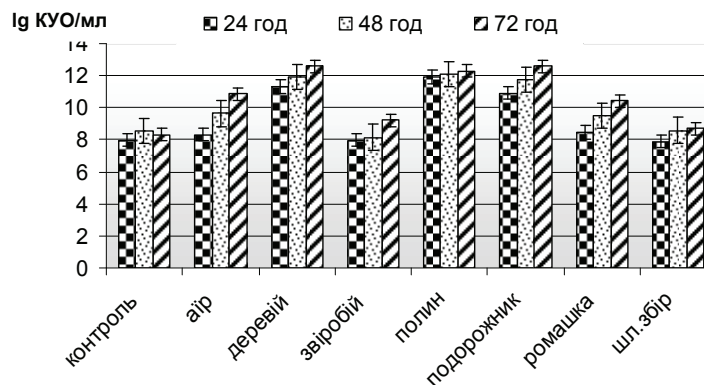


Рис 2. Вплив фітовідварів на інтенсивність росту *Bacillus subtilis* УКМ В-5007

До того ж, на середовищі з фітовідварами тривалість активного поділу клітин була значно довшою. Так, якщо у контролі культури бацил вже на 40-42 год переходили у стаціонарну фазу розвитку, а на 56-60 год спостерігали виснаження поживного середовища і відмирання клітин, то на середовищі з фітовідварами інтенсивний поділ клітин спостерігали ще на 72 год. Можна припустити, що фітовідвари в даному випадку є джерелом біологічно активних і поживних речовин і, зважаючи на їх помірну вартість, заслуговують на увагу для впровадження у виробництво пробіотиків.

Таким чином, підсумовуючи результати досліджень, можна зазначити, що жоден з досліджуваних відварів лікарських рослин не пригнічував в досліді *in vitro* інтенсивності росту складових біоспорину. Особливої уваги для подальших досліджень з перспективою сумісного використання заслуговують відвари деревію, полину, ромашки та м'яти.

Висновки.

1. Продемонстровано, що відвари лікарських рослин позитивно впливають на ростову активність штамів *Bacillus subtilis* УКМ В-5007 та *Bacillus licheniformis* УКМ В-5514

2. Відвари м'яти та полину сприяють скороченню тривалості lag-фази штамів бацил з чотирьох до двох годин.

3. Показано, що інтенсивність приросту біомаси *Bacillus subtilis* УКМ В-5007 та *Bacillus licheniformis* УКМ В-5514 на середовищах з усіма досліджуваними відварами лікарських рослин зростала більш ніж на три порядки.

УДК 372.857:881.111.1

4. Зважаючи на відносну дешевизну рослинної сировини та виражений стимулюючий вплив на інтенсивність росту *Bacillus subtilis* УКМ В-5007 та *Bacillus licheniformis* УКМ В-5514 відвари деревію, полину, ромашки та м'яти можуть бути рекомендовані як основа для промислового нарощення біомаси складових біоспорину.

