

Серед використовуваних технологій вчителі найчастіше називали рольові ігри, мозковий штурм, метод проєктів, «акваріум» тощо. 79% вчителів в своїх анкетах зазначили, що вони відчувають брак методичних посібників, які б орієнтували на використання інтерактивних технологій навчання на уроках з конкретних предметів.

Учні у своїх анкетах зазначили, що уроки з біології їм подобаються (58% анкетованих). Аналіз учнівських анкет показав, що всім учням дуже подобаються уроки, на яких проводяться різноманітні ігри та використовуються інтерактивні технології. 82% анкетованих учнів зазначили, що на таких уроках вони краще засвоюють матеріал.

Аналіз літературних джерел та спостереження за навчально-виховним процесом дають підстави для висновку, що найбільш використовуваними у педагогічній практиці інтерактивними технологіями є: дискусії, які можуть проводитись у формі круглого столу, засідання експертної групи, форуму, дебатів, засідання суду; техніка акваріума; рольова гра; метод проєктів; порт фоліо; кейс-метод; мозковий штурм тощо.

Узагальнивши результати проведеного аналізу літературних джерел та проведеного нами констатуючого експерименту, ми визначили такі переваги застосування інтерактивних технологій у навчальному процесі:

- інтерес учнів до незвичної організації навчального процесу;
- активізація розумової діяльності, покращення якості запам'ятовування навчального матеріалу;
- розвиток творчої активності учнів;
- формування мотиваційної готовності до міжособистісної взаємодії;
- розвиток навичок аналізу й самоаналізу в процесі групової й особистісної рефлексії;
- комунікативна готовність до роботи в групі;
- прийняття норм і правил спільної діяльності;
- підвищена відповідальність за результат роботи в групі;
- розвиток мовленнєво-комунікативних умінь учнів.

З метою методичного забезпечення реалізації досліджуваної проблеми в шкільній практиці нами розроблені приклади інтерактивних вправ, які доцільно використовувати на уроках біології, а також конспекти інтерактивних уроків біології

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пометун О. І. Сучасний урок. Інтерактивні технології: навч.-метод. посіб. /О. І. Пометун, Л. В. Пироженко; за ред. О. І. Пометун. - К.: А.С.К., 2004. – 192 с.
2. Пометун О. Технологія інтерактивного навчання як інноваційне педагогічне явище/ О.Пометун // Рідна школа - 2007 - №5. С. 46-49.

Штоник У.

Науковий керівник – проф. Дробик Н.М.

РОЗВИТОК БІОТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИН В ІНСТИТУТІ КЛІТИННОЇ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НАН УКРАЇНИ

Швидкий ріст населення Земної кулі спонукає до збільшення виробництва продуктів харчування. Відомо, що 1,9 млрд. тон (99%) уживаної сухої речовини людство удержує в якості продуктів землеробства, 1% – з морів, океанів і прісноводних басейнів. Рослинні продукти складають 93% їжі людини, інші 7% – тваринного походження. Істотне збільшення врожаю сільськогосподарських культур за останні десятиліття досягнуто за рахунок хімізації, механізації і меліорації сільського господарства, що призвело до виникнення ряду економічних та екологічних проблем: забруднення навколишнього середовища, виснаження енергетичних, ґрунтових, водних та біологічних ресурсів. Тому постало питання пошуку нових підходів, які б дозволили не тільки підвищити врожай і поліпшити якість культур, але були б економічно вигідними і не завдавали шкоди навколишньому середовищу. Одним із таких підходів є використання методів біотехнології рослин [6].

Внесок біотехнології в рослинництво полягає в полегшенні традиційних методів селекції рослин, розробці нових технологій, які дозволяють підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва. Методами генетичної та клітинної інженерії створені високопродуктивні й стійкі проти шкідників, хвороб та інших негативних чинників сорти сільськогосподарських рослин. Розроблена техніка оздоровлення рослин від інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно. Ведуться дослідження з поліпшення амінокислотного складу рослинних білків, розробляються нові регулятори росту рослин, мікробіологічні засоби захисту останніх від шкідників та хвороб, бактеріальні добрива. Одним із актуальних питань біотехнології є керування процесами азотфіксації та фотосинтезу, зокрема можливість введення відповідних генів у геном культурних рослин [6].

