), суперфосфат гранульований з вмістом P_2O_5 – 19,5% (ДСТ 5956-78), каліймагnezія з вмістом K_2O – 27% (ТУ 6-12-23-75), а також тукосуміш із вмістом N – 9%, P – 20%, K – 30% та мінеральне комплексне добриво Cropcare NPK процентним вмістом NPK 8:12:23. Вирівнювання проводили простими добривами по діючій речовині.

Фотометричні спостереження проводили в періоди: поява сходів, формування розетки, бутонізація, зелений стручок і технічна стиглість.

Наші дослідження показали що добрива внесені у передпосівну культивуацію позитивно впливали на біометричні параметри ріпаку озимого. За використання $N_{80}P_{60}K_{115}$ (прості добрива) висота рослин становила 169 см (фаза зелений стручок), що на 21 см переважало контроль. Внесення тукосуміші 9:20:30 і Cropcare NPK 8:12:23 обумовлювало збільшення макроелементів відповідно до потреб ріпаку озимого. Максимального розвитку посіви досягали за внесення Cropcare NPK 8:12:23, де висота рослин була 194 см (фаза зелений стручок).

Залежно від забезпеченості ґрунту елементами живлення площа листків першого і другого ярусів зроста. У варіантах за внесення Cropcare NPK 8:12:23 цей процес протікав інтенсивніше, що підкреслює роль збалансованості елементів живлення для рослин ріпаку озимого. Площа листового апарату зростала до фази зелений стручок, у подальшому її поверхня зменшувалась незначно.

Застосування мінеральних добрив обумовлювало посилення ростових процесів в рослинах, про що засвідчувала інтенсивність накопичення сухої речовини. Найбільшу її кількість спостерігали за внесення Cropcare NPK 8:12:23 – 2,4 т/га (фаза розетка) до 12,9 т/га (технічна стиглість), в той час як у контролі цей показник був відповідно 1,0 та 6,1 т/га. За внесення тукосуміші 9:20:30 і простих добрив цей показник дещо знизився і становив 2,0-10,8 т/га і 2,0-9,6 т/га відповідно.

Отже, застосування мінеральних добрив стимулювало ріст та розвиток рослин і сприяли інтенсифікації процесів накопичення сухої речовини посівами ріпаку озимого.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА КАК ИНДИКАТОР АДАПТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТЕНИЙ

Погромская Я. А.

Донецкий отдел плодородия почв ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» НААН Украины, ул. Садовая, 16, п. Новгородское г. Дзержинск, -85297, Украина. E-mail: joanap@mail.ru

Структурно-функциональная саморегуляция является важнейшим свойством всех биологических систем. Регуляторные механизмы определяют устойчивость системы и ее способность адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды. Вместе с тем, вопрос о регуляции процессов фотосинтеза, обеспечивающей оптимальное функционирование фотосинтетического аппарата в целом, еще далек от разрешения. Одним из подходов изучения адаптивных механизмов фотосинтетического аппарата является мониторинг его структурных изменений, в частности – соотношения содержания систем: коровых комплексов реакционных

центров (*Cor*) и светособирающих антенн (*LHC*). На основании того, что отношения концентрации хлорофиллов *a* и *b* указывает на изменение соотношения между комплексами реакционных центров и *LHC*, нами разработана модель определения структурно-функциональных изменений фотосинтетического аппарата [1]. Для оптимизации мониторинга предложено использование экспресс-метода определения концентрации зеленых пигментов по анализу цифрового фото [2]. В сочетании с методом индукции флуоресценции хлорофилла данный подход, весьма информативен, дешев, легок в исполнении и позволяет проведение анализа *in-vivo*.

Предлагаемый подход использован в исследовании развития хлороза кукурузы при повышенном содержании карбонатов кальция в почве и при зафосфачивании. Показано, что общим для случаев негативного воздействия на растения наблюдается изменение соотношения между *LHC*- и *Cor*-комплексами в сторону существенного угнетения синтеза корового хлорофилла реакционных центров, что проявляется в сильном увеличении отношения *LHC/Cor*.