1. Андреева И.В. Доказательное обоснование применения пробиотиков для лечения и профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта // Медицинский совет – №3 – 2007 – С. 18 – 21. 2. Бережной В.В., Янковский Д.С., Крамарев С.А., Шунько Е.Е., Дымент Г.С. Нарушения микробной экологии человека, их причины, следствия и способы восстановления физиологической нормы // Здоровье женщины. – 2004. – №2(18). – С.170 – 178. 3. Воеводин Д.А., Розанова Г.Н., Стенина Н.А., Череев А.Н. Роль дисбактериоза в формировании хронической неинфекционной патологии у детей // ЖМЭИ – 2001 – №5 – С.68 – 70. 4. Колеснякова А.Г. Бактерицидные и иммунокорректирующие свойства некоторых растительных экстрактов //ЖМЭИ – 1986 – №3 – С. 75 – 78. 5. Куцык Р.В., Зузук Б.М., Куровец Л.М., Мизюк Р.М., Цвекюк Н.П., Жолобак Н.М., Спивак Н.Я. Исследование противомикробных и иммуностимулирующих свойств лекарственных растений Карпат и Причерноморья // Новые технологии получения и применения биологически активных веществ: Тезисы докл. междунар. научно-практич. конф. – Симферополь, 2002. – С. 161-162. 6. Лесновская Е.Е., Пастушенков Л.В. Фармакотерапия с основами фитотерапии. – М.: Готар-Мед, 2003. – 591 с. 7. Сорокулова И.Б. Теоретичне обґрунтування і практика застосування бактерій роду *Bacillus* для конструювання нових пробіотиків: Автореф. Дис. Докт.біол.наук. – К., 1999. – 37 с. 8. Хавкин А.И. Нарушения микроэкологии кишечника. Принципы коррекции. Методические рекомендации. – Москва. – 2004. – 40 с. 9. Элмер Г.В. Пробиотики: применение живых микробов для уменьшения использования антибиотиков // Клин.антибиотикотер. – 2002. – №3(17). – С.30 – 31. 10. Methods for general and molecular bacteriology / Ed. – in – Chief P. Gerhardt. – Washington: DC., Am. Society for microbiology, 1994. – 791 p.

Надійшла до редколегії 29.10.10

А. Смоля, канд. біол. наук, О. Чудовська, пров.інж, Н. Таран, д-р біол. наук,

РОЗРОБКА ПРАКТИЧНО-ІГРОВОГО ЗАНЯТТЯ З БІОТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИН АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ

Описано оригінальну методику, що поєднує вивчення біологічного матеріалу та іноземної мови. Як приклад, наведено хід практично-ігрового заняття "Біотехнологія рослин".

The original method, which combined the study of biology and foreign language, has been described. The practical lesson with the elements of game "Plant biotechnology" is presented in the article.

В останні десятиліття в усьому світі значна увага приділяється розвитку біотехнологій. Внесок біотехнології в рослинництво полягає в полегшенні традиційних методів селекції рослин, розробці нових технологій, які дозволяють підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва. Методами генної та клітинної інженерії створені високопродуктивні й стійкі проти шкідників, хвороб та інших негативних чинників сорти сіль-

ськогосподарських 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.

Допомогти молодим фахівцям-біологам у ретельному вивченні методів біотехнологій у рослинництві може використання в учбовому процесі різноманітних ігрових методик, які сприятимуть формуванню вмій у студентів застосовувати отримані теоретичні знання у прикладних сферах людської діяльності (медицина, агропромисловий комплекс, промисловість, біотехнологія тощо). Крім цього, в умовах всебічної інтеграції України до загальноєвропейської спільноти виникає необхідність у глибокому професійному знанні іноземної мови (перш за все, англійської) для студентів всіх вищих навчальних закладів.

Метою нашої роботи була розробка та апробація циклу ігрових занять "Біологія рослин англійською мовою" по певним темам спеціалізованих курсів ("Біохімія рослин", "Кореневе живлення рослин", "Фотосинтез" тощо). Як приклад наведемо заняття "Біотехнологія рослин". Нагадаємо, що кожне заняття складається з двох частин: біологічної та граматичної. Біологічний блок ведеться виключно англійською мовою, а, в разі необхідності, роз'яснення надається українською мовою. Блок, присвячений граматиці англійської мови, викладається українською мовою для полегшення розуміння. Кожний блок розподіляється на кроки, метою яких є логічне розкриття теми. Обидва блоки супроводжуються яскравими слайдами, фотографіями, малюнками, схемами, таблицями. Граматичний блок має бути органічно пов'язаним з лексикою першого блоку. На базі лексики біологічного блоку наводяться граматичні приклади, а також створюються оригінальні вправи в контексті лексики біологічного блоку.