Метою роботи було вивчення особливостей розвитку, основних напрямків досліджень і досягнень біотехнології рослин в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії (далі – ІКБГІ) НАН України був створений на базі відділу цитофізіології та клітинної інженерії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного у 1990 р. [3, 7]. Інститут є порівняно молодим і провідним науковим центром в галузі клітинної та генетичної інженерії, біотехнології та геноміки рослин, радіобіології і завжди посідає особливе місце в українській біологічній науці.

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії, як науково-дослідна установа, створена відповідно з розпорядженням Ради Міністрів СРСР № 736р від 11 травня 1990 р. і Ради Міністрів УРСР № 224р від 31 травня 1990 р. та Постановою Президії Академії наук УРСР №160 від 6 червня 1990 р., і яка виконує самостійно фундаментальні дослідження та прикладні розробки у різних галузях клітинної та молекулярної біології, генетики, генної та клітинної інженерії, біотехнології та збереженні генетичних ресурсів природних та культурних флор відповідно з покладеними на НАНУ обов'язками наукової політики у галузі фундаментальних досліджень основних напрямків природничих наук [4]. ІКБГ НАН України входить до складу Відділення загальної біології НАН України. Напрямки науково-дослідницької діяльності ІКБГ затверджуються Президією НАН України за поданням Вченої ради Інституту, погоджуючи з Бюро відділення загальної біології [4].

Розвиток біотехнології рослин ІКБГ НАН України пов'язаний з іменами багатьох вчених. Серед них слід відзначити Ю.Ю. Глебу [1], М.В. Кучука [5], Д.М. Гродзинського [2], Я.Б.Блюма, О.П. Дмитрієва та інших.

Засновником Інституту та першочерговим його директором був академік НАН України, доктор біологічних наук, професор Глеба Юрій Юрійович. Ю.Ю. Глеба започаткував у нашій країні фундаментальні дослідження в галузі клітинної та генетичної інженерії рослин. За його безпосередньої участі та під його керівництвом одержвано пріоритетні результати у таких напрямках клітинної та генетичної інженерії рослин, як отримання асиметричних гібридів та цибридів — модельних і важливих для господарства видів рослин; одержання та аналіз рекомбінантних форм із новими наборами генів цитоплазми; гібридизація філогенетично віддалених видів рослин; вивчення організації та експресії генетичного матеріалу в соматичних гібридах. Ним розроблено методи мікроклонального розмноження *in vitro* цінних видів рослин, генетичної трансформації вищих рослин, методу виділення та культивування ізольованих протопластів. Ю.Ю. Глеба уперше в СРСР отримав трансгенні рослини тютюну з використанням як *Agrobacterium tumefaciens*, так і прямої трансформації протопластів препаратами плазмідної ДНК; розробив оригінальні методи генетичної трансформації рослин із застосуванням мікроін'єкції рослинних тканин плазмідними ДНК [7]. Учений активно працював над розробленням можливостей використання рослинних систем для створення фармакологічних білків із застосуванням технологій транз'єнтної експресії. Ю.Ю. Глеба – автор більш, ніж 200 наукових праць, має 30 патентів на винаходи.

Нині директором Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України є член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор Микола Вікторович Кучук. У 80–х роках Микола Вікторович вивчав проблеми розвитку рослинних клітин на живильних середовищах в умовах *in vitro* та розробляв перші методи генетичної трансформації рослин. Ним було розроблено способи культивування протопластів таких видів, як конюшина, люцерна, соя, горох, люпин та ін. Він особисто з використанням генетичних конструкцій, які були розроблені в Інституті молекулярної біології РАН (Москва) та Інституті фізіології і біохімії мікроорганізмів РАН (Пушино, Росія), отримав перші в колишньому СРСР трансгенні рослини тютюну шляхом трансформації *A. tumefaciens* та електропорації протопластів. Запропонував та випробував метод, що підвищує регенераційну здатність люцерни та гороху за допомогою введення генів біосинтезу фітогормонів шляхом генетичної трансформації мутантом «*shooty*» агробактерії *A. tumefaciens*. Ним були отримані трансгенні регенераційні лінії люцерни та гороху, що дозволило запропонувати процедуру «подвійної трансформації», яка дає можливість отримувати генетично модифіковані лінії цих бобових культур з генами, що мають практичний інтерес [4].

