

обучения. В частности, приведены примеры задач различного уровня сложности, что способствует высокой активности и самостоятельности студентов, приобретению навыков пользования оборудованием, обеспечивает условия для формирования важных практических умений. Проанализированы факторы, подтверждающие необходимость внедрения и систематического использования в учебном процессе активных методов обучения, показаны особенности методов и приемов для стимулирования познавательного интереса студентов во время учебы.

Ключевые слова: физиология растений, эксперимент, знания, умения, навыки

N. Moskalyuk

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

«PLANT PHYSIOLOGY» AS AN ACADEMIC DISCIPLINE IN NORMAL UNIVERSITY

This article summarizes the methodological aspects of teaching "Plant Physiology". Main features of the training of future teachers are examined, which proves the need to improve the content, forms and methods of teaching. Educational goals that underlie the formation of modern educational technologies are outlined. In particular, the examples of tasks of different difficulty levels that contribute to high activity and independence of students, enable to acquire skills to use the equipment, provide conditions for important practical skills are given. The factors that confirm the need for the introduction and systematic educational usage of active learning methods are analyzed, peculiarities of methods and techniques for promoting cognitive interest of students during their studies are analyzed too.

Keywords: plant physiology, experiment, knowledge, skills

Рекомендує до друку

Надійшла 12.06.2014

С.В. Пида

УДК 576.083.1:581.19

Л.П. ПАНЧЕНКО, К.С. КОРОБКОВА

Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, ГСП, Д03680

ЗМІНА ВМІСТУ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК В КАЛЮСА ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ІНФІКУВАННЯ АХОЛЕПЛАЗМОЮ

Досліджено динаміку суми фенольних сполук клітинних культур цукрових буряків при інфікуванні їх *Acholeplasma laidlawii var. granulatum* шт.118. Встановлено, що на ранніх етапах взаємодії з патогеном (24 год) відбувається збільшення в 6-7 разів загального вмісту фенольних сполук в інокульованих калюсних культурах цукрових буряків порівняно з не інокульованими. На 3 добу після інокуляції вміст фенольних сполук повертається на вихідний рівень, який зберігається при подальшому культивуванні досліджуваних клітинних культур цукрових буряків.

Збільшення вмісту суми фенольних сполук у калюсних культурах цукрового буряку в перші години інфікування ахолеплазмою дає підставу вважати, що в досліджуваній клітинній культурі цукрового буряку стимулюються захисні реакції у відповідь на дію патогена.

Ключові слова: mollicutes, калюси цукрових буряків, фенольні сполуки

Рослини, що знаходяться в постійному оточенні багаточисельних патогенних організмів, стійко чинять опір інфекції і, як правило, виживають у цих несприятливих умовах. Колонізація рослин патогенами супроводжується змінами багатьох фізіолого-біохімічних показників, що пов'язані з

активізацією сигнальних систем. Встановлено, що рослинам властива здатність утворювати сполуки вторинного метаболізму, серед яких найбільш розповсюдженими є поліфеноли [2].

За даними літератури, фенольні сполуки відіграють значну роль у взаємовідносинах рослини з патогеном. Було встановлено, що фенольні сполуки відносно простої будови виконують роль свого роду сигнальних речовин у взаємовідносинах рослин з мікроорганізмами. Рослина-хазяїн синтезує ці сигнальні речовини, а мікроорганізми відгукуються на них експресією генів, необхідних для подальших стадій взаємодії з рослиною [6]. Важлива роль фенольних сполук у стійкості рослин до грибних захворювань підкреслювалася неодноразово. Продемонстровано зв'язок між стійкістю ярої пшениці до стеблової іржі і здатністю рослин до накопичення фенольних сполук [4].

Мікоплазми рослин знаходять широке розповсюдження, уражуючи значну кількість сільськогосподарських культур. Разом з тим, даних відносно сумарного вмісту фенольних сполук рослин у відповідь на зараження молюкутами в доступній нам літературі не виявлено. Тому метою даної роботи було дослідити особливості клітинної відповіді рослинних культур на зараження фітопатогенними ахлеплазмами.

Матеріал і методи досліджень

У дослідженнях використовували калюси цукрового буряку різних ліній: ЗК-43, ЗК-51, СК-60/2, які одержували з селекційних матеріалів Інституту цукрових буряків НААН України. Калюси культивували на агаризованому середовищі Гамборга [7].

Молюкт *A.laidlawii var.granulum* шт.118, який спричиняє блідо-зелену карликовість пшениці, отримали з Національної колекції мікроорганізмів України Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Культивування *A.laidlawiivar.granulum* шт.118 здійснювали на поживному середовищі СМ ІМВ-72 [5].