Біологічний блок. STEP1/ Крок 1. На початку заняття викладач нагадує, що біотехнологія вивчає особливості використання біологічних процесів і агентів для виробничих (промислових) цілей. Біотехнологія як наука сформувалася за останні десятиліття (70–90-ті роки) на основі розвитку молекулярної біології, клітинної і генної інженерії, широкого використання методів біохімії, біоорганічної хімії та інших наук. Основою біотехнології є біологічні процеси, за допомогою яких вирішується багато практичних питань щодо збільшення виробництва продовольства, підвищення ефективності охорони здоров'я, виробництва сировини, створення і використання рентабельних відновлюваних джерел енергії, безвідходних виробництв, поліпшення екологічних умов навколишнього середовища. У багатьох розвинутих країнах уже створені і створюються промислові підприємства, які на основі методів сучасної біотехнології виробляють продукти харчування, корми і кормові добавки, медикаменти, проводять трансплантацію ембріонів, вирішують інші господарські завдання. Велике майбутнє має сільськогосподарська біотехнологія насамперед для створення нових високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, біологічних засобів захисту рослин, виробництва харчових продуктів і кормів, регуляторів росту, різних біопрепаратів, утилізації побічної продукції рослинництва і виробництва з неї біогазу, бактеріального протеїну, пального, високоякісних і екологічно чистих органічних добрив.

На сучасному етапі розвитку біотехнологій у рослинництві перш за все є доцільним використання таких методів: генетична інженерія/*genetic engeneering* та культура ізольованих клітин, тканин та органів рослин/*plant tissue, cell and organ culture in vitro/micropropagation/microclonal propagation* [1].

Генетична інженерія відкриває перед селекцією рослин нові перспективи, зокрема можливість перенесення в них генів від бактерій, грибів, екзотичних рослин і навіть людини та тварини, в тому числі й генів стійкості, що є недосяжним для експериментального мутагенезу та традиційної селекції. Наприклад, актуальним є отримання транс генних рослин/*transgenic plants*, стійких до грибкових хвороб.

Прийнята програма, метою якої є вивчення впливу генів хітинази та β -глюканази на підвищення стійкості пшениці до грибкових патогенів. Два PR-білки синтезуються в пшениці в тканинах мезофілу у відповідь на інфікування борошністою россою. Створені конструкції з генами хітинази ячменю та β -глюканази під контролем промотора *r903* ячменю, що експресується в тканинах епідермісу. Після мікробомбардування калуса, який утворився з мікроспор, отримані клітини із тразієнтною експресією репортерного гена і соматичні зародки із стабільною експресією генів.

За останні десятиліття використовували різні підходи, пов'язані з протеїнами, що мають антигрибкову активність. Скринінг таких протеїнів показав їх активність проти *Fusarium culmorum*, *Verticillium dahliae* та деяких інших грибних патогенів. Гени двох таких протеїнів були клоновані і перенесені в картоплю і пшеницю. Однак, така стійкість може бути ефективною тільки для окремої кількості патогенів і, якщо вона базується тільки на одній достатньо специфічній модифікації геному, то вона може бути доволі швидко подолана за рахунок появи нових, стійких рас патогенів. Більш тривалу стійкість до широкого спектру грибів ймовірно можна забезпечити створенням захисних механізмів, що імітують природну захисну реакцію. Захисні механізми рослин на сьогодні більш ретельно вивчені для вегетативних тканин і до останнього часу мало було відомо про захисні механізми, що працюють в насінні та проростках рослин. Найбільш критичним моментом є стадія проростання насіння, коли порушується цілісність насінневої оболонки, котра є бар'єром для мікроорганізмів. Останнім часом було відкрито новий клас антимікробних пептидів, котрі отримали назву – дефензини рослин. Дефензини розрізняються по довжині, кількості залишків цистеїну та складною тримірною структурою. Отримані трансгенні рослини тютюну з геном дефензина редьки. В здоровому непошкодженому листі та стеблах ці протеїни детектувались в незначній кількості. Однак при атаці грибних патогенів їх кількість різко зростала, як в інфікованому так і в здоровому, що свідчить про системний захист. Новим підходом у створенні трансгенних рослин, стійких до грибкових патогенів є перенос в них генів, що кодують ензими, котрі детоксифікують токсини грибів. Інший механізм стійкості до грибів знайдено у какао: у відповідь на інвазію грибного патогену в кислему синтезуються чотири фітоалексини [2].