Компенсирующее действие некорневой подкормки микроэlementными препаратами при карбонатном хлорозе направлено на интенсификацию синтеза хлорофилла и выравнивание нарушенного соотношения между содержанием *LHC*- и *Cor*- структур за счет более интенсивного увеличения содержания хлорофилла *Cor*-комплекса. При этом наблюдается снижение времени достижения флуоресценции хлорофилла при закрытых реакционных центрах фотосистемы II F_p , что говорит об оптимизации донорной части фотосистемы II (КВК) компенсацией марганцевой недостаточности.

Внесение азотных удобрений, компенсирующее дисбаланс минерального питания при зафосфачивании, также приводит к интенсификации синтеза хлорофилла, но с абсолютным увеличением содержания *LHC*. При этом снижается квантовый выход $ФС_2$, уменьшается эффективность разделения зарядов, электронтранспортной цепи (ЭТЦ) и фотолиза, что объясняется интенсификацией азотного синтеза, являющегося

альтернативным потребителем энергии ЭТЦ. Увеличение времени достижения флуоресценции F_p говорит, что для оптимизации КВК требуется микроэлементная подкормка.

Литература:

1. Оценка структурно-функциональных изменений фотосинтетического аппарата растений по содержанию хлорофиллов а и b: тезисы докладов, Междисциплинарная научная конференция «Адаптационные стратегии живых систем». Новый Свет, Крым, Украина 11–16 июня 2012 года. Киев, 2012. – С. 87.

2. Пат. 71632 Україна, Спосіб визначення пігментів хлорофілу та каротиноїдів / Я. А. Погромська та інші; заявник та патентовласник ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського». – Опубл. 25.07.12. Бюл. № 11.

АФК-ОПОСЕРЕДКОВАНА ПРОГРАМОВАНА ЗАГИБЕЛЬ РОСЛИН ЗА ДІЇ ГРАМІНІЦИДІВ

Радченко М. П., Сичук А. М., Мордерер Є. Ю.

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України, відділ фізіології дії гербіцидів, вул. Васильківська, 31/17, 03022, Київ, Україна.

E-mail: mpalanytsya.ifrg@i.ua

Активні форми кисню (АФК) відіграють сигнальну роль у запуску програмованої загибелі клітин (ПЗК) за дії біотичних і абіотичних стресорів у рослин (Gadjev, 2008). Баланс між генерацією та знешкодженням АФК може бути вирішальним для розвитку ПЗК (de Pinto, 2012). Так, у трансенних рослин, які відрізняються рівнем активності антиоксидантних систем, індукція ПЗК за дії патогенів і озону негативно корелює з активністю антиоксидантних ферментів: супероксиддисмутази (СОД), каталази і аскорбатпероксидази (Van Camp, 1994; Örvar, 1997; Mittler, 1999). Найбільш надійним маркером ПЗК є міжнуклеосомна фрагментація ДНК - при електрофорезі в агарозному гелі така ДНК має вигляд своєрідної драбини. На відміну від деяких оборотних початкових стадій процесу ПЗК (O'Brien, 1998), така фрагментація ДНК є вже необоротною. Нашими попередніми дослідженнями було встановлено короточасне підвищення вмісту пероксиду водню (ПВ) та більш тривала генерація супероксидного аніон-

радикала (САР) за дії грамініциду галоксифоп-*R*-метилу (ГФ) (Паланиця, 2010). Окрім цього, було показано зменшення фітотоксичної дії ГФ за дії антиоксиданту іонолу, а додавання інгібітору СОД до антагоністичної суміші грамініциду з гербіцидом інгібітором ацетолактатсинтази (АЛС) змінювало характер взаємодії на адитивний. Всі ці дані є однозначним свідченням важливої ролі АФК в індукованому грамініцидами патогенезі. Нами були проведені дослідження з метою з'ясування джерел виникнення АФК за дії грамініцидів. Було встановлено, що через годину після обробки ГФ спостерігається короткочасне підвищення активності іоннозв'язаної пероксидази клітинної стінки, що може свідчити про роль даного ферменту у підвищенні вмісту ПВ за дії грамініцидів (Паланиця, 2010). Відомі дані щодо підвищення активності НАДФН-оксидази у рослин лядвенця у відповідь на дію гербіциду параквату, який є перехоплювачем електронів у фотосистемі 1 хлоропластів (Cuevas, 2004). Окрім цього для параквату та гербіцидів - ацифлуорфену та сульфентразону, фітотоксичність яких також зумовлена взаємодією з процесом фотосинтезу, було показано апоптозподібну фрагментацію ДНК. Ці дані є свідченням участі ПЗК у патогенезі, індукованому даними гербіцидами. Метою наших досліджень було встановити роль НАДФН-оксидази в генерації АФК та дослідити деградацію ДНК на наявність апоптозподібної фрагментації за дії грамініцидів.