Для виділення фенольних сполук біомасу досліджуваних калюсних тканин (2г сирієї маси) подрібнювали розтиранням у ступці, заливали 2 мл 80 %-ного етанолу, переносили в пробірки зі щільно притертими пробками та інкубували на водяній бані при 80⁰С протягом 30 хв. Отриману суміш центрифугували протягом 10 хв при 8000 g, супернатант відбирали, до осаду додавали 0,5-0,7мл 80%-ного етанолу, перемішували та ще раз центрифугували за тих же умов. Супернатанти об'єднували і використовували для визначення вмісту розчинних фенольних сполук.

Для кількісного визначення у досліджуваних зразках калюсних ліній цукрових буряків вмісту суми фенольних сполук була використана методика з реактивом Фоліна–Деніса, інтенсивність забарвлення визначали за довжини хвилі 725 нм [3]. Як стандартний зразок використовували галову кислоту (Sigma).

Аналізи проводилися в трьох повторностях, отримані дані були оброблені статистично з використанням електронних таблиць Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Калюсні культури цукрових буряків ЗК-43, ЗК-51, СК60/2, які були використані нами для дослідження накопичення в них фенольних сполук, представляють собою повільно зростаючий калюс, приріст тканини яких до кінця циклу вирощування становив близько 400%. При цьому індукційна і експоненціальна фази тривали до 15-го дня, а лінійна — до 30-го дня вирощування культури. Надалі зростання тканини сповільнюється, що відповідає переходу культури до стаціонарної фази росту.

Дослідження активності синтезу суми фенольних сполук у не інфікованих калюсів залежно від їх віку, проведене протягом трьох пасажів калюсів, показало, що на початку циклу вирощування (до 12-го дня) відбувається деяке зниження вмісту поліфенолів. Мабуть ослаблення синтезу фенольних сполук у цей період обумовлено як дією стресових факторів (перенесення калюсу на свіже живильне середовище), так і адаптацією до нових умов. Надалі, при переході до лінійної фази росту утворення суми розчинних фенольних сполук досить швидко збільшується, що свідчить про активацію фенольного метаболізму. Найбільше накопичення суми фенольних сполук відбувається до середини лінійної фази росту, після чого воно поступово знижується до кінця циклу вирощування (рис. 1).

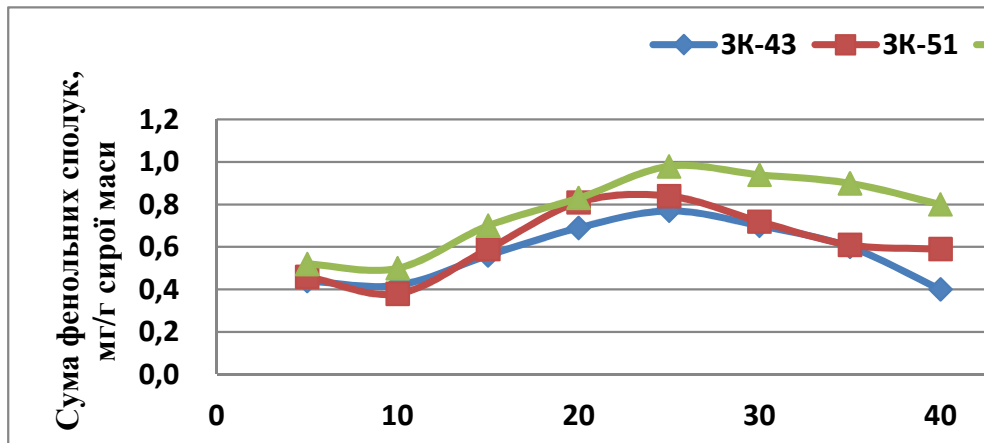


Рис.1. Залежність вмісту розчинних фенольних сполук від віку калюсних ліній цукрового буряка

Враховуючи отримані нами дані щодо динаміки суми фенольних сполук в інтактних калюсах цукрового буряка, при дослідженні кількісних змін суми синтезованих фенольних сполук у клітинних культурах цукрового буряка при інфікуванні їх *A. laidlawii var.granulum* шт.118 інокуляцію калюсів клітинами молікута проводили на 14 добу після пасажу.

Аналіз результатів порівняльного вивчення накопичення фенольних сполук у інфікованих ахолеплазмой і контрольних (не інфікованих) калюсах цукрового буряка вказує на те, що у досліджуваних калюсах з різною інтенсивністю відбувається синтез фенольних сполук (рис. 2).

На рисунку представлені дані про динаміку загальної концентрації фенольних сполук у відповідь на інокуляцію *A.laidlawii var.granulum* шт. 118. Як видно із рисунка, через 24 год після інфікування відбувається значне збільшення загального вмісту фенольних сполук в інокульованих калюсних культурах цукрових буряків порівняно з неінокульованими, 7,4 і 1,2 мг/г сирієї маси, відповідно. Через 48 год спостерігається зниження вмісту фенольних сполук у інокульованих клітинних культурах. На 3 добу після інокуляції вміст фенольних сполук повертається на вихідний рівень концентрації, який зберігається при подальшому культивуванні досліджуваних клітинних культур цукрових буряків.