Викладач звертає увагу студентів дві основні техніки, що використовуються у генетичній інженерії: генетична трансформація рослин з використанням агробактерії/*agrobacterium* та метод мікробомбардування. Наголошується, що революційним звершенням у генетичній трансформації рослин стало виявлення природного вектору – агробактерій для переносу генів та розробка методу мікробомбардування (біологічна балістика/біобалістика/біолістик) / *gene gun (biological ballistics / bioballistics / biolistics /biolistic particle delivery system)* рослинних об'єктів мікрочастинками металів з попередньо нанесеною чужерідною ДНК. Викладач демонструє слайд зі схематичним зображенням процесу переносу

вибраних генів агробактерією та мікробомбардування рослинних тканин мікрочастинками металів (золота та вольфраму) за допомогою "генної гармати"/ *gene gun*.

STEP 2/Крок 2. Метою цього етапу є визначення поняття "мікроклональне розмноження" та ознайомлення з основними принципами цього процесу. Звертаємо увагу студентів на те, що одним із найпоширеніших напрямів методу культури тканин є мікроклональне розмноження, при якому отримують генетично ідентичні форми, що сприяє збереженню генетично однорідного посадкового матеріалу. Потім викладач просить студентів сказати завдяки чому власне можливе мікроклональне розмноження рослин. Виявляється, що завдяки тотипотентності – тотожності за генотипом усіх клітин організму рослини та їх здатності до реалізації генетичної інформації в усіх характерних для організму морфобіологічних, біохімічних та фізіологічних ознаках. Нині, нагадає викладач, існує кілька різних, детально розроблених методів мікроклонального розмноження. Різняться вони станом вихідних клітин та тканин, які беруться для отримання мікроклонів. Орган /тканини рослин для мікроклонування, який називається експлантом (експлантантом)/*explant* підбирається з врахуванням його морфогенного потенціалу. Для того, щоб клітина дала початок розвитку іншим клітинам, вона повинна втратити свою спеціалізацію, тобто має пройти процес дедиференціалізації/*dedifferentiation*.

Для того, щоб визначити, в якій частині рослини найкраще брати експлантат студентській аудиторії пропонується гра. Для цього викладач пропонує перелік частин рослини, придатних до подальшого мікроклонального розмноження, серед яких є завідомо хибні. Студентам необхідно вибрати ті частини рослини, тканини яких дійсно пройти процес дедиференціалізації. Аудиторія ділиться на дві групи. Виграє та група, котра дала найбільш повний перелік. Відповідь, що найкраще, якщо клітини беруться з меристематичної (недиференційованої) тканини: в пазусі листя/ *leaves axil*, пагона пазушної та сплячої бруньки/ *shoot and axillary dormant buds*, апікальних регіонах коріння (інокулюми/ *inoculum*)/*root apex* та стебла/*stem apex*, молодих листочках/*juvenile leaves*, міжвузлі /*internode* є вірною.

Для узагальнення викладач пропонує студентам відповісти на запитання, наприклад, чи є вірним твердження, що найчастіше мікроклональне розмноження проводять шляхом вищлення апікальної меристеми. В процесі дискусії з'ясовується, що таке твердження є абсолютно вірним. Встановлено, що апікальна частина точки росту (0,1 мм), що складається з ще недиференційованих клітин (меристема), здатна нести генетичну інформацію організму, але не містить вірусних часток, які присутні в диференційованій клітині дорослого організму. Поміщена на поживне середовище, меристема виростає з утворенням ювенільної рослини/*juvenile plant/ plantlet*, яка не містить вірусів. Таку рослину легко швидко розмножити, розділивши на пагони, які містять точки росту. Клонуванням наступних поколінь меристемних рослин одержують клон материнського організму з тією ж генетичною інформацією, але без вірусних часток.

