ผลของฮอร์โมนในน้ำถั่วงอกที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*)

Effect of phytohormones in mung bean sprouts on the growth of *Isaria tenuipes* fruiting body

ฉัฐสรวง เล่ารุ่งโรจน์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF PHYTOHORMONES IN MUNG BEAN SPROUTS ON THE GROWTH OF *Isaria tenuipes* FRUITING BODY

CHATTASUANG LAORUNGROJ

A SPECIAL PROJECT IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF

SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY

DEPARTMENT OF BIOLOGY , FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อสัมมนา	ผลของฮอร์โมนในน้ำถั่วงอกที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฉัฐสรวง เล่ารุ่งโรจน์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 รหัส 57050675
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.อารี ฤทธิบูรณ์

คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.สุรีย์ นานาสมบัติ กรรมการ	
รศ.อารี ฤทธิบูรณ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสัมมนา ผลของฮอร์โมนในน้ำถั่วงอกที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*)

ชื่อนักศึกษา นางสาวฉัฐสรวง เล่ารุ่งโรจน์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 รหัส 57050675

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.อารี ฤทธิบูรณ์

บทคัดย่อ

การหาความเข้มข้นของฮอร์โมนในน้ำสกัดจากถั่วงอกที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*) จากการศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนในน้ำสกัดจากถั่วงอกที่แตกต่างกัน 3 ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} ด้วยวิธีการปลอดเชื้อสองวิธี คือ การกรอง และการนึ่งฆ่าเชื้อ ทำการฉีดฮอร์โมน 2 ครั้ง หลังเปิดดอก เป็นเวลา 15 และ 20 วัน พบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมนในน้ำสกัดจากถั่วงอกและวิธีการปลอดเชื้อไม่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและฮอร์โมนลุงหยุด พบว่าการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะและปริมาณน้ำหนักแห้งมวลชีวภาพ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นทำการศึกษาปริมาณสารสำคัญในเห็ดถั่งเช่าหิมะ พบว่าที่ความเข้มข้น 10^{-6} ด้วยวิธีการกรองมีปริมาณสารอะดีโนซีนสูงสุดเท่ากับ 2.6902 มิลลิกรัมต่อกรัม และปริมาณสารคอร์ไดซิปีนที่ความเข้มข้น 10^{-6} ทั้งวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.7682 และ 0.7961 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : เห็ดถั่งเช่าหิมะ ฮอร์โมน ถั่วงอก อะดีโนซีน คอร์ไดซีปีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Effect of phytohormones in mung bean sprouts on the growth of *Isaria tenuipes* fruiting body

Students Miss. Chattasuang Laorungroj Student ID 57050675

Degree Bachelor of Science (Biotechnology)

Department Biology

Factory Science

University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)

Academic Year 2017

Advisor Assoc. Prof. Aree Rittiboon

Abstract

Effect of concentrations of phytohormones extracted from mung bean sprouts on growth of *Isaria tenuipes* was determined. Three concentrations of hormones at 10^{-2}, 10^{-4} and 10^{-6} dilutions were studied by two different sterilization methods: filtration and sterilization. Hormones were spreied for two time after the Fruiting body was opened for 15 and 20 days of incubation. It was found that the concentration of hormones extracted from mung bean sprouts and sterile method did not affect the growth of *Isaria tenuipes*. Compared to the negative and positive control treatments, the significant different of growth of *Isaria tenuipes* and dry weight of biomass of *Isaria tenuipes* in each treatment was not found. Then, the amount of active substances in the *Isaria tenuipes* was studie at 10^{-6} dilution concentration, the maximum amount of adenosine was 2.6902 mg / g. The Cordycepin contents in 10^{-6} dilution concentration of *Isaria tenuipes* for both filtration and sterilization were 0.7682 and 0.7961 mg / g respectively.

Keywords: *Isaria tenuipes,* Hormones, Mung bean sprouts, Adenosine, Cordycepin

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้สำเร็จด้วยความอนุเคราะห์และการช่วยเหลือจากผู้มีอุปการคุณทั้งหลายท่าน

ขอขอบพระคุณ รศ.อารี ฤทธิบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับการทำงานตลอดจนการตรวจทาน ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งช่วยแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาแก่คณะผู้จัดทำ เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ประธานกรรมการสอบโครงงานพิเศษ และกรรมการสอบโครงงานพิเศษ รศ.ดร.สุรีย์ นานาสมบัติ ที่สละเวลาในการตรวจสอบ แก้ไขและให้คำแนะนำในข้อบกพร่องต่างๆของโครงงานพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ที่ทำให้โครงงานพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนกำลังใจจากครอบครัว ความช่วยเหลือจาก บุคลากร พี่ป.โท เพื่อนๆภาควิชาชีววิทยา และพี่นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาชีววิทยาทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อบุคคลที่สนใจไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้

ฉัฐสรวง เล่ารุ่งโรจน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ช
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 เห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*).....3
2.1.1 ประโยชน์ของเห็ดถั่งเช่าหิมะ *(Isaria tenuipes)*.....3
2.2 ถั่วเขียว.....4
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....4
2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการ.....5
2.3 Phytohormones.....6
2.3.1 Auxin.....7
2.3.1.1 ออกซินธรรมชาติ.....7
2.3.1.2 ออกซินสังเคราะห์.....7
2.3.1.3 ผลของออกซินต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา
และการเจริญเติบโตของพืช.....8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 Gibberellin.....11
2.3.2.1 ผลของจิบเบอเรลลินต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช.....12
2.3.2.2 แหล่งที่มีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน.....13
2.3.2.3 จิบเบอเรลลินกับการยืดตัวของเซลล์.....14
2.3.2.4 การเคลื่อนย้ายของจิบเบอเรลลิน.....14
2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่.....14
2.4.1 ลักษณะทั่วไปของข้าวไรซ์เบอรี่.....15
2.4.2 สรรพคุณและคุณค่าทางอาหาร.....15
2.4.3 รงค์วัตถุสีม่วงของข้าวไรซ์เบอรี่.....15
2.5 ข้าวลืมผัว.....15
2.5.1 ลักษณะทั่วไปของข้าวลืมผัว.....16
2.5.2 สรรพคุณและคุณค่าทางอาหาร.....16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....18
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....18
3.1.1 เห็ด.....18
3.1.2 สารเคมี.....18
3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....18
3.2 การเตรียมถั่วงอก.....19
3.3 การเตรียมน้ำถั่วงอก.....19
3.4 การเตรียมน้ำสกัดจากน้ำถั่วงอก.....19
3.5 การศึกษาความเข้มข้นและวิธีการฆ่าเชื้อของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าหิมะ.....19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าหิมะ....20
3.7 การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ....20
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล....21
4.1 การเจริญของถั่งอก....21
4.2 การเจริญของเห็ดถั่งเช่าหิมะ....21
4.3 ผลของความเข้มข้นต่างๆจากน้ำสกัดจากถั่งอกโดยวิธีการปลอดเชื้อด้วยวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่า....22
4.4 วิเคราะห์น้ำหนักแห้ง....25
4.5 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าหิมะ....26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....29
5.1 สรุปผลการวิจัย....29
5.2 ข้อเสนอแนะ....29
เอกสารอ้างอิง....30
ภาคผนวก....34
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ....34
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผล....36
ภาคผนวก ค ข้อมูลผลการทดลองและการคานวณทางสถิติ....37
ภาคผนวก ง วิธีการใช้โปรแกรม SPSS....41
ภาคผนวก จ วิธีการใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง (HPLC)....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.2.1	วิตามินและเกลือแร่ในเมล็ดถั่วเขียว	5
2.2.2	การตรวจพบ Phytohormones ในถั่วงอก	6
4.3.1	ตารางแสดงความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะหลังจากฉีดน้ำสกัดจากถั่วงอกครั้งที่ 1 และ ครั้งที่2	22
4.3.2	ตารางเปรียบเทียบผลความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่เพิ่มขึ้นระหว่างการฉีดด้วยชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุดและน้ำสกัดจากถั่วงอก ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2	23
4.4	ตารางแสดงค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	24
4.5	ตารางแสดงปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine และ Cordycepin ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	26
1 ค	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} หลังฉีดฮอร์โมน ครั้งที่ 1 ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ชุดควบคุมและฮอร์โมนลุงหยุด ด้วยวิธี Duncan	37
2 ค	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} หลังฉีดฮอร์โมน ครั้งที่ 2 ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ชุดควบคุมและฮอร์โมนลุงหยุด ด้วยวิธี Duncan	38
3 ค	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าหิมะของชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ด้วยวิธี Duncan	39
4 ค	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณสาร Adenosine ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	40
5 ค	การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณสาร Cordycepin ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป		หน้า
2.1	เห็ดถั่งเช่าหิมะ	3
2.2 ก	ลักษณะของใบ	4
2.2 ข	ลักษณะของฝัก	4
2.2 ค	ลักษณะของเมล็ด	5
2.2 ง	ลักษณะของลำต้น	5
2.3 ก	สูตรโครงสร้างของ IAA	7
2.3 ข	ออกซินสังเคราะห์ชนิดต่างๆ	8
2.3 ค	การตอบสนองของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพืชต่อออกซิน	9
2.3 ง	ผลของ auxin ต่อการเกิดรากของ *Paeonia lactiflora*	10
2.3 จ	ผลของออกซินต่อการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของต้นพืช	11
2.3 ฉ	สูตรโครงสร้าง Gibberellin และ GA3	12
2.4	ลักษณะของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่	14
2.5	ลักษณะของเมล็ดข้าวลืมผัว	16
4.1 ก	ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและการสกัดถั่วงอกสด	21
4.1 ข	ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและการสกัดถั่วงอกอบแห้ง	21
4.1 ค	ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและการสกัดถั่วงอกบดเป็นผงละเอียด	21
4.1 ง	ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและการสกัดน้ำสกัดจากถั่วงอก	21
4.2 ก	การเจริญของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าหิมะบนอาหารแข็ง	22
4.2 ข	การเจริญของเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าหิมะในอาหารเหลว	22
4.5 ก	กราฟมาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine	27
4.5 ข	กราฟมาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของสาร Cordycepin	28
1 ง	โปรแกรม IBM SPSS	41
2 ง	วินโดว์เมื่อเปิดโปรแกรม SPSS คือ Data Editor และ Output Viewer	41
3 ง	Data View และ Variable View ในวินโดว์ Data Editor	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
4 ง	การป้อนรายละเอียดตัวแปร	42
5 ง	การกำหนดค่าตัวแปร	43
6 ง	ป้อนค่าใน Data View	43
7 ง	เลือกวิธีวิเคราะห์ด้วย One-way ANOVA	43
8 ง	กำหนดวิธีคำนวณทางสถิติ	44
9 ง	ตารางแสดงผลทางสถิติ	44
1 จ	เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง HPLC	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เห็ดถั่งเช่าหิมะหรือเห็ดถั่งเช่าเกาหลีเป็นราที่อยู่บนตัวแมลงในกลุ่ม Ascomycetes ที่มีฤทธิ์ทางยา ประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด เช่น โมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ พอลิแซคคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) สารคอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก อะดีโนซีน กรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด มีส่วนช่วยต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน ลดระดับน้ำตาลในเลือด ยืดอายุและชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยเพิ่มเมแทบอลิซึมของร่างกาย ป้องกันเลือดออกในสมอง ลิ่มเลือด โรคหัวใจขาดเลือด และ หอบหืด ซึ่งในปัจจุบันประชากรเริ่มมีความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ เห็ดถังเช่าหิมะจึงเป็นที่นิยมในการบริโภคเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ มีการพัฒนาวิธีเพาะเห็ดถั่งเช่าหิมะด้วยหนอนไหม (Silkworm) จึงได้มีการนำน้ำถั่วงอกมาทดสอบในการเพาะเลี้ยงที่ประกอบไปด้วยวิตามิน โปรตีน แร่ธาตุ และกลุ่ม Phytohormones ซึ่งพบสาร IAA, IBA, GA_3, ABA และ NAA ที่มีความเข้มข้นโดยประมาณ 0.076, 3.302, 0.528, 0.721 และ 0.164 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Yue และคณะ, 2013) ซึ่งฮอร์โมนในกลุ่มของออกซินมีส่วนช่วยในการเกิดราก ดอก และเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆ ฮอร์โมนในกลุ่มของจิบเบอเรลลินมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของพืช กระตุ้นการเกิดดอก การงอกของตาที่พักตัว และช่วยชะลอการแก่ของใบ และฮอร์โมนในกลุ่มกรดแอบซิสิคมีส่วนช่วยกระตุ้นการปิดปากใบขณะที่ขาดน้ำ ลดการสูญเสียน้ำ เร่งการร่วงของใบ ดอกและผล โดยทั่วไปถั่วงอกเป็นพืชที่เพาะปลูกได้ง่าย มีปริมาณมาก และต้นทุนต่ำ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. ทำการศึกษาลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ทำการเร่งด้วยฮอร์โมนจากน้ำสกัดจากถั่วงอก
2. ทำการศึกษาวิธีการทำให้ฮอร์โมนที่สกัดจากต้นถั่วงอกปลอดเชื้อ คือใช้วิธีการกรอง และการนึ่งฆ่าเชื้อ
3. ทำการศึกษาอายุการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและความเข้มข้นของฮอร์โมนในน้ำถั่วงอกที่มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตของดอกเห็ด