Для досліджень використовували етіольовані проростки кукурудзи (*Zea mays* L.), які слугували моделлю однодольних бур'янів. Обробку грамініцидом ГФ (10^{-5} М) проводили шляхом намочування насіння або інкубацією коренів в розчині гербіциду. Активність НАДФН-оксидази в цитозольній та мітохондріальній фракціях коренів проростків визначали за двома методиками (Pinton, 1994; Van Gestelen, 1997). Виділення ДНК з меристем коренів проводили СТАБ-методом (Dolye, 1987).

Було встановлено підвищення в 2 рази НАДФН-оксидазної активності в мікросомальній фракції меристем проростків кукурудзи через 3-5 годин після обробки грамініцидом. НАДФН-оксидазна активність цитозольної фракції протягом усього періоду досліджень була нижче контролю. З цього випливає, що прискорення генерації САР за дії грамініциду, хоча б на

початковому етапі патогенезу, може бути зумовлено підвищенням активності НАДФН-оксидази мікросомальної фракції. Дослідження стану ДНК показало, що на 2 добу після обробки рослин грамініцидом відмічається деградація високомолекулярної ДНК, а на 3 добу виявляється апоптозподібна фрагментація по нуклеосомах. Така динаміка процесу може пояснюватися тим, що спочатку відбувається деградація ДНК мітохондрій, а потім ДНК ядер клітин. З'ясування цього питання є предметом подальших досліджень. В той же час, отримані дані дають всі підстави стверджувати про участь АФК-опосередкованої ПЗК у індукованому грамініцидами патогенезі.

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ ХЛОРОПЛАСТІВ У ПІДТРИМАННІ АКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Соколовська-Сергієнко О. Г.

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України,
вул. Васильківська 31/17, м. Київ-03022, Україна.*

E-mail: monitor@ifrg.kiev.ua

Дія стресових чинників на рослини, як правило, супроводжується утворенням у клітинах і органелах надмірних кількостей активних форм кисню (АФК), що може призводити до пошкодження макромолекулярних структур і порушення фізіологічних процесів. Захисні системи клітини реагують на це підвищенням активності антиоксидантних ферментів, щоби якомога повніше елімінувати надлишок АФК. Головними ферментами антиоксидантного захисту фотосинтетичного апарату від АФК є хлоропластні супероксиддисмутаза (СОД) та аскорбатпероксидаза (АПО). У певній кількості АФК утворюються в процесі функціонування фотосинтетичного апарату за нормальних умов і контролюються антиоксидантними системами, але за стресових умов роль антиоксидантних ферментів для виживання клітини суттєво зростає.

Формування та функціонування фотосинтетичних структур неможливе без відповідного забезпечення елементами живлення, в першу чергу азотом та фосфором. Зниження рівня мінерального живлення призводить до

пригнічення асиміляційної діяльності рослини і, в кінцевому підсумку, зменшення її як біологічної, так і господарської продуктивності. За нестачі елементів живлення можливості рослин пристосовуватися до змінних умов довкілля обмежені браком енергетичних і пластичних ресурсів, і навіть порівняно незначні відхилення чинників навколишнього середовища від оптимуму стають для них стресовими, тобто дефіцитні за мінеральним живленням рослини практично весь час перебувають у стресовому стані.