Викладач наголошує, що основною умовою успішного культивування ізолюваних культур є дотримання стерильності поживного середовища, посуду, матеріалів, інструментів, посадкового матеріалу, приміщення для ізоляції і пересадки і т.п. Шматочок стерилізованої рослинної тканини поміщають на поживне середовище. Тканина на такому середовищі швидко розростається, утворюючи

однорідну недиференційовану біомасу, що отримала назву калус(калюс)/*callus*. Зростаючу тканину можна багаторазово ділити, й у такий спосіб одержувати її у великій кількості з первісного малюсінкового експлантанта. Для того, щоб ефективність мікроклонального розмноження була високою, необхідно на всіх етапах виконання підтримувати оптимальні умови вирощування (температурний режим, освітленість, вологість повітря).

Оскільки, майбутні науковці повинні вміти узагальнювати теоретичний матеріал, то викладач оголошує конкурс на краще формулювання етапів технології мікроклонального розмноження /*the standard protocol for performing plant tissue culture experiments*. Студенти озвучують свої попозиції і й виявляється, що таких етапів чотири, а саме: введення вихідної форми в стерильну культуру, власне мікророзмноження, укорінення розмножених пагонів, переведення стерильної культури в ґрунт.

Для ретельного розкриття теми розглядаємо всі чотири етапи й перш за все зупиняємось на поживному середовищі/*nutrient medium/growth medium/planting medium/culture medium*. Викладач цікавиться думкою студентів, щодо складу поживного середовища. Для цього їм потрібно вибрати із переліку чинників, представлених на слайді, ті, котрі використовуються для створення поживного середовища. Аудиторія працює в парах. У кожній парі є свій перелік чинників і тільки один з них вірний. Після обговорення кожна пара представляє свій чинник і, таким чином, викладач узагальнює, що основою для створення поживних середовищ для вирощування культур тканин рослин є суміші мінеральних солей (макро- і мікроелементів) і, оскільки живлення культивованих тканин є гетеротрофним, джерело вуглецю вводиться в склад середовища у вигляді сахарози або глюкози. Крім вуглецю, кисню і водню, для росту тканин необхідний азот у вигляді нітратної або амонійної солі, фосфор – у вигляді фосфату, сірка – у вигляді сульфату та іони K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺. Для росту і диференціалізації будь-яких рослинних клітин необхідні ауксини/*auxin* та цитокініни/*cytokinin*, співвідношення між якими визначають експериментальним шляхом. Викладач звертає увагу студентів на те, що оскільки різні клітини і тканини в культурі значно відрізняються за здатністю до автономного синтезу та метаболізму окремих фітогормонів, то їх ріст в значній мірі залежить від постачання екзогенних регуляторів росту. Відмінності у потребі в екзогенних ауксинах та цитокінінах дозволяють виділити декілька груп тканин:

- тканини, які ростуть на середовищі з ауксинами (експланти топіамбура, корені цикорію);
- тканин, для росту яких потрібні тільки цитокініни (культура кінчика корінця білого турнепса);
- тканини, для росту яких необхідні ауксини і цитокініни (культивовані первинні експланти тютюну, тканини кореня моркви);
- тканини, які ростуть на складних за вмістом компонентів середовищах;
- культури тканин пухлин, що здатні рости на середовищах без регуляторів росту.

Таким чином, зазначає викладач, успіх в культивуванні культур клітин, тканин та органів рослин визначається складом поживних середовищ. На даний час розроблено багато варіантів поживних середовищ. Найбільш використовуваними поживними середовищами є наступні: Мурасіге, Скуга – MS [Murashige, Skoog, 1962], Гамборга та ін. – B5 [Gamborg et al., 1968], Ф. Уайта – WH [White, 1963], Р. Шенка, Хільдебранта – SH [Schenk, Hildebrandt, 1972]

[2]. На окремому слайді демонструється, як приклад, склад поживного середовища Murasige, Скуга.