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ทำการเพาะเลี้ยงถั่วงอกเพื่อสกัดฮอร์โมนและนำมาทำการเร่งการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ
2. ทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฮอร์โมนในน้ำถั่วงอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะภายนอกของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ
3. ทำการเปรียบเทียบวิธีการปลอดเชื้อที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความเข้มข้นของฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการเร่งการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะ
2. ทราบถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าหิมะในการใช้ฮอร์โมนจากน้ำถั่วงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เห็ดถั่งเช่าหิมะ

ถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*) หรือ *Paecilomyces japonica* เป็นเชื้อราแมลงที่อยู่ใน Phylum Ascomycotina Class Pyrenomycetes Order Clavicipitales มีฤทธิ์ทางยาประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด เช่น โมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ พอลิแซคคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) สารคอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก อะดีโนซีน กรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด พบได้ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงมีความสูง 3,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล พบได้หลายแห่งที่ประเทศเกาหลี

รูปที่ 2.1 เห็ดถั่งเช่าหิมะ

ที่มา : https://www.goodhealth1999

2.1.1 สรรพคุณของเห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*)

เห็ดถั่งเช่าหิมะเป็นวัตถุดิบที่ยากสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เพราะมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ นักวิทยาศาสตร์เกาหลีได้พัฒนาเทคโนโลยีในการกำจัดกลิ่น ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้ ช่วยทำให้ผิวขาวกระจ่างใส และทำให้ผิวหน้ากระชับตึง (Sun Biotech Co. Ltd, 2012) สรรพคุณของสารสำคัญในถั่งเช่า เช่น โพลีแซคคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน ลดระดับน้ำตาลในเลือด มีความ น่าจะเป็นในการลดการโตของเนื้องอกและเซลล์มะเร็ง ยืดอายุ และชะลอความเสื่อมของเซลล์ คอร์ไดเซปิน มีฤทธิ์บำรุงไต เพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของโลหิต ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค กรดคอร์ไดเซปิก ช่วยเพิ่มเมตาโบริซึมของร่างกาย ป้องกันเลือดออกในสมอง ลิ่มเลือด โรคหัวใจขาดเลือด และหอบหืด อะดีโนซีน ช่วยต้านการแข็งตัวของเลือด ต้านลิ่มเลือด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วจัดอยู่ใน Family *Leguminosae* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทษไทย เป็นพืชเขตร้อนและเขตอบอุ่น มีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย ถั่วเขียวได้รับความเชื่อถือว่า วิวัฒนาการมาจากพันธุ์ป่า ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna (Phaseolus) radiate* var. *subobata* (Roxb.) Verdc. หรือ *Vigna (Phaseolus)* (Wight and Arn.) Verdc. ซึ่งพบพันธุ์ป่าเหล่านี้ได้ในประเทศอินเดีย (Rachie และ Roberts, 1974) ในปัจจุบันชื่อสามัญของถั่วเขียวคือ Mungbean green gram หรือ Golden gram (พีระศักดิ์, 2547) ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วประเภทอายุสั้น การใช้ประโยชน์จากถั่วเขียวนั้นส่วนใหญ่จะใช้ในแง่ของการบริโภค เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนใกล้เคียงกับเนื้อปลาและเนื้อไก่ มีคาร์โบไฮเดรทสูงกว่าถั่วชนิดอื่น ๆ เมล็ดมีโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรท 58 เปอร์เซ็นต์ และอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 เมล็ดของถั่วเขียวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้ในการเพาะถั่วงอก การทำวุ้นเส้น หรือซ่าหริ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ลำต้นยังใช้เป็นอาหารสัตว์ในรูป Fodder Hay กากถั่วเขียวใช้ในการทำอาหารข้นและใช้เป็นพืชสำหรับปรับปรุงดินในรูปของปุ๋ยพืชสด (Green manure) และพืชคลุมดิน (Cover crops) (ทรงเชาว์, 2545)

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก : ถั่วเขียวมีรากเป็นระบบรากแก้ว (Tap Root System) เหมือนกับถั่วเหลือง และมีรากแขนง (lateral root) เจริญแตกออกมาจากรากแก้ว รากของถั่วเขียวมักหยั่งลึก และรากแขนงเยอะ ทำให้ถั่วเขียวเติบโตได้เร็วดินที่มีความชื้น บริเวณรากมักจะพบปมของเชื้อแบคทีเรียไรโซเบียม (*Rizobium* spp.) ทำหน้าที่ช่วยตรึงไนโตรเจน

ลำต้น : ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุก มีลักษณะลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านเป็นพุ่ม ความสูงทรงพุ่มประมาณ 30-150 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ ลำต้นเป็นเหลี่ยม มีขนอ่อนปกคลุม ทั้งนี้ ถั่วเขียวบางสายพันธุ์อาจมีลักษณะลำต้นเลื้อย

(ก)

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค)

(ง)

รูปที่ 2.2 ถั่วเขียว (ก) ลักษณะของใบ (ข) ลักษณะของฝัก (ค) ลักษณะของเมล็ด (ง) ลักษณะของลำต้น

ที่มา : http://puechkaset.com

ใบ : ใบเลี้ยง (Cotyledon) เป็นใบแรกหลังการงอก ส่วนใบจริงคู่แรก (Unifoliate Leaves) ที่มี 2 ใบ เป็นใบที่เกิดจากใบเลี้ยง เมื่อโตสักระยะจะเป็นใบประกอบ 3 ใบ (Trifoliate Leaves) เกิดสลับบนต้น และใบหนึ่งๆจะประกอบด้วยใบย่อย (Leaflet) จำนวน 3 ใบ ก้านใบ (Petiole) บริเวณฐานมีหูใบ (Stipule) 2 อัน

ดอก : ดอกมีลักษณะเป็นช่อ (Inflorescence) เกิดขึ้นบริเวณมุมใบด้านบนบริเวณปลายยอดและกิ่งก้าน ช่อดอกประกอบด้วยก้านดอก (Peduncle) ยาว 2-13 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกเกิดเป็นกลุ่ม จำนวนดอกประมาณ 10-15 ดอก สีดอกมีหลายสี เช่น สีเหลือง สีขาว และสีม่วง

ฝักและเมล็ด : ฝักมีลักษณะกลมยาว สีเขียว ปลายโค้งงอเล็กน้อย โดยเฉพาะถั่วเขียวผิวมัน ส่วนถั่วเขียวผิวดำฝักจะตรง และสั้นกว่าถั่วเขียวผิวมัน เมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลจนถึงสีดำตามอายุ และขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักจะมีเมล็ดประมาณ 10-15 เมล็ด 100 เมล็ด หนักประมาณ 2-8 กรัม ขึ้นอยู่กับพันธุ์

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแต่ยังขาดกรดอะมิโนซึ่งมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เมทไทโอนิน และซีสติน เพื่อให้ได้คุณค่าของโปรตีนที่สมบูรณ์จึงควรรับประทานร่วมกับโปรตีนจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ข้าว งา เนื้อสัตว์ต่างๆและนม เป็นต้น เมล็ดถั่วเขียวมีไขมันต่ำเมื่อเทียบกับถั่วชนิดอื่น ๆ จึงไม่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำมันปรุงอาหารได้ แต่เป็นแหล่งสำคัญของแป้งและแร่ธาตุต่างๆ

ตารางที่ 2.2.1 วิตามินและเกลือแร่ในเมล็ดถั่วเขียว (พีระศักดิ์, 2547)

วิตามินและเกลือแร่	มิลลิกรัม / 100 กรัม
วิตามิน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินเอ	70-150
วิตามินบี 1	0.52-0.66
วิตามินบี 2	0.29-0.22
ไนอาซีน	2.4-3.1
วิตามินซี	0-10
เกลือแร่	
โพแทสเซียม	850-1450
โซเดียม	30-170
แมกนีเซียม	650-125
ฟอสฟอรัส	280-580
แคลเซียม	80-330

ตารางที่ 2.2.2 การตรวจพบ Phytohormones ในถั่วงอก (Yue และคณะ, 2013)

Phytohormones	ตัวอย่าง (กรัม)	ตรวจพบ (มิลลิกรัม)	องค์ประกอบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
GA3	2.5	1.320	0.528
ABA	2.5	1.803	0.721
IBA	2.5	8.255	3.302
IAA	2.5	0.191	0.076
NAA	2.5	0.409	0.164

2.3 Phytohormones

สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth regulators หรือ PGR) เป็นสารที่เกิดจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ขึ้นมา (ศิวพงศ์, 2546) ทำหน้าที่กระตุ้นและมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้น การเจริญเติบโตตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาของเซลล์เนื้อเยื่อ และ Secondary metabolism (รังสฤษฎ์, 2541) โดยทั่วไปสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ออกซิน (auxin) ไซโตไคนิน (cytokinin) จิบเบอเรลลิน (gibberellin) สารยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibitors) และเอธิลีน (ethylene)

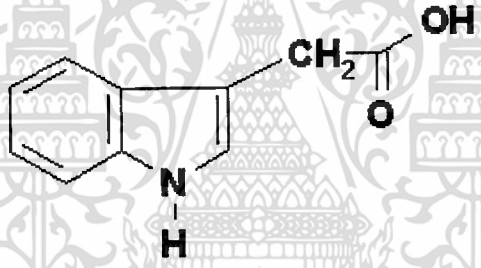
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ออกซิน

เป็นกลุ่มของสารที่สามารถชักนำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ของลำต้น และจะต้องมีคุณสมบัติทางสรีรวิทยาเหมือนกับ กรดอินดอลอะซิติก (IAA) ซึ่งเป็นออกซินธรรมชาติที่พบในพืช ออกซินเป็นสารที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นกรด มีโครงสร้างเป็นวงแหวนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated ring) คำว่า auxin มาจากภาษากรีกว่า auxein หมายถึงการเจริญเติบโต

2.3.1.1 ออกซินธรรมชาติ (Natural auxin)

พืชสังเคราะห์ออกซินขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนั้นแบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่ายบางชนิดก็สังเคราะห์ออกซินได้ IAA เป็นออกซินที่สังเคราะห์ขึ้นในธรรมชาติ กล่าวได้ว่าเป็นออกซินธรรมชาติตัวเดียวในพืช (รูปที่ 2.3 ก) มีรายงานถึงสารหลายชนิดในพืชที่กระตุ้นการเจริญเติบโตเหมือนกับออกซิน เช่น indolepyruvic acid, indoleacetaldehyde ฯลฯ สารเหล่านี้มักมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ IAA อาจเป็นสารต้นกำเนิด (precursors) ของ IAA และจะแสดงออกถึงปฏิกริยาของออกซินก็ต่อเมื่อเปลี่ยนรูปไปเป็นออกซินแล้ว



รูปที่ 2.3 ก สูตรโครงสร้างของ IAA

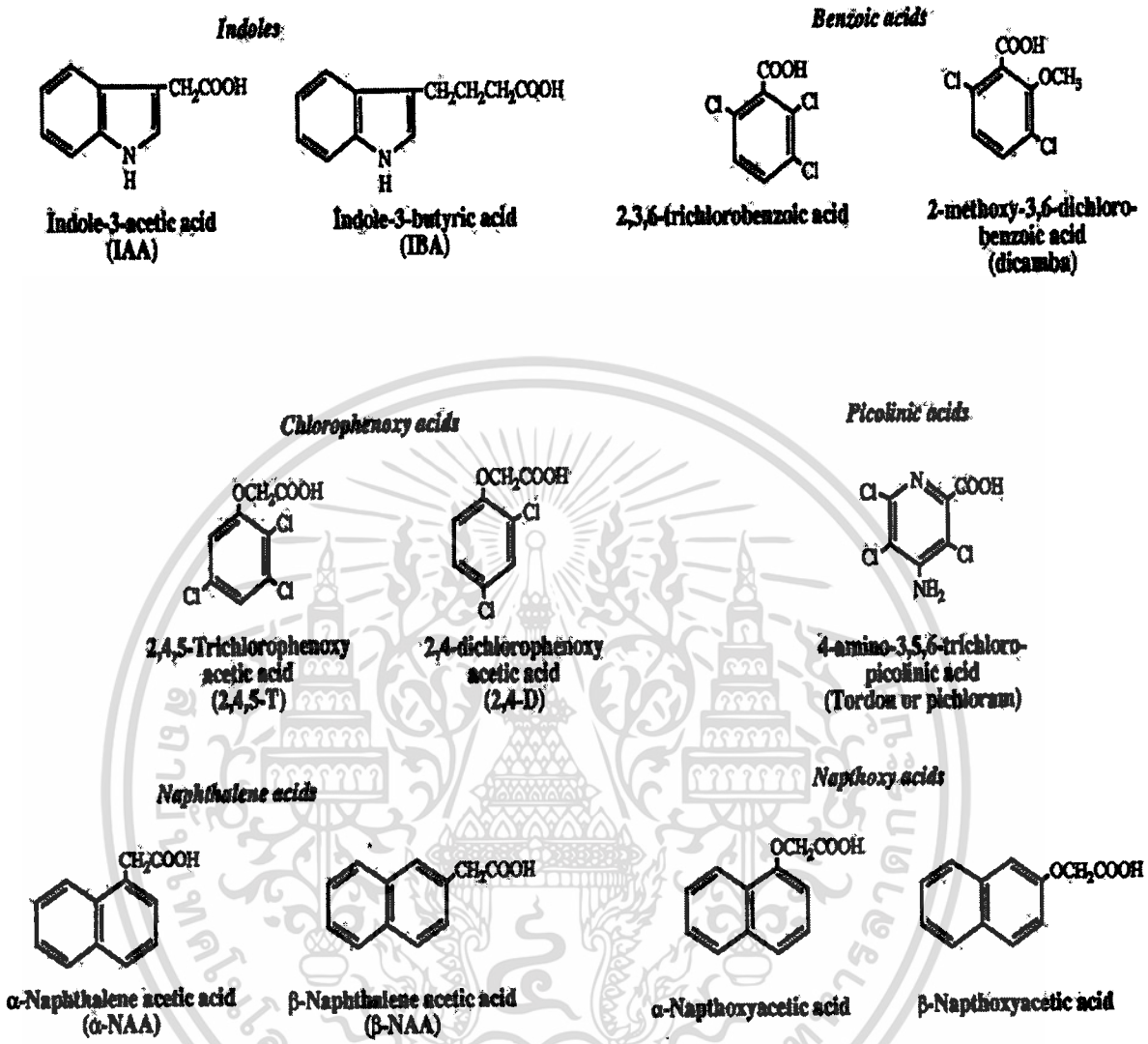
ที่มา : http://www.plant-hormones.info/auxins.htm