У складі ІКБГ НАН України є три відділи: відділ біофізики і радіобіології (включає лабораторію імунітету рослин, лабораторію радіоекологічної надійності біосистем, лабораторію біофізики сигнальних систем рослин та лабораторію радіаційної епігенетики); відділ генетичної інженерії (включає лабораторію адаптаційної біотехнології, лабораторію систем біосинтезу природних сполук та Мукачевську експериментальну базу); відділ молекулярної генетики [4].

В Інституті отримано пріоритетні наукові дані в галузі клітинної інженерії рослин, зокрема, з цитоплазматичної генетики соматичних клітин та трансмісійної генетики процесу соматичної гібридизації. Розроблено методи соматичної гібридизації з метою одержання соматичних гібридів та цибридів, методи трансформації геному хлоропластів. Створено одну з найбільших в світі колекцій зародкової плазми світової флори, віднесена до Переліку об'єктів, які становлять національне надбання України [4].

Отже, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України є сучасною провідною, науковою установою, що відіграла ключову роль у становленні та розвитку біотехнології рослин в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глеба Ю.Ю. Клеточная инженерия растений / Ю.Ю. Глеба, К.М. Сытник // АН УССР. Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – К.: Наук. думка, 1984. – 160 с. Ю.Ю. Глеба: До 60-річчя з дня народження / Колектив ІКБГ // Цитология и генетика. – 2009. – № 3. – С. 89–90.
2. Давиденко М.М. Науково-організаційна діяльність академіка АН УРСР Д.М.Гродзинського / Д.М. Давиденко // Глея: науковий вісник: Збірник наукових праць. – К., 2013. – Випуск 72. – С. 124–128.
3. Дідух Я.П. До 90-річчя Національної Академії наук України / Я.П. Дідух // Укр. ботан. журн. – 2008. – Т. 65, №6. – С. 791–799.
4. Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://icbge.org.ua/ukr/>.
5. Кучук Н.В. Генетическая инженерия высших растений НАН Украины. Ин-т клеточной биологии и генетической инженерии / Н.В. Кучук. – К.: Наук. думка, 1997. – 152 с.
6. Мусієнко М.М. Біотехнологія рослин / Мусієнко М.М., Панюта О.О. Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 114 с.

7. Фтемова Л. В. Витоки розвитку біотехнології рослин в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України / Л.В. Фтемова // Гілея: науковий вісник. Збірник наукових праць / Гол. ред. В.М. Вашкевич. – К.: ВІР УАН, 2013. – Випуск 79 (№ 12). – С. 75–79.

Гоцуляк Л.

Науковий керівник – Боднар О.І.

ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА РІСТ І РОЗВИТОК МІКРОВОДОРОСТЕЙ

Дослідження впливу селену на ростові та метаболічні процеси представників морського та прісноводного фітопланктонних угруповань має велике значення. Це пояснюється виключно важливою роллю фітопланктону в біотрансформації селену у водних екосистемах, завдяки його первинному положенню в трофічному ланцюзі забезпечується функціонування наступних ланок. [8, 7, 19]. Водночас, в умовах інтенсивних культур для водоростей різних таксономічних видів вчені намагаються з'ясувати, за дії яких саме концентрацій селену з'являються перші ультраструктурні зміни у клітинах, які типи пошкоджень виникають при цьому та які концентрації призводять до загальної клітинної деструкції і можливої масової загибелі водних рослин і відповідно тваринних організмів [5, 9, 18, 21, 22, 23].

Як вже зазначалося, що для більшості представників морського фітопланктону Se^{+4} і Se^{+6} в концентраціях, які зазвичай реєструються в морі (10^{-10} - 10^{-7} М) [16], не лише не токсичний, але й стимулює ростові процеси водоростей. Разом з тим, більш високі концентрації селену в середовищі (особливо селенати Se^{+6}) у багатьох видів водоростей знижують рухову активність і швидкість росту, викликають порушення структури і метаболізму клітин [1, 9, 10, 27].