Далі викладач зазначає, що для культивування ізолюваних клітин і тканин вищих рослин застосовуються як *агаризовані/agar medium*, так і *суспензійні* середовища/*suspension medium*. Суспензійна культура/*suspension cell culture* – це вирощування окремих клітин або невеликих їх груп у завислому стані у рідкому живильному середовищі з використанням апаратури, що забезпечує їх аерацію і перемішування. При вирощуванні в суспензійному середовищі значно скорочується цикл технологічного процесу. Характерною особливістю суспензійних культур є їх морфологічна та біохімічна гетерогенність. Клітинна популяція містить клітини, які відрізняються за розміром і формою.

Як відомо, на підставі морфогенетичних процесів які відбуваються в культурі органів і тканин рослин, можна виділити декілька методів їхнього розмноження: диференціація калюсу/*callus culture*, активізація розвитку вже наявних у рослині меристем/*organ culture* (апекс стебла/*stem apex*, пагона пазушної та сплячі бруньки/*axillary shoot and dormant buds*); індукція та утворення адвентивних пагонів/*shoot organogenesis*; соматичний ембріогенез/*somatic embryogenesis*. Всі перераховані вище методи представляються на окремих слайдах з фотографіями, що ілюструють як процес утворення нових рослин, так і кінцевий результат.

Для кращого засвоєння цього матеріалу, після пригадування основних принципів мікроклонального розмноження, студентам пропонується гра за принципом "brain storm". Модератор, котрим виступає викладач, ставить перед "науковцями" завдання знайти нові шляхи мікроклонального розмноження. Студенти уявляють себе відомими спеціалістами в галузі культури тканин і по-черзі, біля екрану, пропонують на англійській мові, дивлячись на підготовлені викладачем слайди, "свої" методи мікроклонального розмноження. Інші студенти ставлять під сумнів їх пропозиції, задаючи запитання. Викладач, по ходу обговорення, звертає увагу студентів на термінологію, граматику та артикуляцію.

Таким чином в дискусії за "круглим столом", виявляється, що в основі регенерації рослин з калусу є здатність клітин експлантанта до диференціації. Перший "науковець" пропонує в селекційній практиці поряд із мікроклональним розмноженням рослин використовувати метод, який він назвав "метод калусних культур/*callus culture*" із експлантів різних органів, які є додатковим резервом розмноження селекційного матеріалу. При перенесенні стерильних експлантів у стерильне поживне середовище паренхімні клітини дедиференціюються, втрачають клітинну спеціалізацію, переходять до ділення, утворюючи калус. Незалежно від того, з якого органа був отриманий первинний калус, він є однотипною масою клітин, які лише частково відтворюють специфіку тканини інтактної рослини. У природі калусоутворення зустрічається як реакція на пошкодження рослини, коли на місці поранення утворюється нарост (мозоль)/ *outgrowth (callus)*.

Інший "видатний науковець" пропонує так звану "культуру ізолюваних коренів/*hairy root culture*", як новий метод дослідження фізіології і біохімії кореневої системи та її біосинтетичної активності. В ізолюваній культурі вирощують відрізки кінчиків коренів проростків, зародків непророслого насіння, адвентивні корені, отримані від вкорінених наземних органів, що розвиваються із калусних культур, ділянки кореневих систем рослин. В останньому випадку корені невеликого діаме-

тру стерилізують, промивають стерильною водою і переносять на поживне середовище. Поділ клітин у культурі спостерігається лише тоді, коли вони прикріплюються до субстрату або перебувають у суспензії. Залежно від цього вони можуть мати витягнуту веретеноподібну або сферичну форму. На слайді демонструються фотографії різних культур ізолюваних коренів.