2.3.1.2 ออกซินสังเคราะห์ (Synthetic auxins)

ออกซินสังเคราะห์มีหลายชนิด สามารถแบ่งอย่างง่ายๆตามลักษณะทางเคมี ได้เป็น 5 กลุ่ม (รูปที่ 2.3 ข) ดังนี้

1. Indole acid: ได้แก่ indoleacetic acid (IAA), indolepropionic acid (IPA), indolebutyric acid (IBA)
2. Naphthalene acid: ได้แก่ naphthaleneacetic acid (NAA), *B*-naphthoxyacetic acid (NOA)
3. Chlorophenoxy acid: ได้แก่ 2,4-D, MCPA, 2,4,5-T เป็นต้น
4. Benzoic acid: ได้แก่ 2,3,6-TBA, 2,4,6-TBA, 2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid (dicamba) เป็นต้น
5. Picolinic acid: ได้แก่ picloram, triclopyr เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ข ออกซินสังเคราะห์ชนิดต่างๆ

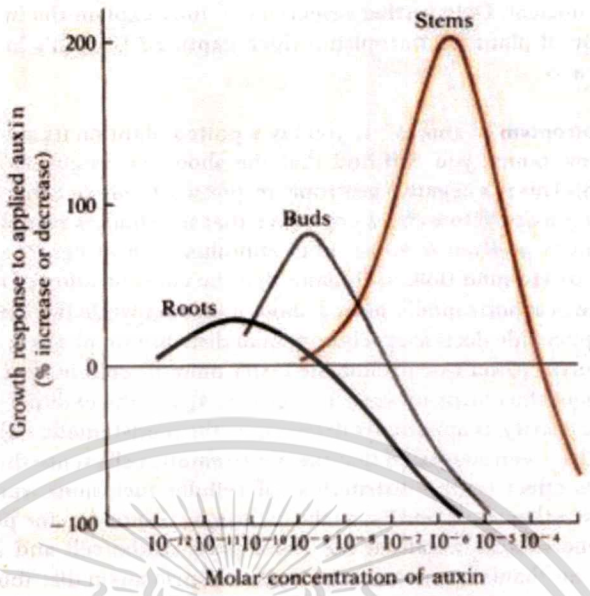
ที่มา : ปรารถนา จันทร์ทา (2015)

2.3.1.3 ผลของออกซินต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช

2.3.1.3.1 เร่งการเจริญเติบโตของพืช

อวัยวะแต่ละส่วนของพืชตอบสนองต่อออกซินต่างกัน โดยทั่วไปความเข้มข้นของออกซินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลำต้น จะสูงกว่าความเข้มข้นที่ควบคุมการเจริญเติบโตของตา และของรากตามลำดับ ความเข้มข้นของออกซินที่ควบคุมการเจริญเติบโตของลำต้น ตา และราก โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง $10^{-5} - 10^{-6}$, $10^{-8} - 10^{-9}$, และ $10^{-10} - 10^{-11}$ ตามลำดับ ความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโต (รูปที่ 2.3 ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ค การตอบสนองของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพืชต่อออกซิน

ที่มา : https://sites.google.com/site/clickclickieie/auxin-IAA

2.3.1.3.2 ควบคุมการเจริญเติบโตของตาข้างและกิ่ง

ส่วนยอดอ่อน (apical tissue) เป็นแหล่งผลิตออกซินที่สำคัญ แล้วส่งลงมาที่ส่วนต่างๆด้านล่าง เมื่อตาข้าง (lateral buds) ได้รับออกซินจากยอดก็ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ หรือไม่เจริญออกมาเลย (เนื่องจากมีระดับของออกซินสูงเกินไป) ออกซินยังมีผลต่อการทำมุมของกิ่งและใบกับลำต้นด้วย กิ่งหรือใบที่อยู่ตอนบนๆใกล้กับยอด จะทำมุมกับลำต้นแคบกว่าใบที่อยู่ส่วนล่าง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การข่มของตายอด (Apical dominance) (ปรารถนา, 2015)

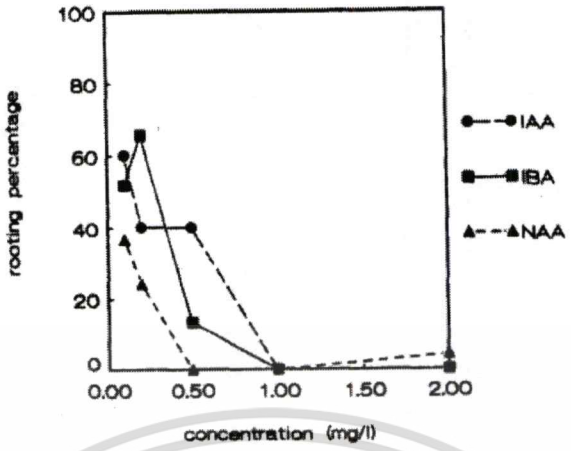
2.3.1.3.3 การควบคุมการเจริญของผล

หลังจากเกิดการผสมเกสร พืชจะสังเคราะห์ออกซินขึ้นมาเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผล พืชบางชนิดไม่สามารถผลิตออกซินออกมาได้จนกว่าจะมีการปฏิสนธิ หรือการสร้างเมล็ดเกิดขึ้นก่อน เช่น สตรอเบอรี่

2.3.1.3.4 ควบคุมการเกิดราก

ออกซินในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยให้เกิดรากได้เร็วขึ้นและมากขึ้น แต่ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไป ก็จะยับยั้งการเจริญเติบโตของรากได้ ออกซินส่งเสริมการเกิดรากและการพัฒนาในระยะแรกของราก แต่จะยับยั้งการยืดตัวของราก ดังนั้นในระยะหลังของการเกิดรากจึงต้องการออกซินในปริมาณที่ต่ำ (รูปที่ 2.3 ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ง ผลของ auxin ต่อการเกิดรากของ *Paeonia lactiflora*

ที่มา : www.paeon.de/h1/albe/mic.html

2.3.1.3.5 ควบคุมการหลุดร่วงของอวัยวะของพืช

ส่วนต่างๆของพืชเช่นใบ ดอก ผล ฯลฯ เมื่อแก่ก็จะหลุดร่วง โดยจะเกิดบริเวณของการหลุดร่วง (abscission zone) ซึ่งเนื้อเยื่อส่วนนี้จะแยกตัวออก ทำให้อวัยวะนั้นๆร่วงหลุดไป พบว่าถ้าให้ออกซินที่ส่วนล่างของชั้นของการหลุดร่วงจะทำให้การร่วงเกิดเร็วขึ้น แต่ถ้าให้ที่ส่วนบนของชั้นการหลุดร่วง การร่วงก็จะเกิดช้าลง

2.3.1.3.6 เร่งการออกดอกของพืชบางชนิด

เมื่อให้ออกซินแก่สับปะรด จะเร่งให้ออกดอกเร็วกว่ากำหนด แต่จริง ๆแล้วออกซินไม่ได้มีผลโดยตรงต่อการออกดอก แต่มันไปมีผลต่อการสร้างเอทธิลีน แล้วเอทธิลีนจึงไปมีผลต่อการออกดอกของสับปะรด

2.3.1.3.7 การยืดตัวของเซลล์

การทดลองในเรื่องนี้ส่วนใหญ่ทำในเนื้อเยื่อของรากที่ตัดออกมา เนื้อเยื่อเหล่านี้มี IAA น้อย และเมื่อให้ได้รับ IAA เพิ่มเข้าไปการเจริญเติบโตก็จะเพิ่มขึ้นมาก ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการยืดตัวของเซลล์ที่ตอบสนองต่อออกซิน อาจสรุปได้ดังนี้คือ เกิดการแตกตัวของ non-covalent bond ระหว่างเซลลูโลสและไซโลกลูแคน ในผนังเซลล์เพื่อลดแรงต้านทานการยืดตัว ซึ่งจะทำให้ค่าศักย์ความดันของเซลล์ลดลง ส่งผลให้ค่าซลศักย์เป็นลบมากขึ้น น้ำจึงเคลื่อนเข้าไปภายในเซลล์และเกิดแรงเต่งดันออกภายนอกทำให้เซลล์ยืดตัว หลังจากนั้นก็จะเกิดการจับกันของ non-covalent bond อีกครั้งหนึ่ง

2.3.1.3.8 การตอบสนองต่อแสง (Phototropism)

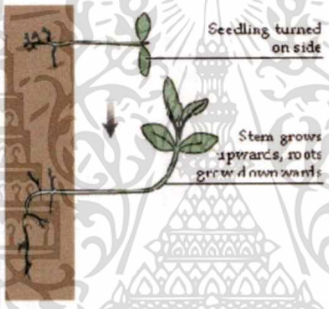
เป็นการเคลื่อนไหวของอวัยวะของพืชในทางตอบสนองต่อทิศทางหรือความเข้มแสง จากทฤษฎี Cholodny-Went เกี่ยวกับการตอบสนองต่อแสงได้เสนอไว้ว่า แสงจากทางด้านหนึ่งจะทำให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนย้ายของออกซินไปยังอีกด้านที่บังเงา ดังนั้นด้านที่บังเงาจะมีความเข้มข้นของออกซินสูงกว่าด้านที่ได้รับแสง การกระจายตัวที่ไม่เท่ากันของออกซินนั้นคิดว่าเป็นตัวทำให้เกิดการโค้งงอของลำต้น เมื่อการเคลื่อนย้ายไปทางด้านข้างของออกซินถูกขัดขวางก็จะไม่เกิดการโค้งงอ

2.3.1.3.9 การตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง (Geotropism)

เป็นการเคลื่อนที่ของอวัยวะของพืชทางตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง (gravity) ถ้าให้ต้นพืชอยู่ในแนวนอน ส่วนยอดจะโค้งชูขึ้นในทางต้านแรงโน้มถ่วง (negative geotropism) แต่รากจะโค้งลงล่างไปตามแรงโน้มถ่วง (positive geotropism) (รูปที่ 2.3 จ) คาดว่าพืชรับรู้การเปลี่ยนแปลงของแรงโน้มถ่วงโดย สตาโทลิท ซึ่งเป็นพลาสติดที่มีแป้งอยู่ เช่น อะไมโลพลาสต์ หรือ คลอโรพลาสต์ เซลล์ที่มี สตาโทลิทอยู่เรียกว่า สตาโทไซต์ สตาโทลิท จะเปลี่ยนตำแหน่งภายในเซลล์เมื่ออวัยวะมีการปรับตำแหน่งโดยเทียบกับทิศทางของแรงโน้มถ่วง ทฤษฎีนี้ปัจจุบันก็ยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน



รูปที่ 2.3 จ ผลของออกซินต่อการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของต้นพืช

ที่มา : http://www.macleans.school.nz/students/science/F4/plants/Plants2002/5_tropisms.htm

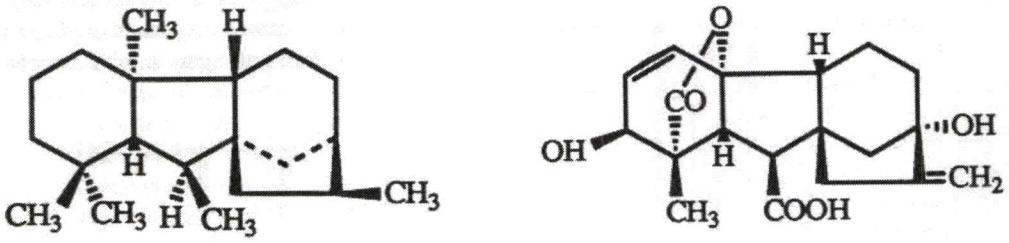
2.3.1.4. ความสัมพันธ์ระหว่างออกซินกับการเจริญเติบโต

มีหลายปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดปริมาณของออกซินในแต่ละส่วนของพืช ในระยะต่างๆของการเจริญเติบโต มีการสร้างออกซินในปริมาณมากเพียงไม่กี่จุด แต่จะเคลื่อนย้ายไปทั่วเนื้อเยื่อพืช บริเวณที่สร้างมากที่สุดคือยอดและใบอ่อน เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ IAA นั้นมีอยู่ทั่วไป แต่จะเกิดกิจกรรมได้ดี ในส่วนที่มีกิจกรรมเมแทบอลิกสูงๆ ในทางกลับกัน ในบริเวณที่มีเอนไซม์ IAA oxidase สูง ก็จะมีปริมาณของ IAA ต่ำ (ปรารถนา, 2015)

