

**DEVELOPMENT OF AN INQUIRY-BASED LEARNING UNIT  
FOR HIGH SCHOOL STUDENTS TO PROMOTE CONCEPTUAL  
UNDERSTANDING ON PLANT DEFENSE RESPONSES**



**NANTAWAN NANTAWANIT**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY  
(SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY  
2009**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

**DEVELOPMENT OF AN INQUIRY-BASED LEARNING UNIT FOR HIGH SCHOOL STUDENTS TO PROMOTE CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON PLANT DEFENSE RESPONSES**

NANTAWAN NANTAWANIT 4938092 SCED/D

Ph.D. (SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: PINTIP RUENWONGSA, Ph.D. (BIOCHEMISTRY), BHINYO PANIJPAN, Ph.D. (MOLECULAR BIOPHYSICS), ARUN CHANCHAICHAOVIVAT, Ph.D. (SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION)

**ABSTRACT**

This research study was conducted with two research aspects in mind including a scientific aspect and an educational aspect. The scientific research dealt with the study of the induced resistance by a yeast, *Pichia guilliermondii* strain R13, in harvested chili. Then, some of the findings of the present scientific study were used to develop a laboratory experiment and an inquiry-based learning unit for high school students to promote students' learning in the concept of plant defense responses.

The scientific involved the *P. guilliermondii* strain R13, the yeast isolated from Thai rambutan, which has been shown to suppress the fungal pathogen, *Colletotrichum capsici*, in harvested chili. Its multiple modes of action include nutrient competition, tight attachment to the fungus, and hydrolytic enzyme secretion. This study investigated the ability of the *P. guilliermondii* strain R13 to induce resistance against *C. capsici* in chili fruit. The pretreatment of chili with the yeast antagonist, physically separated from the fungus by specified distances, significantly reduced disease incidence and lesion diameter caused by *C. capsici*. Compared to the controls, the yeast treatment also significantly enhanced the activities of phenylalanine ammonia-lyase, chitinase, and  $\beta$ -1,3-glucanase, and the accumulation of capsidiol phytoalexin in chili tissue. Scanning electron micrographs showed that the morphology of *C. capsici* spores and hyphae were abnormal and that the pathogen had restricted growth on chili tissue adjacent to the yeast-inoculated sites. The results indicated that the induction of resistance may be another mechanism by which the yeast antagonist suppresses *C. capsici*. Some of the results were then used to develop the learning unit for high school students.

In science education, several researchers have reported about the plant neglect problem in biology curriculum. Additionally, most students think animal studies are more interesting than those of plants because they believe that plants are inferior to animals in that they are passive and unable to respond to external challenges, particularly biological invaders such as microorganisms and insect-herbivores. The purpose of this educational study was to develop the inquiry-based learning unit which focuses on promoting students' conceptual understanding of plant defense responses to biological invaders as well as raising students' awareness in studying plants. The study also investigated students' perceptions of the learning unit implemented in a constructivist classroom. A total of 31 Thai science-majors from Grade 12 participated in this study. Multiple data-gathering techniques of quantitative and qualitative methods were employed; conceptual testing, written documents, a questionnaire and interviews. Based on the data analysis, it was found that students who actively participated developed a better conceptual understanding of plant defense mechanisms. In addition, they appeared to have positive attitudes toward the learning unit as evidenced by their preference for inquiry-based activities in a constructivist learning environment. Finally, their perspectives on plant study had been favorably changed by the active learning experience.

**KEY WORDS: INDUCED RESISTANCE/ PLANT DEFENSE/ INQUIRY APPROACH/ CONCEPTUAL UNDERSTANDING**

200 pages

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่องการตอบสนองแบบด้านทานของพืช

DEVELOPMENT OF AN INQUIRY-BASED LEARNING UNIT FOR HIGH SCHOOL STUDENTS TO PROMOTE CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF PLANT DEFENSE RESPONSES

ปรด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา)

นันทวัน นันทวนิช 4938092 SCED/D

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: พิณทิพย์ รุ่งวงษา, Ph.D. (Biochemistry), ภิญโญ พานิชพันธ์, Ph.D. (Molecular Biophysics), อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์, Ph.D. (Science and Technology Education)

#### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์และการศึกษา งานวิจัยวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับการชักนำให้เกิดความต้านทานในพริกหลังเก็บเกี่ยวโดยใช้ยีสต์ *Pichia guilliermondii* สายพันธุ์ R13 จากนั้นผลการศึกษางานวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการทดลองและหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่องการตอบสนองแบบด้านทานของพืช

งานวิจัยวิทยาศาสตร์นี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับยีสต์ *P. guilliermondii* สายพันธุ์ R13 ที่ได้จากการคัดแยกจากเงาะของไทย ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมราโรคพืช *Colletotrichum capsici* ในพริกหลังเก็บเกี่ยว กลไกที่ยีสต์ชนิดนี้ใช้ในการควบคุมราโรค ได้แก่ การแย่งสารอาหาร การเกาะติดบนบนราและ การหลั่งเอนไซม์ย่อยสลายเส้นใยรา งานวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาความสามารถของ *P. guilliermondii* สายพันธุ์ R13 ในการชักนำให้เกิดความต้านทานต่อ *C. capsici* ในผลพริก จากการทดลองใส่ยีสต์ปฏิภักษ์ชนิดนี้บนเนื้อเยื่อพริก ในบริเวณที่แยกห่างจากรา พบว่ามีการลดลงของทั้งการเกิดโรคและขนาดของรอยแผลที่เกิดจาก *C. capsici* อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองยังพบว่าการใช้ยีสต์บำบัด ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นในการทำงานของเอนไซม์ phenylalanine ammonia-lyase, chitinase, และ  $\beta$ -1,3-glucanase และเพิ่มการสะสมของปริมาณ capsidiol phytoalexin ในเนื้อเยื่อพริกอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้กาพอลิเอ็คตรอนแบบสองกราดยังแสดงให้เห็นถึงความคิดด้านสัณฐานวิทยาในสปอร์และเส้นใยของ *C. capsici* ซึ่งถูกจำกัดการเติบโตในเนื้อเยื่อพริกบริเวณที่ใกล้กับเนื้อเยื่อที่ถูกบำบัดด้วยยีสต์ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการชักนำให้เกิดความต้านทาน อาจเป็นอีกกลไกหนึ่งที่ยีสต์ปฏิภักษ์ใช้ในการควบคุม *C. capsici*

ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษา งานวิจัยหลายชิ้นได้รายงานถึงปัญหาด้านการละเลยเรื่องพืชในหลักสูตรชีววิทยานอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์มีความน่าสนใจมากกว่าการศึกษาเกี่ยวกับพืช โดยนักเรียนเชื่อว่าพืชนั้นอยู่ในชั้นที่ต่ำกว่าสัตว์ เพราะพืชเป็นเพียงผู้ถูกระทำและไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นภายนอก โดยเฉพาะต่อผู้บุกรุกชีววิทยา เช่น จุลินทรีย์และแมลงกินพืช การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่องการตอบสนองแบบด้านทานของพืชต่อผู้บุกรุกชีววิทยา พร้อมกับการส่งเสริมความตระหนักของนักเรียนในการเรียนเรื่องพืช นอกจากนี้งานวิจัยได้รวมไปถึงการศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวซึ่งนำไปทดลองใช้ในห้องเรียนโดยเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผลการทดลองบางส่วนที่ได้จากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์อื่นเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในครั้งนี้ ถูกนำมาใช้พัฒนาบทปฏิบัติการทดลองซึ่งใช้ในหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้วย หน่วยการเรียนรู้นี้ได้ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 31 คน และใช้กระบวนการหลากหลายที่ผสมผสานระหว่างวิธีเชิงคุณภาพและวิธีเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบทดสอบ ผลงานนักเรียน แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ ในการเก็บข้อมูล ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การเรียนเชิงรุกของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์เรื่องการตอบสนองแบบด้านทานของพืชได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลการประเมินยังชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อหน่วยการเรียนรู้จากการแสดงถึงความพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และจากการที่ได้รับประสบการณ์การเรียนเชิงรุกดังกล่าว จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนต่อการเรียนเกี่ยวกับพืชในทางที่ดีขึ้น

200 หน้า