Наступний учасник наголошує, що особливості процесу калусогенезу залежать від епігенетичних характеристик тканин експланта, що, відповідно, є однією з причин гетерогенності калусних клітин. Тому метод калусних культур дає можливість практично використовувати в селекційному процесі новий тип мінливості – соматоклональну/*somaclonal variation*. Генетична варіабельність соматичних клітин є однією з причин неоднорідності рослин, отриманих із калусних тканин. Калусогенез – це перший етап на шляху отримання соматоклональних варіантів, що потребує перепрограмування шляхів розвитку клітини. Як ми знаємо, клітина, переведена в умови культивування *in vitro*, зберігає свою основну генетичну інформацію про цілий організм і при наявності відповідних умов може реалізувати її. Проте фізичні та хімічні фактори культивування, що мають мутагенну дію, а також генетична гетерогенність соматичних клітин експланту створюють передумови для виникнення генетично змінених рослин. Використовуючи його, можна отримати форми багатьох сільськогосподарських культур з цінними ознаками. Так, припускає "науковець" можна було б отримати сорт високорослого, стійкого до полягання, помідора (на слайді демонструється приклад отримання нового, стійкого до полягання сорту помідора, який вперше було отримано мікроклонально завдяки явищу соматоклональної мінливості). Інші "науковці" пропонують розмножувати мікроклонально, наприклад, апельсини "Навель", персики-нектарини, які теж були створені завдяки появі таких соматоклональних варіантів. Модератор підтверджує, що з соматоклональних варіантів, що виникли, наприклад, в калусній культурі рису, були виділені рослини, що сполучили скоростиглість і "довгі зерна". На їхній основі за короткий термін був створений новий сорт рису.

Ще один "видатний науковець" припускає, що активізація росту пазушних бруньок є найефективнішим методом розмноження *in vitro*, оскільки в цьому разі немає етапу калусоутворення та зберігається генетична стабільність матеріалу. Перед тим як перейти до методу утворення адвентивних пагонів, викладач просить дати визначення терміну "органогенез". Студенти пригадують, що органогенез – це процес утворення *de novo* адвентивних пагонів з калусних клітин або безпосередньо з тканин експланта. "Науковці" припускають, що метод утворення адвентивних пагонів безпосередньо з тканин експланта ґрунтується на здатності ізолюваних частин рослин відновлювати органи і регенерувати нові рослини. Цей метод мікророзмноження передбачає два різні способи регенерації пагонів з бічних інтеркалярних меристем та редиференціації спеціалізованих клітин, утворення меристемоїдів та диференціації стеблових бруньок. Різниця між цими двома процесами полягає в тому, що регенерація рослин з меристем гарантує їхню генетичну ідентичність материнським формам.

Далі один з "науковців" зазначає, що у багатьох випадках ефективним способом розмноження *in vitro* може служити соматичний ембріогенез, тобто, процес формування зародкоподібних структур (ембріоїдів/*embryoids*), що розвиваються із соматичної клітини, і можуть дати початок цілій рослині. Ембріоїди – це біпо-

лярні структури, в яких одночасно розвиваються як кореневі, так і стеблові апекси. Головними параметрами, що визначають соматичний ембріогенез, є тип експлантанта, стадія його розвитку та взаємодія між середовищем і експлантантом. Експлантантами для соматичного ембріогенезу можуть бути листки (банан, кокосова пальма), сім'ядолі/ *cotyledon* (камелія, ліщина), ендосперм/ *endosperm* (актинідія). Утворення соматичних зародків можна спостерігати на коренях, апексі, сегментах стебла в культурі *in vitro* багатьох тропічних рослин.

Крім того, вступає в гру інший студент, для дослідження живих рослинних клітин можна використати культуру ізольованих протопластів/*protoplast culture*. Тоді можна ввести термін "соматична гібридизація"/ *somatic hybridization*, що означає процес злиття протопластів соматичних клітин. При соматичній гібридизації розвиваються гібриди, що поєднують геном обох клітин. Ізольовані протопласти/*isolated protoplasts* можна визначити як "голі" клітини /"*naked*" cells рослин, оскільки клітинна стінка видалається механічним або ферментативним способом. Система ізольованих протопластів дає можливість вести селекцію на клітинному рівні, працювати у малому об'ємі з великою кількістю індивідуальних клітин, отримувати нові форми рослин шляхом прямого перенесення генів, отримувати соматичні гібриди між віддаленими у систематичному відношенні видами. Таку штучну гібридизацію можна здійснювати між соматичними клітками, що належать далеким в систематичному відношенні організмам і навіть між рослинними і тваринними клітками. Таким чином можна отримувати трансгенні рослини/*transgenic plants*.