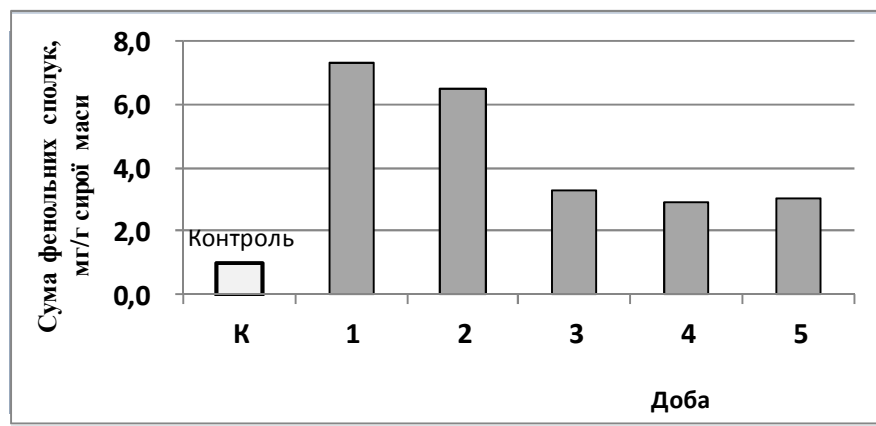


Рис. 2. Вміст фенольних сполук калюсів цукрового буряку (лінія 3K-51), інфікованих *A.laidlawii var.granulum* шт.118

Зміна вмісту фенольних сполук у калюсних культурах цукрового буряку за інфікування їх *A. laidlawii var.granulum* шт.118 і, особливо, значне збільшення його в перші години інокуляції, дає підставу вважати, що в досліджуваній культурі рослин стимулюються захисні реакції у відповідь на дію патогена. З іншого боку, зміна в калюсах цукрових буряків, інфікованих *A.laidlawii var.granulum* шт.118, вмісту фенольних сполук, які є однією з ланок

фенілпропаноїдного синтезу, можна розглядати як один з етапів у стрес-індукованій відповіді рослин на дію патогену. Як відомо, одним із найважливіших ферментів початкових етапів біосинтезу фенольних сполук є L-фенілаланінаміак-ліаза (ФАЛ; КФ 4.3.1.5). За її участю здійснюється процес дезамінування L-фенілаланіну з утворенням *транс*-коричної кислоти. Остання слугує попередником різноманітних фенольних сполук, синтезованих у тканинах рослин [6]. У багатьох дослідженнях було встановлено, що за ураження рослин тими чи іншими патогенами практично у всіх випадках відбувається інтенсивне новоутворення фенольних сполук, яке супроводжується індукцією активності відповідних ферментів, таких, наприклад, як L-фенілаланінаміак-ліаза, 4-гідроксилаза *транс*-коричної кислоти і халконсинтаза [1, 6].

Порівнюючи отримані нами дані відносно вмісту суми розчинних фенолів і активності L-фенілаланінаміакліази, можемо зазначити, що рівень накопичення фенольних сполук у клітинних культурах цукрових буряків, інфікованих ахолеплазмою, корегується з активністю ключового ферменту біосинтезу фенольних сполук – L-фенілаланінаміакліази.

Висновки

Результати визначення рівня розчинних фенольних сполук в клітинних культурах цукрових буряків, інфікованих ахолеплазмою, свідчать про те, що накопичення поліфенолів - процес динамічний. Виявлені вікові зміни кількісного вмісту фенольних сполук пояснюються функціональними особливостями, що протікають в рослинних організмах.

1. *Адамовская В.Г.* Изменение активности фенилаланин-аммиак-лиазы, суммарного содержания фенольных соединений и лигнина в проростках ярового ячменя при действии фузариозной инфекции / В.Г. Адамовская // Вісник Харківського Національного аграрн. у-ту. Серія біологія. — 2007. — Вип. 1(10). — С.50—58.
2. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения и их роль в жизни растений / М.Н. Запрометов // LVI Тимирязевские чтения. — М.: Наука, 1996. — 46 с.
3. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения и методы их определения / М.Н. Запрометов // Биохимические методы в физиологии растений / Под ред. Павлиновой О.А. — М.: Наука, 1971. — С. 185—197.
4. *Озерецковская О.А.* Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов / О.А. Озерецковская // Микология и фитопатология. — 2004. — 30. — С. 325—339.
5. *Скрипаль И.Г.* Среда СМ ИМВ-72 для выделения и культивирования фитопатогенных микоплазм / И.Г. Скрипаль, Л.П. Малиновская // Микробиол. журн. — 1984. — 46, № 2. — С. 71—75.
6. *Тарчевский И.А.* Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский. — М.: Наука, 2002. — 296 с.
7. *Gamborg O.G.* Culture methoda and detection of glucanases in Cultures of wheat and barley / O.G.Gamborg, D.E. Eveleigh // Canad.J.Biochem. — 1968. — 46, № 5. — P. 417—421.