2.3.2 Gibberellin

เป็นสารพวก isoprenoid ที่มีโครงสร้างหลักเป็น Ent- Gibberellin (ภาพที่ 2.3 ฉ) สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวและการยืดตัวของเซลล์ได้ มักเรียกว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid ,GA) เพราะมีหมู่ คาร์บอกซิล อยู่ในโครงสร้าง ปัจจุบันพบว่ามีมากกว่า 90 ชนิด พบทั้งในเชื้อราและในพืชชั้นสูง จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดแตกต่างกันที่ตำแหน่งของ double bondและหมู่ hydroxyl(OH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Gibberellin GA3

รูปที่ 2.3 ฉ สูตรโครงสร้าง Gibberellin และ GA3
ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki

2.3.2.1 ผลของจิบเบอเรลลินที่มีต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช

2.3.2.1.1 ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช (intact plant)

มีรายงานมากกว่าจิบเบอเรลลินส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น จิบเบอเรลลินทั้งกว่า 90 ชนิดที่รู้จักกันนั้นสามารถส่งเริมการยืดยาวของลำต้น หรือการแบ่งเซลล์ หรือทั้งสองอย่าง แต่จะมีความแตกต่างกันมากในระหว่างชนิดของจิบเบอเรลลิน ความแตกต่างกันในการตอบสนองของพืชต่อสารเคมีนั้นขึ้นกับหลายปัจจัยและมันก็ไม่ใช่เรื่องผิดปกติที่จิบเบอเรลลินชนิดหนึ่งๆ จะมีผลมากกว่าจิบเบอเรลลินอื่น ๆในระบบของพืชชนิดหนึ่งๆ โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของพืชจะถูกส่งเสริมโดยจิบเบอเรลลินโดยเฉพาะพืชแคระ และพืชที่มีอายุสองปี (biennials) ที่อยู่ในระยะ rosette โดยทั่วไปการกระตุ้นการเจริญเติบโตของจิบเบอเรลลินในต้นพืช จะได้ผลดีกว่าในส่วนของพืชที่ตัดออกมา ซึ่งแตกต่างจากในออกซินมาก (ปรารถนา, 2015)

2.3.2.1.2 พันธุกรรมต้นเตี้ย (Genetic dwarfism)

มีการพัฒนาของพืชกลายพันธุ์จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน มันเป็นพวกกลายพันธุ์แบบยีนเดี่ยว (single gene mutant) โดยต้นพืชจะมีขนาดประมาณเศษหนึ่งส่วนห้าของต้นปกติ และมีปล้องสั้น เมื่อให้จิบเบอเรลลินแก่พืชเหล่านี้ ก็จะเกิดการเพิ่มขนาดเท่ากับต้นปกติ แต่ก็มีพวกกลายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน (gibberellin sensitivity mutants) ซึ่งจะไม่ตอบสนองต่อการให้จิบเบอเรลลินจากภายนอก และมันมีระดับของจิบเบอเรลลินที่เท่ากับต้นปกติแต่ก็ยังคงเป็นต้นเตี้ย พบว่าลักษณะนี้อาจเกิดจากการที่มันมีสารตัวยับยั้งตามธรรมชาติ (natural inhibitors) มากเกินไป หรืออาจจะเป็น receptor mutant ซึ่งจะป้องกันการเจริญเติบโตของมันเองในการตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1.3 การตั้งท้องและการออกดอก (Bolting and Flowering)

จิบเบอเรลลินเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการออกดอกของพืชชั้นสูงจำนวนมาก ในพืชพวก rosette plant ใบจะพัฒนาอย่างมาก แต่การยืดตัวของข้อถูกยับยั้ง แต่เมื่อจะถึงระยะสืบพันธุ์ลำต้นจะยืดตัวอย่างมาก 5-6 เท่าของปกติ พืชที่มีลักษณะการเจริญแบบ rosette ต้องการสภาพกลางวันยาวและความเย็นก่อนการออกดอก ถ้าให้จิบเบอเรลลินแก่ rosette plant ในสภาพที่ไม่มีสิ่งกระตุ้นต่อการออกดอก มันก็จะเกิดการกระตุ้นการตั้งท้องและการออกดอก

2.3.2.1.4 การเคลื่อนย้ายอาหารสะสม, ผลต่อการงอกและการพักตัวของเมล็ด (Mobilization of storage compounds, effect on seed germinations and dormancy)

จากการศึกษาของ Yomo (1960) และ Paleg (1960) พบว่าจิบเบอเรลลินกระตุ้น α-amylase และเอ็นไซม์ไฮดรอไลซิสตัวอื่นๆ ทำให้เกิดการส่งเสริมการเกิดไฮดรอไลซิสของอาหารสะสม ต่อมาก็พบว่าชั้นแอลิวโรน เป็นตัวสร้าง α-amylase ในทางตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน และเอนไซม์ที่เกิดขึ้นนั้นจะเข้าสู่เอนโดสเปอร์ม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล จิบเบอเรลลินอาจส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยการไปเพิ่ม plasticity ของผนังเซลและตามด้วยการไฮดรอไลซิสแป้งไปเป็นน้ำตาล ซึ่งจะไปลดค่าชลศักย์ของเซลล์ ทำให้น้ำเข้าในเซลล์มากขึ้น และเซลล์ยืดยาวออก

2.3.2.1.5 บางครั้งเมล็ดพืชบางชนิดจะไม่งอก

ถึงแม้ว่าจะได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการงอกก็ตาม เมล็ดเหล่านั้นอยู่ในระยะพักตัวซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ การแก้การพักตัวทำได้หลายวิธี ทั้งทางเคมีและกายภาพ เมล็ดพืชบางชนิดต้องผ่านความหนาวเย็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เป็นการแก้การพักตัว การให้จิบเบอเรลลินแก่เมล็ดพืชเหล่านั้นสามารถทำให้เมล็ดงอกเป็นปกติโดยไม่ต้องผ่านความเย็น

2.3.2.2 แหล่งที่มีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน

อย่างน้อยมี 3 แห่งในพืชชั้นสูง ที่มีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน

- เมล็ดและผลที่กำลังพัฒนา (Developing fruit and seed)
- บริเวณที่กำลังยืดตัวของปลายยอด (Elongating shoot apex region)
- ราก (Root) ในรากและยอดนั้นปริมาณจิบเบอเรลลินค่อนข้างต่ำ สำหรับใช้กระตุ้นการเจริญเติบโตตามปกติเท่านั้น ในเมล็ดที่กำลังพัฒนานั้น มีการสร้างจิบเบอเรลลินอยู่ 2 ระยะคือ

1) ทันทีหลังการผสมเกสร (Shortly after anthesis): ในระยะนี้มีการสร้างจิบเบอเรลลินในปริมาณไม่มากนัก เพื่อใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตเหมือนกับในเนื้อเยื่ออื่น ๆที่ยอดและราก

2) ระยะที่มีการเพิ่มขนาดของเมล็ดที่กำลังสุกแก่ (Increasing size of maturing seed): ระยะนี้มีการสร้างจิบเบอเรลลินปริมาณมาก และมีการสะสมสาร polyhydroxylated gibberellin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สร้างขึ้นใหม่จำนวนมาก ซึ่งไม่พบในเนื้อเยื่อปกติของต้นพืช (vegetative tissues)

จิบเบอเรลลินทั้งหมดกว่า 90 ชนิดนั้น มีกิจกรรมทางชีววิทยาของจิบเบอเรลลินที่แตกต่างกัน บางชนิดอาจมีสูงมากบางชนิดก็มีต่ำ ซึ่งอาจขึ้นกับโครงสร้างบางส่วนที่มีความจำเป็นที่จะทำให้เกิดกิจกรรมของจิบเบอเรลลิน เช่น GA1, GA3, GA4, GA7 เป็นพวก 3β-hydroxylated-C-19 GA ซึ่งมีกิจกรรมสูง ส่วน GA8, GA29, GA34, GA51, นั้นเป็นพวก 2β-hydroxyl GA จะเป็นพวกที่มีกิจกรรมของจิบเบอเรลลินต่ำ

2.3.2.3 จิบเบอเรลลินกับการยืดตัวของเซลล์ (GA and plant cell elongation)

การเพิ่มความยาวของพืชเกิดจากการยืดตัวของเซลล์เดิม และการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นใหม่ จิบเบอเรลลินกระตุ้นการเจริญเติบโต โดยกระตุ้นทั้งการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ จิบเบอเรลลิน มีผลต่อการแบ่งเซลล์แบบ mitosis โดยทำให้ระยะ interphase สั้นลง โดยการชักนำให้เซลล์ในระยะ G1 สร้าง DNA

2.3.2.4 การเคลื่อนย้ายของจิบเบอเรลลิน (Transport of GA)

เมื่อให้จิบเบอเรลลิน แก่ต้นถั่ว (pea) พบว่ามีการเคลื่อนย้ายทั้งในโฟลเอมและไซเลม และเป็นการเคลื่อนย้ายที่ไม่ได้กำหนดทิศทางที่แน่นอน (non-polar movement)

2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวไรซ์เบอรี่ (ภาษาอังกฤษ: Rice Berry) เป็นผลงานการปรับปรุงสายพันธุ์ของ รศ.ดร.อภิชาติ และทีมนักวิจัยจาก ศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยเป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ ระหว่าง ข้าวเจ้าหอมนิล ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อ + ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่ ทำให้ได้ลักษณะที่ดีและคุณประโยชน์เด่น ๆ ออกมา ซึ่งพันธุ์ข้าวนี้ได้รับการจดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่ ห้ามมีการนำไปขยายพันธุ์ในเชิงการค้าต่อโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก วช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อภิชาติ, 2550)

รูปที่ 2.4 ลักษณะของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่

ที่มา : https://www.honestdocs.co/riceberry-and-its-benefits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ลักษณะข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวไรซ์เบอรี่มีลักษณะเรียวยาว ผิวมันวาว เป็นข้าวจ้าวสีม่วงเข้มคล้ายกับลูกเบอร์รี่ที่มีสีม่วงเข้มเมื่อสุก หากเป็นข้าวกล้องจะมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว อีกทั้งยังมีรสชาติหอมมัน เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม เนื่องจากผ่านการขัดสีเพียงแค่บางส่วนเท่านั้น จึงยังทำให้คงคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้อย่างครบถ้วน ข้าวสายพันธุ์พิเศษสีม่วงนี้สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี มีอายุเก็บเกี่ยว 130 วัน ให้ผลผลิตปานกลาง มีความสามารถต้านทานต่อโรคไหม้ แต่ไม่ต้านทานโรคหลาว จึงแนะนำให้เปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบของการปลูก ถึงแม้ว่าจะมีข้อดีอยู่มากในการปลูกข้าวสายพันธุ์นี้แต่ยังไม่เป็นที่นิยมเพาะปลูกในหมู่เกษตรกรมากนัก เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่ดูแลรักษายาก ต้องได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ อีกทั้งยังต้องปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ รวมทั้งต้องปลูกในสภาพอากาศเย็น ไม่เช่นนั้นอาจส่งผลต่อสีของเมล็ดข้าว และจะทำให้คุณค่าทางโภชนาการที่มีอยู่ในข้าวไรซ์เบอรี่มีไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

2.4.2 สรรพคุณและคุณค่าทางอาหารของข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวไรซ์เบอรี่ อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารสูง โดยคุณประโยชน์ที่เด่นชัดที่สุดจะพบได้ในน้ำมันรำข้าว และรำข้าว มีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระได้ดี อุดมไปด้วยโฟเลจในปริมาณสูง นอกจากนั้นยังอุดมไปด้วยสารอาหารอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมายหลายชนิด ได้แก่ เบต้าแคโรทีน, แกมมาโอไรซานอล, วิตามินอี, วิตามินบี 1, ลูทีน, แทนนิน, สังกะสี, โอเมก้า 3, ธาตุเหล็ก, โพลีฟีนอล และเส้นใย เป็นต้น ซึ่งสารอาหารเหล่านี้มีส่วนช่วยในการบำรุงร่างกาย บำรุงสายตา บำรุงระบบประสาท ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ช่วยป้องกันโรคต่างๆ ได้อย่างมากมาย อาทิ โรคเบาหวาน โรคมะเร็ง โรคหลอดเหลือด โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคสมองเสื่อม และโรคโลหิตจาง มีส่วนช่วยในการสร้างคอลลาเจน ช่วยชะลอความแก่ ลดระดับไขมัน และคอเรสเตอรอลได้

2.4.3 รงค์วัตถุสีม่วงของข้าวไรซ์เบอรี่

สีม่วงเข้มที่พบในข้าวไรซ์เบอรี่ เกิดขึ้นตามธรรมชาติเนื่องจากมีส่วนประกอบเป็น "สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)" ซึ่งก็คือรงค์วัตถุหรือสารสี สามารถละลายน้ำได้ดี และจัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoid) หรือสาร "ต้านอนุมูลอิสระ" ที่มีประสิทธิภาพสูง

2.5 ข้าวลืมผัว

ข้าวลืมผัว เป็นข้าวสายพันธุ์หนึ่งที่มีชื่อเรียกหลากหลายชื่อได้แก่ ข้าวลืมผัว ข้าวเหนียวลืผัว และข้าวเหนียวก่ำลืมผัว เป็นต้น โดยเป็นข้าวเหนียวนาปีที่เป็นสายพันธุ์ข้าวไร่โบราณชนิดหนึ่ง นิยมปลูกในพื้นที่สูงซึ่งมีอากาศเย็นตลอดทั้งปี ในปัจจุบันพื้นที่ที่นิยมปลูกข้าวลืมผัวมากที่สุดคือ อำเภอพพระ จังหวัดตาก และอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยแต่เดิมนั้นเป็นพันธุ์ข้าวของชาวม้ง ที่นิยมใช้ในการประกอบพิธีกรรมหรือนำมาแปรรูปให้กลายเป็นแป้งแล้วนำไปย่าง เพื่อพกไว้บริโภคระหว่างการเดินทาง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ลักษณะของเมล็ดข้าวลืมผัว