Отже, підсумовує модератор (викладач) поставлена задача виконана, знайдені нові шляхи мікроклонального розмноження і для розрядки, невеликого перепочинку перед наступним кроком. студентам пропонується переглянути 7-хвилинний відеоролик по методиці мікроклонального розмноження, озвучений англійською мовою.

STEP 3/Крок 3. На цьому етапі викладач цікавиться думкою студентів про переваги мікроклонального розмноження порівняно з традиційними способами. З'ясується, що вирощування рослин із меристематичних тканин в контрольованих штучних умовах дає можливість досягти елімінації вірусів та інших патогенних мікроорганізмів і отримати здоровий посадковий матеріал; можна застосовувати для рослин, які складно або взагалі не розмножуються вегетативно або не дають життєздатного насіння; можливість вести відбір генотипів, стійких до несприятливих зовнішніх умов (екстремальні температури, засолення та закислення субстрату, пригнічуюча дія гербіцидів тощо) а також продуктивніших форм; швидкість та коефіцієнт розмноження досягає 1:1000000 і дає можливість в 2–3 рази скоротити строки відбору та отримання нових рослин в селекційних до-

слідженнях. Все це є дуже важливим для сільського господарства двадцять першого століття в умовах зростання населення, скорочення посівних площ та погіршення умов. Так, лауреат нобелівської премії, батько "зеленої революції" Норманн Боргауг сказав, що тільки нові біотехнології можуть врятувати світ від голоду та екологічних катастроф.

Далі викладач представляє зображення декоративних рослин, які в наш час отримують виключно методом мікроклонального розмноження у промислових масштабах, слайд про сучасний метод відновлення лісних насаджень та слайд про методику отримання безвірусного посадкового матеріалу.

Для закріплення вивченого матеріалу викладач пропонує завдання-гру, яке полягає в тому, щоб вибрати з наведених на слайді правильну відповідь на запитання "В яких випадках доцільно використовувати мікроклональне розмноження?". Аудиторія ділиться в залежності від кількості студентів на декілька груп, виграє та група, котра дала найбільшу кількість правильних відповідей.

Наступне завдання-гра деталізує попереднє. На слайді вже зображені різні рослини, з яких необхідно вибрати ті, котрі розмножують мікроклональним методом.

Грамматичний блок. STEP 1/ Крок 1. Другий блок заняття – граматичний, але пов'язаний з фактичним матеріалом першого блоку. Оскільки майбутні фахівці будуть як брати участь у міжнародних конференціях так і організовувати конференції, то вони повинні, зокрема, вміти складати запрошення на конференції. Як приклад на екрані демонструються принцип складання запрошення, його структура та фразеологічні блоки, з яких складається типове запрошення на конференцію. Викладач роз'яснює термінологію та порядок розташування необхідної інформації.

STEP 2/ Крок 2. Для закріплення отриманих знань студентам пропонується, користуючись наведеним на екрані алгоритмом, скласти запрошення на конференцію/конгрес з питань використання біотехнологій у рослинництві. Особливу увагу студенти мають приділити заголовкам секцій та питань, що в них розглядаються, використовуючи термінологію, засвоєну на занятті.

Таким чином, практично-ігрові заняття англійською мовою дають змогу підняти рівень англійської підготовки студентів-біологів рослин у своїй професійній сфері.

1. Кириченко Е.Б. Русско-французско-английский словарь. Физиология и биохимия растений. – М.: Наука, 2002. – 371 с. 2. Левенко Б.А. Генетически модифицированные (трансгенные) растения. – Киев: Наукова думка, 2010. – 430 с. 3. Герасименко В.Г. Биотехнология. – К.: Вища школа, 1989. – 343с.