Л.П. Панченко, Е.С. Коробкова

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КУЛТУРАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ КАК ОТВЕТ НА ИНФИЦИРОВАНИЕ

Исследована динамика суммы фенольных соединений клеточных культур сахарной свеклы при инфицировании их *Acholeplasma laidlawii var. granulum* шт.118. Установлено, что на ранних этапах взаимодействия с патогеном (24 час) наблюдается увеличение в 6-7 раз общего содержания фенольных соединений в инфицированных каллусных культурах сахарной свеклы по сравнению с неинфицированными. На 3 сутки после инокуляции содержание фенольных соединений возвращается на исходный уровень значений, который сохраняется при дальнейшем культивировании исследованных клеточных культур сахарной свеклы.

Увеличение содержания фенольных соединений в каллусных культурах сахарной свеклы в первые часы инокуляции ахолеплазмы дает основание считать, что в исследованных клеточных культурах сахарной свеклы стимулируются защитные реакции в ответ на действие патогена.

Ключевые слова: Mollicites, каллусы сахарной свеклы, фенольные соединения

Panchenko L.P., Korobkova K.S.

D.K. Zabolotny Institute of microbiology and virology of National Academy of Science of Ukraine

CHANGING OF PHENOLIC COMPOUNDS CONTENT IN CALLUSES OF SUGAR BEET AS ANSWER TO INFECTION BY ACHOLEPLASMA

It was studied a dynamics of total phenolic compounds of cell cultures of sugar beet at infection by *Acholeplasma laidlawii* var. *granulum* шт. 118. It is established that in the plant material infected by *acholeplasma* in the early stages of interaction (24 h) there is an increase in 6-7 times the total content of phenolic compounds in infected cell cultures of sugar beet compared with the not infected. On the 3rd day after inoculation a content of phenolic compounds returns to the start level, which is saved in the further cultivation of researched cell culture.

The increase in the content of phenolic compounds in callus cultures of sugar beet in the first hours of inoculation gives grounds to believe that protective reactions in the studied culture of plants stimulates as response to the pathogen.

Keywords: Mollicutes, phenolic compounds, calluses of sugar beet

Рекомендує до друку
С.. Коць

Надійшла 19.06.2014

УДК 579.264:579.262

¹Т.Ю. ПАРХОМЕНКО, ¹О.Л. ПАРХОМЕНКО, ¹В.А. ЧАЙКОВСЬКИЙ,
²М.О. ПАРХОМЕНКО

¹ Інститут сільського господарства Криму НААН України
вул. Київська, 150, Сімферополь, 95453, АР Крим

² Навчально-науковий центр «Інститут біології», Київський національний університет імені Т.Г. Шевченко
вул. Глушкова, 2, Київ, 03187

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ-АНТАГОНІСТІВ ФІТОПАТОГЕНІВ НА БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС І ПРОДУКТИВНІСТЬ НУТУ

Показано доцільність застосування мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів сумісно з бульбочковими бактеріями для передпосівної обробки насіння нуту з метою підвищення продуктивності культури. Встановлено, що в середньому за два роки досліджень урожайність нуту сорту Одиссей істотно підвищувалась при обробці штамом *Bacillus sp.* 01-1 – 10, 3%, штамми 1н та бн – 6 та 23%, відповідно, порівняно з контролем.

Ключові слова: нут, мікроорганізми-антагоністи фітопатогенів, бульбочкові бактерії, бобово-ризобіальний симбіоз

Нут адаптований до посушливих і спекотних природно-кліматичних умов Степу України, має унікальні біологічні особливості. Рослини нуту у симбіозі з бульбочковими бактеріями нуту виду *Mesorhizobium ciceri* здатні засвоювати за період вегетації до 120-150 кг/га молекулярного азоту повітря і сформувати урожай насіння на рівні 20-25 ц/га без застосування мінеральних добрив. Для формування ефективного бобово-ризобіального симбіозу і забезпечення рослин біологічним азотом потрібно проводити передпосівну обробку насіння ефективними бульбочковими бактеріями *M. ciceri* [1].

Одним з факторів, що лімітують процес симбіотичної азотфіксації є ураження рослин нуту хворобами. Питання захисту нуту за допомогою мікробних препаратів від хвороб вивчене недостатньо. Створення сприятливої фітосанітарної ситуації в ризосфері нуту дозволить