ที่มา : http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของข้าวลืมผัว

ข้าวลืมผัวนั้นมีลักษณะเยื่อหุ้มเป็นสีม่วงดำหรือสีดำคล้ำ จึงเป็นสาเหตุที่เรียกกันว่า ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ และสีของเปลือกหุ้มเมล็ดจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะการเจริญเติบโตของเมล็ด โดยข้าวลืมผัวนั้นเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความอ่อนแอต่อโรคและศัตรูพืชเป็นอย่างมาก แต่เป็นข้าวเหนียวที่ขึ้นชื่อในเรื่องกลิ่นที่หอม รวมถึงความอร่อย โดยมีรสชาติที่มันและเหนียวนุ่มมาก เนื่องจากเป็นข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีนั่นเอง

2.5.2 สรรพคุณและคุณค่าทางอาหารของข้าวลืมผัว

ข้าวลืมผัวเป็นข้าวที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารเป็นอย่างมากชนิดหนึ่ง โดยอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง รวมทั้งอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆมากมาย ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 และ 2, วิตามินอี, สารแกมมา – โอไรซานอล, กรดไขมัน, แอนโทไซยานิน, โอเมก้า 3 6 และ สังกะสี, ธาตุเหล็ก, แมงกานีส และแคลเซียม ซึ่งมีส่วนช่วยในการบำรุงร่างกาย บำรุงสมอง และบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งอีกด้วย รวมถึงช่วยป้องกันโรคหัวใจ โรคสมองเสื่อม โรคเบาหวาน โรคหย่อนสมรรถภาพทางเพศทั้งในเพศชายและเพศหญิง อีกทั้งยังช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และช่วยลดความอ้วนได้ดี จึงเป็นข้าวที่เหมาะสำหรับคนที่ลดน้ำหนักและรักสุขภาพเป็นอย่างมาก

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Joanna และคณะ (1998) ได้ทำการทดลองวิธีการแยกสาร indole-3-acetic acid (IAA) และสาร indole-3-acetyl aspartic acid (Asp) ในสารสกัดจากถั่ว (*Pisum sativum*) โดยใช้วิธีการ capillary electrophoresis ด้วยแสงฟลูออเรสเซนซ์ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ บัฟเฟอร์อะซิเตต 30 มิลลิโมลาร์ ค่าพีเอช 4.5 ปริมาณการฉีด 26 นาโนลิตร แรงดันไฟฟ้า 30 กิโลโวลต์ และใช้ความยาวคลื่นกระตุ้น และความยาวคลื่นส่งออกที่ 254 และ 360 นาโนเมตรตามลำดับ ซึ่งตรวจพบ IAA 18 นิวตันเมตร (nM) (0.39 fmol (เฟมโตโมล)) และ IAAsp 28 นิวตันเมตร (0.73 เฟมโตโมล) จากตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

210 มีปริมาณ IAA และ IAAsp บริเวณปลายยอดของถั่วมีค่าเท่ากับ $1.9x10^{-10}$ และ $1.1x10^{-10}$ โมลต่อกรัม ตามลำดับ

Xavier และคณะ (2001) ได้ทำการทดลองการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ IAA (Indole acetic acid) GA_3 (Gibberellic acid) และ Kinetin ที่ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ที่บริเวณปากถุงเชื้อเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-caju*) พบว่าการใช้ IAA และ GA_3 ที่ความเข้มข้น 50 ppm สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น 46.8% และ 37.8% ตามลำดับ และแตกต่างกับการไม่ฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ แต่การฉีดพ่น Kinetin ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของเห็ดนางฟ้า

Yue-Na Sun และคณะ (2013) ได้ทำการทดลองตรวจหาสารควบคุมการเจริญเติบโตในถั่วงอกด้วยวิธี Micellar electrokinetic chromatography ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกับช่วงเวลาที่เกิดพีค (Peak) ด้วยโครมาโตรแกรม ซึ่งสารละลายมาตรฐานที่มีกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 5 กลุ่ม มี 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สภาวะที่ใช้การทดลอง fused-silica capillary ขนาด 50 มิลลิเมตร ความยาว 65 เซนติเมตร (ความยาวที่มีประสิทธิภาพขนาด 50 เซนติเมตร) บัฟเฟอร์ (pH 9.0) borax 10 มิลลิโมลาร์, sodium dihydrogen phosphate 10 มิลลิโมลาร์, SDS 90 มิลลิโมลาร์ และ acetonitrile 5% อัตราการไหล 9 วินาที 12 kPa แรงดันไฟฟ้า 18 กิโลโวลต์ ความยาวคลื่นที่ 214 นาโนเมตร ซึ่งทั้งหมดตรวจพบตัวอย่างในรูปของโครมาโตรแกรมพบสาร IAA, IBA, GA3, ABA และ NAA ในถั่วงอก ซึ่งมีความเข้มข้นของ IAA, IBA, GA3, ABA and NAA ในถั่วงอกโดยประมาณ 0.076, 3.302, 0.528, 0.721 and 0.164 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ฉันทนา ปราชญาพร (2528) ได้ทำการทดลองผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดนางรม (*Pleurotus florida*) โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต 3 ชนิด คือ NAA (1-napthylacetic acid) GA_3 (Gibberellic acid) และ BAP (6-benzylaminopurine) ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1 10 และ 100 ส่วนในล้านส่วน พบว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลทำให้การเจริญของเส้นใยของเห็ดนางรมดีกว่าการไม่ใช้สาร (control) สำหรับการให้ผลผลิต พบว่า การใช้ GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นมีแนวโน้มให้จำนวนดอกและน้ำหนักดอกเห็ดสดสูงสุด และสูงกว่าการไม่ใช้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เห็ด

3.1.1.1 เห็ดถั่งเช่าหิมะสายพันธุ์ *Isaria tenuipes*

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 กลูโคส

3.1.2.2 เปปโตน

3.1.2.3 สารสกัดจากยีสต์

3.1.2.4 เอทานอลร้อยละ 95

3.1.2.5 ฮอร์โมนสูตรลุงหยุด

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Air Flow)
2. ตู้เย็น
3. เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle, Cork borer)
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์
5. บีกเกอร์
6. กระบอกตวง
7. จานเพาะเลี้ยง
8. ผ้าขาวบาง
9. ขวดรูปชมพู่
10. ขวดแก้วสำหรับการเพาะเลี้ยง
11. หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave Sterilizer)
12. เครื่องชั่งสาร
13. เครื่องบ่มเพาะเชื้อแบบเขย่า
14. เครื่องล้างอัลตราโซนิก (Sonicator Bath)
15. เครื่องกรองสุญญากาศ แผ่นกรองชนิด CelluloseNitrate 0.45
16. ขวดสีชาขนาดเล็ก
17. ตู้อบ 70 และ 180 องศาเซลเซียส (Hot Air Oven)
18. โถดูดความชื้น (Desiccator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. เครื่องเพาะถั่วงอกอัตโนมัติ

20. หัวฉีดน้ำ (Foggy)

21. เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง (HPLC)

3.2 การเตรียมถั่วงอก

นำเมล็ดถั่วเขียวมาแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่น (60 กรัมต่อครั้ง) มาวางลงบนถาดพลาสติกแบบเจาะรูที่เพื่อระบายน้ำและรักษาความชื้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส รดน้ำ 3 ครั้งต่อวัน เก็บเกี่ยวหลังการงอก 3 วัน (Ebert และคณะ, 2017)

3.3 การเตรียมน้ำถั่วงอก

นำถั่วงอกมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (บุญถม สุภาพพันธ์, 2540) แล้วนำไปบดเป็นผง (2.5 กรัม) เติมเอทานอล 50 มิลลิลิตร (บุญยืน กิจวิจารณ์, 2544) ในขวดรูปชมพู่แล้วนำไปเขย่าเป็นเวลา 25 นาที เข้าเครื่องล้างอัลตราโซนิก (Sonicator Bath) เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บสารละลายส่วนใส (Yue-Na Sun และคณะ, 2013)

3.4 การเตรียมน้ำสกัดจากถั่วงอก

โดยอวัยวะแต่ละส่วนของพืชมีการตอบสนองต่อออกซินต่างกัน ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของลำต้น ตา และราก โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 10^{-5} – 10^{-6}, 10^{-8} – 10^{-9}, และ 10^{-10}– 10^{-11} ตามลำดับ ความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโต (ปรารถนา จันทร์ทา และคณะ, 2015) ดังนั้นการเจริญของดอกเห็ดถั่งเช่าหิมะจะศึกษาเฉพาะลำต้น จึงนำน้ำถั่วงอกมาทำการแบ่งเป็น 3 ความเข้มข้น คือ 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6} เปรียบเทียบกับตัวควบคุมและฮอร์โมนสูตรลุงหยุด จากนั้นนำน้ำถั่วงอกที่แบ่งเป็น 3 ความเข้มข้นและทำการฆ่าเชื้อ 2 วิธี คือการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ และการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ จากนั้นเก็บใส่ขวดสีชาขนาดเล็ก

3.5 การศึกษาความเข้มข้นและวิธีการฆ่าเชื้อของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่มีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าหิมะ

หลังจากเปิดดอกเห็ด ทำการฉีดฮอร์โมนที่เลี้ยงเป็นเวลา 15 และ 20 วัน จำนวน 2 ครั้ง ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6} ด้วยวิธีการฆ่าเชื้อ 2 วิธี คือการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉีดน้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม เปรียบเทียบกับฮอร์โมนสูตรลุงหยุด ทำการบันทึกผลโดยการวัดความยาวของดอกก่อนการฉีดและหลังฉีดฮอร์โมน จากนั้นเก็บผลและทำแห้งให้มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 ชั่งน้ำหนักแห้ง บันทึกน้ำหนักแห้งที่ได้

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าหิมะ

ชั่งดอกเห็ด สกัดด้วยน้ำบริสุทธิ์สูงอัตราส่วน 1:10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ภายใต้เครื่องเขย่าเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Bath) ควบคุมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 40 นาที กรองสารสกัดผ่านเมมเบรนฟิวเตอร์ ขนาด 0.22 ไมโครเมตร ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารทั้งสองด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง (HPLC) ยี่ห้อ Shimadzu โดยใช้คอลัมน์ C18 (4.6 mm x 250 mm, 5 µm) ใช้น้ำบริสุทธิ์สูงต่อเมทานอล อัตราส่วน 85:15 (ปริมาตร/ปริมาตร) เป็นเฟสเคลื่อนที่ โดยอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาตรของตัวอย่างที่ทดสอบ 1 ไมโครลิตร และทำการวิเคราะห์โครมาโตรแกรมที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร (Wang และคณะ, 2015)

3.7 การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์การทดลองแบบ Factorial Experiments in Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็นสองปัจจัย คือ ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากถั่งงอกและวิธีการปลอดเชื้อ ซึ่งแบ่งความเข้มข้นเป็น 3 ความเข้มข้น และทำการฆ่าเชื้อ 2 วิธี คือการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ และการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ทำการทดลองอย่างละ 3 ซ้ำ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรที่ทำการศึกษาโดยวิธี Duncan Method และมาวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (IBM SPSS Statistics) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (แสดงดังภาคผนวก ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การเจริญของถั่วงอก

จากการเพาะเลี้ยงถั่วงอกเป็นเวลา 3 วัน โดยเครื่องเพาะถั่วงอกจะได้ถั่วงอกสด (รูปที่ 4.1ก) เมื่อนำถั่วงอกไปอบแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง (รูปที่ 4.1ข) นำไปบดเป็นผงละเอียด (รูปที่ 4.1ค) แล้วสกัดด้วยเอทานอลจะได้น้ำสกัดจากถั่วงอก (รูปที่ 4.1ง)

(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงถั่วงอกและการสกัด (ก) ถั่วงอกสด (ข) ถั่วงอกอบแห้ง (ค) ถั่วงอกบดเป็นผงละเอียด (ง) น้ำสกัดจากถั่วงอก

4.2 การเจริญของเห็ดถั่งเช่าหิมะ

จากการเพาะเลี้ยงหัวเชื้อบนอาหารแข็ง (สูตรอาหารแสดงดังภาคผนวก ก) เป็นเวลาประมาณ 7 - 14 วัน บ่มที่อุณหภูมิ 18 – 22 องศาเซลเซียส ในที่มืดผลปรากฏว่าเห็ดถั่งเช่ามีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาว ลักษณะการเจริญเป็นวงกว้าง (รูปที่ 4.2ก) เมื่อนำไปลงในอาหารเหลว (สูตรอาหารแสดงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก) ทำการเขย่าเป็นเวลา 3 – 4 วัน ในที่มืด ลักษณะของเส้นใยเป็นแผ่น เป็นสีขาวขุ่น มีลักษณะเป็นก้อนกลม (รูปที่ 4.2ข)

(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 การเจริญของเห็ดถั่งเช่าบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ก) เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าหิมะบนอาหารแข็ง (ข) เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าหิมะในอาหารเหลว