Різні сорти культурних рослин, навіть такі, що належать до одного виду, різняться за рівнем стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища, в тому числі й нестачі елементів мінерального живлення. Серед культурних рослин пшениця за своєю харчовою цінністю та екологічною пластичністю є неперевершеною і становить основу продовольчого раціону людства. Питанням стійкості цієї культури до дії різноманітних стресових чинників присвячено багато досліджень, але вплив умов мінерального живлення на захисні механізми фотосинтетичного апарату у зв'язку із генотипними особливостями досліджено значно менше.

Відомо, що нові високоінтенсивні сорти озимої пшениці для реалізації свого генетичного потенціалу продуктивності потребують внесення великих доз мінеральних добрив, зокрема азотних. Але за реальних умов виробництва доступність елементів мінерального живлення для рослин та ефективність їх засвоєння можуть обмежуватись різними несприятливими чинниками, а також причинами соціально-економічного характеру. Тому з'ясування особливостей впливу на складові продукційного процесу пшениці варіацій рівня мінерального живлення було і залишається одним із кардинальних питань фізіології рослин, особливо у зв'язку із проблемою подальшого поліпшення корисних ознак цієї культури генетичним шляхом.

Нашими дослідженнями показано, що за умов нестачі мінерального живлення знижується інтенсивність фотосинтезу листків озимої пшениці і підвищується активність СОД і АПО у розрахунку на вміст хлорофілу, що можна розглядати як компонент захисної реакції рослин на дію негативного чинника. Нові високоінтенсивні сорти пшениці характеризувались вищою активністю асиміляції CO_2 , антиоксидантних ферментів і більшою зерновою

продуктивністю за умов як оптимального так і зниженого фону мінерального живлення, ніж менш продуктивний сорт старої селекції. Отже, антиоксидантна система хлоропластів – важлива складова оптимізації продукційного процесу.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ИВИН ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ ТОМАТОВ СОРТА БЫЧЬЕ СЕРДЦЕ

Чмелева С. И., Аметова Ф. Э.

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь-95007, проспект Вернадского, 4, тел.: (0652) 608-465.
E-mail: chmelevasiv@ukr.net*

В настоящее время наряду с природными регуляторами роста все большее значение приобретает использование синтетических физиологически активных веществ, а также различных комплексных препаратов, обладающих большим спектром физиологического действия на растение. Синтетические биологически активные вещества оказывают многообразное влияние на растения, регулируя основные физиолого-биохимические процессы растительного организма.

К таким препаратам относится ивин, действующим веществом которого является 2,6-диметилпиридин-N-оксид. Ивин – препарат широкого спектра биологического действия, рекомендован производителем для обработки различных сельскохозяйственных культур. Целью нашей работы явилось изучение влияния данного биопрепарата на рост и развитие томатов сорта Бычье сердце на ранних этапах онтогенеза.

Объектом наших исследований были семена и проростки томатов сорта Бычье сердце. Для изучения влияния 0,75; 1,25 и 1,75%-ных растворов препарата ивина применяли предпосевную обработку семян в течение 6-10 часов, контролем служила отстоянная водопроводная вода. Для определения всхожести обработанные семена проращивали в чашках Петри в термостате типа ТС-80 120 часов в темноте при +25°C. Обработанные ивином семена сеяли в специальные ящики, заполненные почвенной смесью, заглубляя их на 1,5 – 2,0 см. Все морфологические измерения проводили по общепринятым методикам в динамике на 10-е, 20-е, 30-е, 40-е и 50-е сутки

исследований.

В результате наших исследований было установлено, что синтетический регулятор роста ивин стимулирует ростовые процессы томатов сорта Бычье сердце уже на ранних этапах онтогенеза, данный эффект сохраняется на протяжении всего эксперимента. Наблюдается увеличение надземной и подземной части растений, как по массе, так и по длине. Наилучшие результаты были получены нами при 8-ми часовом замачивании семян томатов сорта Бычье сердце в растворе исследуемого препарата 1,25 %-ной концентрации.