Так, у зеленої водорості *Dunaliella salina* високі дози селену спричиняли значні ультраструктурні зміни у мітохондріях, хлоропластах, вакуолях [5]. За дії Se у концентрації 5,0 мг/л було відмічено інгібування росту клітин, кількість хлорофілу а та екскреторних вакуолей зменшувалася, утворювалася одна велика вакуоля, яка щільно контактувала з ядром, що в результаті призводило до його деструкції. Вміст 10,0 мг/л селену у середовищі зумовлював різке зниження ростових процесів, руйнування клітини *D. salina* здійснювалося шляхом виходу вмісту екскреторних вакуолей у цитоплазму та ядро, і як наслідок спостерігався загальний клітинний аутоліз, що призводив до загибелі значної частини популяції *D. salina*. Зазначені концентрації селену мали однозначний токсичний вплив на водорість, оскільки навіть пересів на чисте середовище не запобіг загибелі популяції *Dunaliella salina* [5, 17]. У цих самих експериментах низькі кількості селену (0,01 та 0,5 мг/л) стимулювали збільшення чисельності клітин у культурі на 12 та 7 % відповідно [4,5].

Схожі результати щодо ультраструктурних змін у мембранах мітохондрій, руйнування тилакоїдів хлоропластів та зниження кількості хлорофілу у водорості *Chlamydomonas reinhardtii* під впливом селену були отримані у [12, 21].

У роботі [22] показано, що концентрації селену у середовищі нижчі від 5,0 мг/л стимулювали ріст *Spirulina platensis*, *Dunaliella salina*, *Dunaliella bardawill* та *Phaeodactylum tricorutum*. Разом з тим, мікроелемент у кількості 10,0 мг/л зумовлював пригнічення росту у *D. salina* та *D. bardawill*, але воно було більше виражене, ніж у *S. platensis* і *P. tricorutum*. Зі збільшенням концентрації селену ріст клітин пропорційно знижувався – для *P. tricorutum* за дії концентрації 20 та 25 мг/л, а для *S. platensis* за дії концентрацій у 50, 100 та 200 мг/л. Також зазначено, що вплив токсиканту на культуру водоростей *Ph. tricorutum* мав часозалежний характер: протягом перших 10-12 діб дія навіть найвищої дози не спричиняла порушення ростових процесів, проте далі гальмування росту і розвитку клітин водорості були суттєвими (до 55%). Найвитривалішою до впливу селену виявилася *S. platensis* [22].

Ще в одній роботі, яка присвячена дослідженню *Spirulina platensis* [25], виявлено, що концентрація селеніту натрію у 400 мг/л є максимально допустимою для внесення у середовище культивування для підвищення продуктивності і відповідно збільшення біомаси спіруліни. Найоптимальнішими для росту і розвитку культури ціанеї є концентрації в діапазоні 0,5 – 40 мг/л.

Майже такими самими виявився ефект впливу селену на ріст і розвиток *Spirulina maxima*, коли за дії концентрації селену у 40 мг/л спостерігали початок інгібування активності клітин водорості, а доза у 400 мг/л Se виявилася летальною для *S. maxima*. Оптимальними для цієї ціанобактерії були концентрації в межах 0,4 – 20 мг/л [27].

Ймовірно, стимулюючий ефект селеніту на водорості *Spirulina platensis* зумовлений активізацією Se-залежних антиоксидантних ферментів, які ефективніше здійснюють видалення та знешкодження вільних радикалів, що, у свою чергу, призводило до зниження темпів старіння клітин водоростей [25]. Так, зокрема, селено-залежна глутатіонпероксидаза була виявлена в *Euglena gracilis*, *E. gracilis* var. *bacillaris* і *Astasia longa* [13, 14]. Достатньо високий рівень глутатіон-пероксидазної активності мав місце у клітинах діатомеї *Thalassiosira pseudonana* [15]. Тут результати дослідів показали, що при культивування діатомеї *Th. pseudonana* на штучній морській воді з додаванням 75Se- натрій селеніту у природній концентрації (10^{-8} М), значна частина селену була зосереджена у селеноензимі – глутатіонпероксидазі, а збільшення концентрації селену у середовищі культивування зумовлювало активізацію синтезу глутатіону [15, 24].

Також у цій та інших роботах, зазначено, що деякі мікроорганізми *Rhodospirillum rubrum*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Ralstonia metallidurans* та ціанеї *Spirulina platensis* здатні чинити опір неорганічним сполукам селену через накопичення його у клітинах при нижчих концентраціях та