4.3 ผลของความเข้มข้นต่างๆจากน้ำสกัดจากถั่งอกโดยวิธีการปลอดเชื้อด้วยวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าหิมะ

จากการทดสอบการเร่งการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าหิมะด้วยน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6} ทั้งวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ได้ผลความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะ หลังจากการฉีดน้ำสกัดจากถั่วงอกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1

ตารางที่ 4.3.1 ตารางแสดงความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะหลังจากฉีดน้ำสกัดจากถั่วงอกครั้งที่ 1และครั้งที่2

ความเข้มข้น	ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)			
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	การกรอง	การนึ่งฆ่าเชื้อ	การกรอง	การนึ่งฆ่าเชื้อ
10^{-2}	1.9900±0.01^{a}	1.9033±0.04^{a}	2.5333±0.02^{a}	2.4100±0.02^{a}
10^{-4}	1.9567±0.08^{a}	1.9033±0.04^{a}	2.5233±0.08^{a}	2.4133±0.07^{a}
10^{-6}	1.8900±0.05^{a}	1.9200±0.05^{a}	2.4100±0.08^{a}	2.4933±0.08^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้งและแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพบว่าหลังการฉีดครั้งที่ 1 ความยาวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดของวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อคือการใช้น้ำถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} และความเข้มข้น 10^{-6} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.9900±0.01 และ 1.9200±0.05 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาในส่วนของการกรองก็คือการใช้น้ำถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-6} (1.9567±0.08 และ 1.8900±0.05 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนของการนึ่งฆ่าเชื้อก็คือ ความเข้มข้น 10^{-2} และ 10^{-4} (1.9033±0.04 และ 1.9033±0.04 เซนติเมตร ตามลำดับ)

หลังการฉีดครั้งที่ 2 ความยาวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดของวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อคือ คือ ความเข้มข้น 10^{-2} และความเข้มข้น 10^{-6} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.5333±0.02 และ 2.4933±0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาในส่วนของการกรองก็คือ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-6} (2.5233±0.08 และ 2.4100±0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนของการนึ่งฆ่าเชื้อก็คือ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-2} (2.4133±0.07 และ 2.4100±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ)

จากการเปรียบเทียบความยาวที่เพิ่มขึ้นของเห็ดถั่งเช่าหิมะระหว่างการฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอก (ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6}) หลังจากการฉีดทั้ง 2 ครั้งนั้น ได้ผลความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะ ดังแสดงในตารางที่ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.2 ตารางเปรียบเทียบผลความยาวของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่เพิ่มขึ้นระหว่างการฉีดด้วยชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุดและน้ำสกัดจากถั่วงอก ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

ความเข้มข้น	ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)			
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	การกรอง	การนึ่งฆ่าเชื้อ	การกรอง	การนึ่งฆ่าเชื้อ
ชุดควบคุม	2.1333±0.05[a]	-	2.4267±0.12[a]	-
ฮอร์โมนลุงหยุด	1.9100±0.10[a]	-	2.3667±0.12[a]	-
10^{-2}	1.9900±0.01[a]	1.9033±0.04[a]	2.5333±0.02[a]	2.4100±0.02[a]
10^{-4}	1.9567±0.08[a]	1.9033±0.04[a]	2.5233±0.08[a]	2.4133±0.07[a]
10^{-6}	1.8900±0.05[a]	1.9200±0.05[a]	2.4100±0.08[a]	2.4933±0.08[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้งและแนวนอนที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้นต่างๆ (10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6}) ชุดควบคุม (น้ำกลั่น) และฮอร์โมนลุงหยุด พบว่าหลังการฉีดครั้งที่ 1 ความยาวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ชุดควบคุม ซึ่งมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 2.1333±0.05 เซนติเมตร รองลงมาด้วยวิธีการกรองคือ ความเข้มข้น 10^{-2}, ความเข้มข้น 10^{-4}, ความเข้มข้น10^{-6} ด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ และฮอร์โมนลุงหยุด (1.9900±0.01, 1.9567±0.08, 1.9200±0.05 และ 1.9100±0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ) หลังการฉีดครั้งที่ 2 ความยาวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ความเข้มข้น 10^{-2} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.5333±0.02 เซนติเมตร รองลงมาคือ ความเข้มข้น 10^{-4} ด้วยวิธีการกรอง , ความเข้มข้น10^{-6} ด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ ชุดควบคุม และฮอร์โมนลุงหยุด (2.5233±0.08, 2.4933±0.08, 2.4267±0.12 และ 2.3667±0.12 เซนติเมตร ตามลำดับ) ดังภาคผนวก ค

จากการวัดความยาวที่เพิ่มขึ้นของเห็ดถั่งเช่าหิมะหลังจากการฉีดด้วยชุดควบคุม(น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอก (ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6}) ทั้ง 2 ครั้งนั้น พบว่าชุดควบคุม(น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} ,10^{-4} และ 10^{-6} หลังจากการฉีดทั้ง 2 ครั้งนั้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการวิจัยค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปริมาณฮอร์โมนที่มีในน้ำสกัดจากถั่วงอกอาจจะมีปริมาณที่น้อยเกินไป (โชลม และคณะ, 2554) เมื่อทำการสกัดน้ำถั่วงอกอาจจะมีองค์ประกอบอย่างอื่นมากกว่าฮอร์โมนที่ต้องการจะศึกษาอย่างปริมาณโปรตีน แคลเซียม เหล็ก สังกะสี และวิตามินซีวิตามินเกลือแร่ (Andreas W. Ebert และคณะ, 2017) หรือฮอร์โมนมีการสูญเสียไประหว่างการสกัด (Yue-Na Sun และคณะ, 2013) ดังนั้นเมื่อปริมาณฮอร์โมนที่มีในถั่วงอกอาจจะมีปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญของเห็ดถั่งเช่าหิมะ และวิธีการปลอดเชื้ออาจจะได้ผลไม่แตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อมากกว่าการกรองเพื่อเป็นวิธีที่ประหยัดเวลาและต้นทุนต่ำ

4.4 วิเคราะห์น้ำหนักแห้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยน้ำสกัดจากถั่วงอกด้วยวิธีปลอดเชื้อโดยการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ (ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6}) ฮอร์โมนลุงหยุด และชุดควบคุม ด้วยการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าหิมะเป็นเวลา 15 และ 20 วัน นับจากวันที่เปิดดอก แล้วนำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลังอบ และคำนวณหาน้ำหนักแห้งจากสูตร น้ำหนักแห้ง = น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ แล้วจึงบันทึกค่าน้ำหนักแห้ง ได้ค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	
	การกรอง	การนึ่งฆ่าเชื้อ
ชุดควบคุม	0.7882±0.04[a]	-
ฮอร์โมนลุงหยุด	0.8599±0.03[a]	-
10^{-2}	0.7384±0.04[a]	0.7630±0.03[a]
10^{-4}	0.7383±0.04[a]	0.7687±0.04[a]
10^{-6}	0.6526±0.03[a]	0.6329±0.05[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้งและแนวนอนที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นต่างๆกับฮอร์โมนลุงหยุด และ ชุดควบคุม โดยพบว่าค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุด คือ ฮอร์โมนลุงหยุด รองลงมาชุดควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.8599±0.03 และ 0.7882±0.04 กรัม ในส่วนของวิธีการกรองความเข้มข้นที่มากที่สุดคือ ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-4} และ 10^{-6} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7384±0.04 , 0.7383±0.04 และ 0.6526±0.03 กรัม ตามลำดับ ในส่วนของวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อความเข้มข้นที่มากที่สุดคือ ความเข้มข้น 10^{-4}, 10^{-2} และ 10^{-6} ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7687±0.04 , 0.7630±0.03 และ 0.6329±0.05 กรัม ตามลำดับ (ดังภาคผนวก 3ค)

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าหิมะซึ่งมีค่าที่น้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจเกิดจากการที่ดอกเห็ดจะผ่านการอบแห้งแล้วแต่การเก็บรักษาในสภาวะที่ไม่เหมาะสมก็จะส่งผลต่อการสูญเสียสภาพและสารสำคัญทางยาที่อยู่ในดอกเห็ด และอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่น ๆ ได้ ดังนั้นการเก็บรักษาดอกเห็ดถั่งเช่าในถุงฟอยด์แบบซิปล็อคที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสีรวมถึงปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินได้ดีกว่าสภาวะอื่น ๆ (ณัฐพงษ์ และคณะ, 2560) เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาสภาพโครงสร้างทางเคมีของเม็ดสีหรือรงควัตถุต่างๆ ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง และจะช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ (จริงแท้, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าหิมะ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าหิมะด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง(HPLC)พบปริมาณสารAdenosineและCordycepinดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine และ Cordycepin ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่งงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

สารที่ตรวจพบ / ตัวอย่าง	ปริมาณความเข้มข้น (mg/g)	
	Adenosine	Cordycepin
ชุดควบคุม (Control)	2.1068±0.02[a]	0.5216±0.01[a]
ฮอร์โมนลุงหยุด	1.9148±0.01[a]	0.7336±0.02[a]
ความเข้มข้น 10^{-2} ด้วยวิธีการกรอง	2.3857±0.01[a]	0.7248±0.01[a]
ความเข้มข้น 10^{-4} ด้วยวิธีการกรอง	2.3414±0.01[a]	0.7435±0.02[a]
ความเข้มข้น 10^{-6} ด้วยวิธีการกรอง	2.6902±0.00[a]	0.7682±0.02[a]
ความเข้มข้น 10^{-2} ด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ	2.3319±0.03[a]	0.6969±0.04[a]
ความเข้มข้น 10^{-4} ด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ	2.4563±0.02[a]	0.5095±0.03[a]
ความเข้มข้น 10^{-6} ด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ	2.2802±0.01[a]	0.7961±0.01[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้งและแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine และ Cordycepin ในเห็ดถั่งเช่าหิมะ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณของสาร Adenosine ที่พบมากที่สุดคือ ความเข้มข้น 10^{-6} ด้วยวิธีการกรอง ซึ่งมีค่าท่ากับ 2.6902 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาในส่วนของการกรองคือ ความเข้มข้น 10^{-2} และ ความเข้มข้น 10^{-4} ซึ่งมีค่าท่ากับ 2.3857 และ 2.3414 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

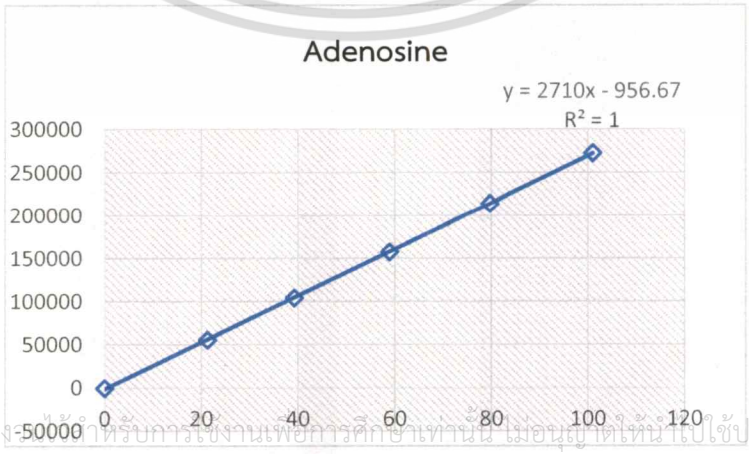
ในส่วนของการนึ่งฆ่าเชื้อสาร Adenosine ที่พบมากที่สุดคือ ความเข้มข้น 10^{-4} ซึ่งมีค่าท่ากับ 2.4563 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาในส่วนการนึ่งฆ่าเชื้อคือ ความเข้มข้น 10^{-2} และ ความเข้มข้น 10^{-6} มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ตามด้วยชุดควบคุมและฮอร์โมนลุงหยุด ซึ่งมีค่าท่ากับ 2.1068 และ 1.9148 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ดังภาคผนวก 4ค)

ปริมาณความเข้มข้นของสาร Cordycepin ที่พบมากที่สุดทั้งวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ คือ ความเข้มข้น 10^{-6} ซึ่งมีค่าท่ากับ 0.7682 และ 0.7961 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาในส่วนของการกรองคือ ความเข้มข้น 10^{-4}, ฮอร์โมนลุงหยุด และ ความเข้มข้น 10^{-2} ซึ่งมีค่าท่ากับ 0.7435, 0.7336 และ 0.7248 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ในส่วนของการนึ่งฆ่าเชื้อรองลงมาคือ ความเข้มข้น 10^{-2}, ชุดควบคุม และ ความเข้มข้น 10^{-4} ซึ่งมีค่าท่ากับ 0.6969, 0.5216 และ 0.5095 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ดังภาคผนวก 5ค)

โดยทั่วไปปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดถั่งเช่าจากงานวิจัย (Lei Huang และคณะ, 2009) ได้ทำการศึกษาสมบัติของส่วนประกอบทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ Cordycepin และ Adenosine ฟรุตติ้งบอดี้ (fruiting bodies) และเส้นใย (mycelia) จากเห็ดถั่งเช่า *C. sinensis* และ *C. militaris* ด้วยวิธี HPLC พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Cordycepin และ Adenosine ของ C. militaris เท่ากับ 2.654 ± 0.02 และ 2.45 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งความเข้มข้น 10^{-4} ของการนึ่งฆ่าเชื้อมีสาร Adenosine มีค่าใกล้เคียงเท่ากับ 2.4563 มิลลิกรัมต่อกรัม ดังนั้นปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีอยู่ในดอกเห็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความแข็งแรงของสายพันธุ์ อาหารเพาะเลี้ยง สภาพแวดล้อม ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง รวมไปถึงขั้นตอนวิธีการการสกัดและวิเคราะห์สาร และอื่น ๆ ดังนั้น จึงยากที่จะนำมาเปรียบเทียบกัน (รัตนะ ยศเมธากุล และคณะ, 2018)