Показано стимулирующее влияние регулятора роста в данной концентрации на энергию прорастания и всхожесть семян томатов. Замачивание семян в растворе ивина позволило повысить энергию прорастания в среднем в 1,4 раза, а всхожесть – в 1,2 раза в опытных вариантах по сравнению с контрольными вариантами.

Установлено, что предпосевное замачивание семян в 1,25 % -ной концентрации ивина способствовало увеличению высоты растений томатов и уже на 20-е сутки учета высота опытных проростков в 1,4 раза превышала контрольные. Данная тенденция сохранялась на протяжении всего учетного периода. Так, 50-ти суточные растения томатов были выше контрольных в 1,3 раза.

Наши исследования показали, что при использовании 1,25%-ной дозы ивина на опытных растениях количество листьев было в среднем в 1,2 - 1,3 раза, больше по сравнению с контрольными вариантами, толщина стебля опытных проростков превышала контрольные на 25,3%, а количество цветков и бутонов – на 7,1%.

Таким образом, анализируя полученные нами данные по изучению влияния синтетического препарата ивин на рост и развитие томатов сорта Бычье сердце, можно сделать вывод, что оптимальной дозой препарата, оказывающей физиологическое действие, является 1,25%-ная. Предпосевная обработка позволяет повысить всхожесть и прорастание семян, эффективно стимулирует рост и развитие растений томатов на ранних этапах онтогенеза.

ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Авксентьева О.А.	8, 30, 32, 65	Лихолат Ю.В.	50
Аметова Ф.Є.	93	Луценко Є.К.	19
Алыбаева Р.А.	69	Маліченко С.М.	74
Белчгази В.Й.	52	Маменко П.М.	84
Бойко М.И.	71	Махаринська Н.М.	85
Бойко С.М.	71	Медведев С.С.	21
Вайда П.В.	52	Мордерер Є.Ю.	89
Вакерич М.М.	52	Мусієнко М.М.	23, 78
Ветрова О.В.	34	Микієвич І.М.	60
Винникова О.И.	36	Назаренко Л.В.	46
Винніченко О.М.	50	Ніколайчук В.І.	52
Гамуля Ю.Г.	37	Омельчук С.В.	74
Грищук О.О.	73	Панюта О.О.	26
Демченко С.И.	71	Паузер О.Б.	63
Джамеев В.Ю.	39, 41	Погромская Я.А.	87
Дмитрієв О.П.	80	Радченко М.П.	89
Дмитрієва Г.А.	43	Романюк Н.Д.	60
Догадина Т.В.	11	Ружицька О.М.	63
Древаль К.Г.	71	Рыжикова П.Л.	82
Жемойда А.В.	74	Садовниченко Ю.А.	54
Жмурко В.В.	13, 32	Сенченко Г.Г.	56
Жук В.В.	78	Сигидиненко Л.И.	58
Жук І.В.	80	Соколовська-	
Жук О.І.	76	Сергиєнко О.Г.	91
Загоскина Н.В.	46	Сичук А.М.	89
Карпець Ю.В.	17	Таран Н.Ю.	23, 26
Киризий Д.А.	15, 82	Терек О.І.	60
Кирпичев И.В.	58	Тимошенко В.Ф.	61
Кишко К.М.	52	Феденко В.С.	28
Колесник А.В.	52	Черемис О.С.	71
Колупаєв Ю.Є.	17	Чмелева С.И.	93
Комаристая В.П.	11	Чуб В. В.	48
Косик О.І.	26	Шемент С.А.	28
Коць С.Я.	73, 74, 84	Швець Г.А.	63
Лабунская Е.А.	48	Якуба І.П.	63
Левішко А.С.	84	Юхно Ю.Ю.	65

**ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН У СИСТЕМІ СУЧАСНИХ
БІОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ ТА НАУК**

Матеріали науково-методичного семінару
(Харків, Україна, 20 березня 2013 року)

Українською, російською мовами

Відповідальний за випуск *В.В. Жмурко*
Комп'ютерна верстка *Ю. Ю. Юхно*

Формат 60×84/16. Умов. друк. арк. 4,09. Наклад 100 прим. Зам. №103/12.