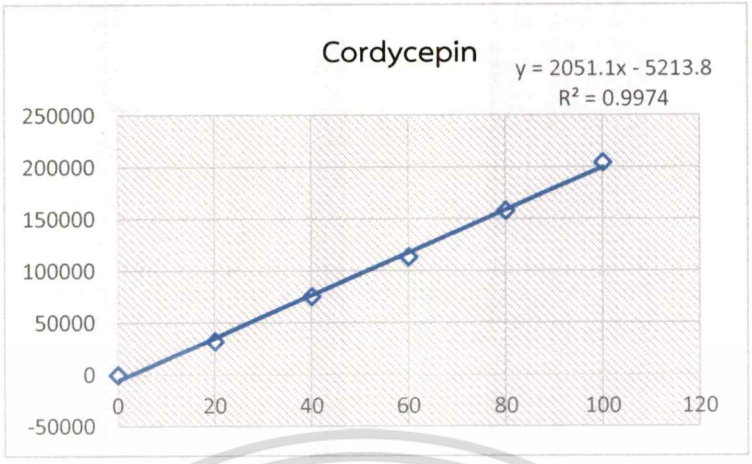
โดยวิธีการหาปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine และ Cordycepin คำนวณจากกราฟมาตรฐานด้วยสมการเส้นตรง ดังรูป 4.5

(ก)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข)



รูปที่ 4.5 (ก) กราฟมาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของสาร Adenosine
(ข) กราฟมาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของสาร Cordycepin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ทำการเร่งด้วยฮอร์โมนจากน้ำสกัดจากถั่วงอก พบว่าหลังการฉีดฮอร์โมนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หลังเปิดดอกเป็นเวลา 15 และ 20 วัน ความยาวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดของวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อทั้งสองครั้งคือ น้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} และความเข้มข้น 10^{-6} และค่าน้ำหนักแห้งสูงสุดคือฮอร์โมนสูตรลุงหยุดเท่ากับ 0.8599 กรัม เมื่อเปรียบเทียบความยาวที่เพิ่มขึ้นและค่าน้ำหนักแห้งด้วยโปรแกรมทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นจึงนำเห็ดถั่งเช่าหิมะมาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ 2 ชนิด คือ อะดีโนซีนและคอร์ไดซีปีน พบว่าปริมาณสารอะดีโนซีนที่พบมากที่สุด คือ น้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-6} ด้วยวิธีการกรอง ซึ่งมีค่าท่ากับ 2.6902 มิลลิกรัมต่อกรัม และปริมาณสารคอร์ไดซีปีนที่พบมากที่สุด ทั้งวิธีการกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ คือ น้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-6} ซึ่งมีค่าท่ากับ 0.7682 และ 0.7961 มิลลิกรัมต่อกรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาฮอร์โมนจากถั่วงอกในงานวิจัยนี้พบว่า ถั่วงอกอาจจะมีปริมาณโปรตีนที่มากพอต่อการศึกษาปริมาณโปรตีนในถั่วสายพันธุ์ต่างๆอย่าง ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วเขียว ศึกษาสายพันธุ์และสภาวะที่เหมาะแก่การเพาะปลูก และการบริโภคแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วงอก ซึ่งในส่วนของเห็ดถั่งเช่าหิมะสามารถปรับปรุงพัฒนาวิธีการผลิตให้ได้ผลิตผลในปริมาณมากเพื่อเพียงพอต่อการนำไปแปรรูปใช้ในรูปของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ด้านการบริโภคที่มีประโยชน์ อย่างเช่น อาหารเสริม ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของความงาม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

การตอบสนองของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพืชต่อออกซิน. 2012. [ออนไลน์]. Available: https://sites.google.com/site/clickclickieie/auxin-IAA (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ฉันทนา ปราชญาพร. 2528. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดที่มีต่อการเจริญของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดนางรม. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา, พีระศักดิ์ ฉายประสาท และบุญส่ง แสงอ่อน. 2560. อิทธิพลของการเก็บรักษาดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมี. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000. 4 น.

ถั่วเขียว. 2016. [ออนไลน์]. Available: http://puechkaset.com (สืบค้นวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2545. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่สำคัญของประเทศไทย. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รังสฤษฏ์ กาวีต๊ะ. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หลักการและเทคนิค. มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 219 น.

รัตนะ ยศเมธากุล และ ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. 2018. การผลิตสารคอร์ไดเซปินและอะดีโนซีนในเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งธัญพืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60000. 4 น.

บุญถม สุภาพพันธ์. 2540. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถั่วงอกอบแห้ง. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย. มหาวิทยาลัยมหิดล. บัณฑิตวิทยาลัย วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร. [ออนไลน์]. Available: http://www.thaithesis.org/detail.php?id=42295 (สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม 2561)

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2544. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 207 น.

ปรารถนา จันทร์ทา, พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์, และสุกานดา ดอกสันเทียะ. 2015. ฮอร์โมนพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 84 น.

ผลของ auxin ต่อการเกิดรากของ *Paeonia lactiflora*. 2015. [ออนไลน์]. Available: www.paeon.de/h1/albe/mic.html. (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

ผลของออกซินต่อการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของต้นพืช. 2015. [ออนไลน์]. Available:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.macleans.school.nz/students/science/F4/plants/Plants2002/5_tropisms.htm. (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

พันจ่าเอกโชลม จิตรมั่น, รศ.ดร.พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ. 2554. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการเพาะเห็ด. มหาบัณฑิตหลักสูตรเกษตรศาสตร์แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 289-299.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2547. ถั่วเขียว. ในพืชเศรษฐกิจ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 152-165.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 195 น.

ลักษณะของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่. 2018. [ออนไลน์]. Available: https://www.honestdocs.co/riceberry-and-its-benefits (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

ลักษณะของเมล็ดข้าวลืมผัว. 2018. [ออนไลน์]. Available: http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2561)

ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี. 187 น

.สูตรโครงสร้าง Gibberellin และ GA3. 2015. [ออนไลน์]. Available: https://th.wikipedia.org/wiki (สืบค้นวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

สูตรโครงสร้างของ IAA. 2015. [ออนไลน์]. Available: http://www.planthormones.info/auxins.htm (สืบค้นวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

เห็ดถั่งเช่าหิมะ. 2015. [ออนไลน์]. Available: https://www.goodhealth1999 (สืบค้นวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

อภิชาต วรรณวิจิตร. 2550. ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวสายพันธุ์ใหม่ ธัญพืชเพื่อสุขภาพ. [ออนไลน์]. Available: https://www.honestdocs.co/riceberry-and-its-benefits (สืบค้นวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

ออกซินสังเคราะห์ชนิดต่างๆ. สืบค้นจาก ปรารถนา จันทร์ทา. 2015.

Andreas W. Ebert, Ching-Huan Chang, Miao-Rong Yan, Ray-Yu Yang. 2017. Nutritional composition of mung bean and soybean sprouts compared to their adult growth stage. World Vegetable Center, 60 Yi-Min Liao, Shanhua, Tainan 74151, Taiwan. 8 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. Association of official Analytical Chemists. Inc.: Washington D.C. 119 pp.

Joanna Olssona, Kristina Claesona, Bo Karlberga, Ann-C. N. 1998. Determination of indole-3-acetic acid and indole-3-acetylaspartic acid in pea plant with capillary electrophoresis and fluorescence detection. Department of Analytical Chemistry, Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden Department of Botany, Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden. 9 pp.

Lei Huang, Qizhang Li, Yiyuan Chen, Xuefei Wang and Xuanwei Zhou. 2009. Determination and analysis of cordycepin and adenosine in the products of *Cordyceps* spp. Plant Biotechnology Research Center, Fudan-SJTU-Nottingham Plant Biotechnology R&D Center, School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, P. R. China. 5 pp.

Paleg, L. G. 1960. Physiological effects of gibberellic acid. II. On starch hydrolyzing enzymes of barley endosperm. Department of plant physiology, waite agricultural research institute, University of Adelaide, Adelaide, S.A., Australia. 5 pp.

Rachie, K.O. and L.R. Roberts. 1974. Grain Legumes of the lowland tropics. Adv. Agron. 26: 72-77.

Sun Biotech Co. Ltd, 2012. Sun Kuan Biotech. Manufacturer, OEM, ODM. Dun Road, 2nd Floor, 942 Taichung Situn District.

Wang J, Kan, Nie, S., Chen, H., Cui, S.W. and Phillips, A.O. 2015. A comparison of chemical composition, bioactive components and antioxidant activity of natural and cultured *Cordyceps sinensis*. Food and Science and Technology. 63(1): 2-7.

Xavier RL. and Kumuthakalavalli R. 2001. Effect of phytohormones on the yield of gray oyster mushroom *Pleurotus sajor-caju*, Journal of Ecobiology [J. Ecobiology.], 13(4): 305-307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yomo, H. 1960. Studies on the amylase activating substance (part 4) on the amylase activating action of Gibberellin. Hakko Kyokai shi 18: 600-603.

Yue-Na Sun, Xin-Ying Qin, Yun-Kai Lv, Shan-Ze Li and Chen Wei. 2013. Simultaneous Determination of Five Phytohormones in Mungbean Sprouts of China by Micellar Electrokinetic Chromatography. College of Chemistry and Environmental Science, Hebei University, Key Laboratory of Analytical Science and Technology of Hebei Province, Baoding 071002, People's Republic of China. 5 pp.

Zhijun Xi, Zhujun Zhang, Yonghua Sun, Zuolong Shi and Wei Tian. Determination of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in mung bean sprouts using high performance liquid chromatography with immobilized Ru $(bpy)_3^{2+}$–KMnO4 chemiluminescence detection. College of Chemistry and Materials Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China. 6 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อ

ภาคผนวก 1ก อาหารวุ้น PDA (Potato dextrose agar) เสริม สำหรับเลี้ยงหัวเชื้อ

มันฝรั่ง	200	กรัมต่อลิตร
ข้าวโพดอ่อน	50	กรัมต่อลิตร
ผงวุ้น	20	กรัมต่อลิตร
กลูโคส	10	กรัมต่อลิตร
สารสกัดจากยีสต์	5	กรัมต่อลิตร
เปปโตน	5	กรัมต่อลิตร
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมโดยการต้มมันฝรั่งดิบ 200 กรัม และข้าวโพดอ่อน 50 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง เติมกลูโคส 10 กรัม, สารสกัดจากยีสต์ 5 กรัม, เปปโตน 5 กรัม และผงวุ้น 20 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น คนให้เข้ากันเทใส่ขวดรูปชมพู ปิดจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก 2ก อาหารเหลว PDB (Potato dextrose broth) เสริม สำหรับเลี้ยงหัวเชื้อ

มันฝรั่ง	200	กรัมต่อลิตร
ข้าวโพดอ่อน	50	กรัมต่อลิตร
กลูโคส	10	กรัมต่อลิตร
สารสกัดจากยีสต์	5	กรัมต่อลิตร
เปปโตน	5	กรัมต่อลิตร
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมโดยการต้มมันฝรั่งดิบ 200 กรัม และข้าวโพดอ่อน 50 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง เติมกลูโคส 10 กรัม, สารสกัดจากยีสต์ 5 กรัม และเปปโตน 5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น คนให้เข้ากันเทใส่ขวดรูปชมพู ปิดจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 3ก อาหารเหลว PDB (Potato dextrose broth) เสริม สำหรับเลี้ยงดอกเห็ด

ธัญพืช (ข้าวลืมผัว ข้าวไรซ์เบอร์รี่)	20	กรัม
ผงดักแด้ / ตัวหนอน	30	กรัมต่อลิตร
มันฝรั่ง	200	กรัมต่อลิตร
ข้าวโพดอ่อน	50	กรัมต่อลิตร
กลูโคส	20	กรัมต่อลิตร
สารสกัดจากยีสต์	5	กรัมต่อลิตร
เปปโตน	5	กรัมต่อลิตร
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมโดยการต้มมันฝรั่งดิบ 200 กรัม และข้าวโพดอ่อน 50 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง เติมกลูโคส 20 กรัม, สารสกัดจากยีสต์ 10 กรัม และเปปโตน 10 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น คนให้เข้ากัน ตักน้ำมาจำนวนหนึ่งใส่หนอน 30 กรัม บดให้ละเอียด จากนั้นเทผสมกับอาหาร PDB เสริม

ชั่งข้าวลืมผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่อย่างละ 20 กรัม ใส่ขวดโหล ตวง PDB เสริมประมาณ 64 มิลลิลิตร เทใส่โหลข้าวที่ชั่งแล้ว ปิดฝาพร้อมจุกสำลี หุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก 4ก สูตรอาหารเสริมด้วยไข่ไก่

มันฝรั่ง	200	กรัมต่อลิตร
ข้าวโพดอ่อน	50	กรัมต่อลิตร
กลูโคส	10	กรัมต่อลิตร
ไข่ไก่	65	กรัมต่อลิตร
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมโดยการต้มมันฝรั่งดิบ 200 กรัม และข้าวโพดอ่อน 50 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง เติมกลูโคส 10 กรัม และ ไข่ไก่ 65 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น คนให้เข้ากันเทใส่ขวดรูปชมพู ปิดจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผล

ภาคผนวก 1ข การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC,2000)

1.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะสำหรับหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ นำตัวอย่างออกมาจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น

1.3 ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง บันทึกผลและนำไปคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

เมื่อ M_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

M_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

ภาคผนวก 2ข การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส

2.1 ชั่งตัวอย่างข้าวประมาณ 1-2 กรัม ใส่หลอดเซนติฟิวพลาสติก เติมน้ำกลั่น (Ultra-Pure) ประมาณ 5-10 มิลลิลิตร

2.2 ใช้ช้อนบดข้าวให้ละเอียด คนให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 3 นาที

2.3 วัดค่าพีเอชด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) ลงบริเวณส่วนใสของตัวอย่าง อย่าจุ่มลงไปตะกอนด้านล่าง รอค่าหยุดนิ่ง แล้วอ่านค่าพีเอช

2.4 เมื่อวัดค่าพีเอชเสร็จ ให้ใช้น้ำกลั่นล้างตัววัดพีเอชบริเวณส่วนที่สัมผัสกับตัวอย่างให้สะอาด แล้วใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลผลการทดลองและการคำนวณทางสถิติ

ตารางภาคผนวก 1ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} หลังฉีดฮอร์โมน ครั้งที่ 1 ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ชุดควบคุม และฮอร์โมนลุงหยุด ด้วยวิธี Duncan

Descriptives

long

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						Lower Bound	Upper Bound			
A-2		3	1.9033	.07234	.04177	1.7236	2.0830	1.82	1.95	
A-4		3	1.9033	.07638	.04410	1.7136	2.0931	1.82	1.97	
A-6		3	1.9200	.09165	.05292	1.6923	2.1477	1.84	2.02	
F-2		3	1.9900	.02646	.01528	1.9243	2.0557	1.96	2.01	
F-4		3	1.9567	.14048	.08110	1.6077	2.3056	1.81	2.09	
F-6		3	1.8900	.10149	.05859	1.6379	2.1421	1.80	2.00	
Control		3	2.1333	.09292	.05364	1.9025	2.3641	2.07	2.24	
Stop		3	1.9100	.17776	.10263	1.4684	2.3516	1.77	2.11	
Total		24	1.9508	.11758	.02400	1.9012	2.0005	1.77	2.24	
Model	Fixed Effects			.10632	.02170	1.9048	1.9968			
	Random Effects				.02857	1.8833	2.0184			.00276

หมายเหตุ :

A-2	ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการกรอง
A-4	ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการกรอง
A-6	ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการกรอง
F-2	ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
F-4	ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
F-6	ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
Control	ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)
Stop	ฮอร์โมนลุงหยุด

long

Duncan[a]

sample	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Stop	3	2.3667
A-2	3	2.4100
F-6	3	2.4100
A-4	3	2.4133
Control	3	2.4267
A-6	3	2.4933
F-4	3	2.5233
F-2	3	2.5333
Sig.		.246

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 2ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} หลังฉีดฮอร์โมน ครั้งที่ 2 ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ชุดควบคุม และฮอร์โมนลุงหยุด ด้วยวิธี Duncan

Descriptives

long

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						Lower Bound	Upper Bound			
A-2		3	2.4100	.04359	.02517	2.3017	2.5183	2.38	2.46	
A-4		3	2.4133	.13614	.07860	2.0751	2.7515	2.26	2.52	
A-6		3	2.4933	.15177	.08762	2.1163	2.8703	2.33	2.63	
F-2		3	2.5333	.04726	.02728	2.4159	2.6507	2.48	2.57	
F-4		3	2.5233	.14640	.08452	2.1597	2.8870	2.39	2.68	
F-6		3	2.4100	.13856	.08000	2.0658	2.7542	2.33	2.57	
Control		3	2.4267	.22189	.12811	1.8755	2.9779	2.18	2.61	
Stop		3	2.3667	.21008	.12129	1.8448	2.8885	2.16	2.58	
Total		24	2.4471	.13798	.02817	2.3888	2.5053	2.16	2.68	
Model	Fixed Effects			.14987	.03059	2.3822	2.5119			
	Random Effects				.03059[a]	2.3747[a]	2.5194[a]			-.00375

a. Warning: Between-component variance is negative. It was replaced by 0.0 in computing this random effects measure.

long

Duncan[a]

sample	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F-6	3	1.8900	
A-2	3	1.9033	
A-4	3	1.9033	
Stop	3	1.9100	
A-6	3	1.9200	
F-4	3	1.9567	1.9567
F-2	3	1.9900	1.9900
Control	3		2.1333
Sig.		.321	.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ : A-2 ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการกรอง

A-4 ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการกรอง

A-6 ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการกรอง

F-2 ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ

F-4 ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ

F-6 ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ

Control ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)

Stop ฮอร์โมนลุงหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 3ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าหิมะของชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-4} และ 10^{-6} ของวิธีปลอดเชื้อ 2 วิธี คือ การกรองและการนึ่งฆ่าเชื้อ ด้วยวิธี Duncan

Descriptives

Dry

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Control	3	.7882	.08400	.04850	.5795	.9969	.69	.86
Stop	3	.8599	.05924	.03420	.7127	1.0071	.79	.90
F-2	3	.7384	.07167	.04138	.5603	.9164	.70	.82
F-4	3	.7383	.07518	.04341	.5515	.9251	.66	.81
F-6	3	.6526	.06738	.03890	.4852	.8199	.57	.70
C-2	3	.7630	.06168	.03561	.6097	.9162	.72	.83
C-4	3	.7687	.08387	.04842	.5604	.9771	.69	.86
C-6	3	.6329	.09188	.05305	.4047	.8612	.55	.73
Total	24	.7427	.09364	.01911	.7032	.7823	.55	.90

Dry

Duncan[a]

Example	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C-6	3	.6329		
F-6	3	.6526	.6526	
F-4	3	.7383	.7383	.7383
F-2	3	.7384	.7384	.7384
C-2	3	.7630	.7630	.7630
C-4	3	.7687	.7687	.7687
Control	3		.7882	.7882
Stop	3			.8599
Sig.		.065	.065	.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

หมายเหตุ :

A-2	ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการกรอง
A-4	ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการกรอง
A-6	ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการกรอง
F-2	ความเข้มข้น 10^{-2} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
F-4	ความเข้มข้น 10^{-4} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
F-6	ความเข้มข้น 10^{-6} วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ
Control	ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)
Stop	ฮอร์โมนลุงหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 4ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณสาร Adenosine ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

Adenosine

Duncan[a]

Sample	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Stop	3	191.4787		
Control	3	210.6772	210.6772	
C-6	3	228.0215	228.0215	228.0215
C-2	3	233.1866	233.1866	233.1866
F-4	3	234.1433	234.1433	234.1433
C-4	3		245.6313	245.6313
F-2	3		248.2145	248.2145
F-6	3			269.0244
Sig.		.065	.105	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวก 5ค การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณสาร Cordycepin ที่พบในเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ฉีดด้วยชุดควบคุม ฮอร์โมนลุงหยุด และน้ำสกัดจากถั่วงอกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

Cordycepin

Duncan[a]

Sample	N	Subset for alpha = 0.05
		1
C-4	3	50.9458
Control	3	52.1602
C-2	3	69.6963
F-2	3	72.4765
Stop	3	73.3576
F-4	3	74.3542
F-6	3	76.8187
C-6	3	79.6149
Sig.		.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

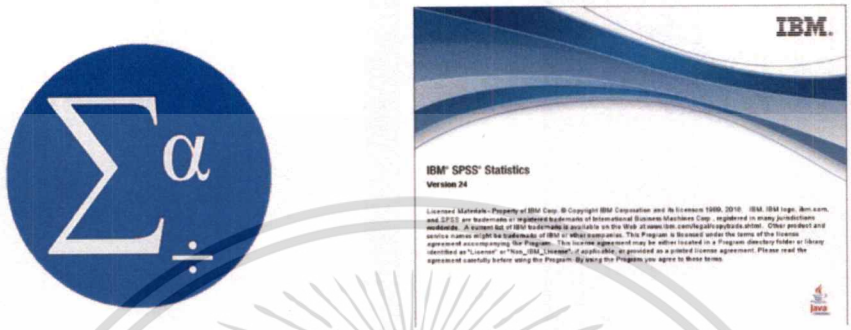
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

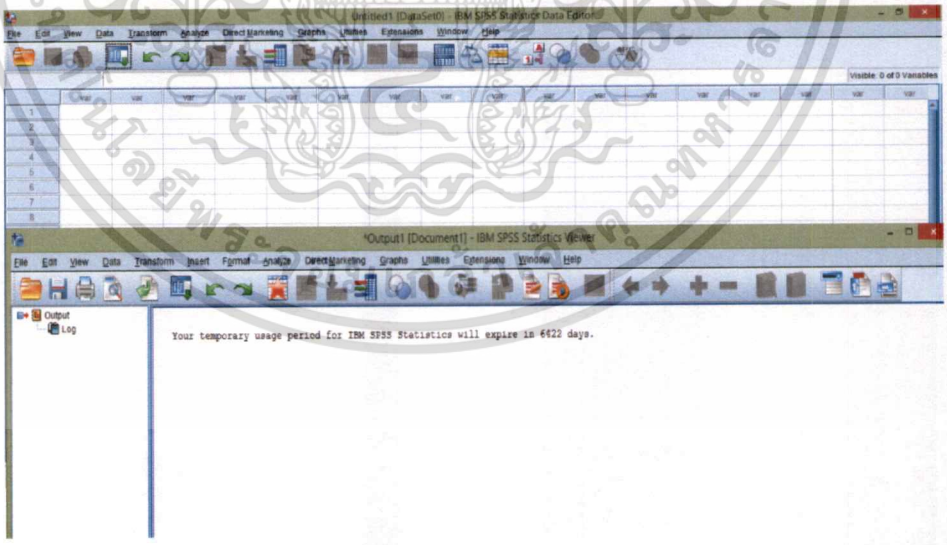
วิธีการใช้โปรแกรม SPSS

1. เปิดโปรแกรม IBM SPSS Statistics



รูปที่ 1ง โปรแกรม IBM SPSS Statistics

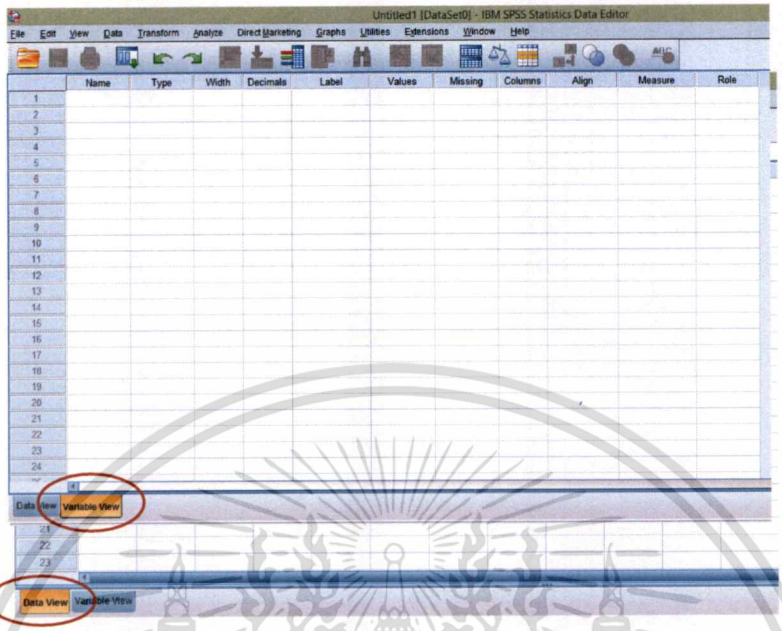
2. หลังจากเปิดโปรแกรม SPSS แล้ว จะมีวินโดว์ (window) 2 อันเปิดขึ้น คือ Data Editor และ Output Viewer (รูปที่2ง) โดย Data Editor จะเป็นวินโดว์ทำหน้าที่สำหรับกำหนดตัวแปรและป้อนข้อมูล ส่วน Output Viewer จะเป็นวินโดว์ทำหน้าที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 2ง วินโดว์เมื่อเปิดโปรแกรม SPSS คือ Data Editor และ Output Viewer

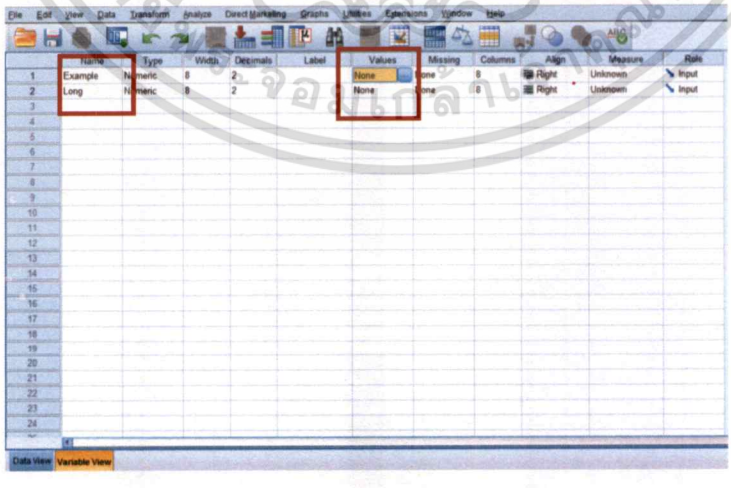
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วินโดว์ Data Editor จะมีแท็บ 2 แท็บ คือ Data View และ Variable View (รูปที่ 3ง)



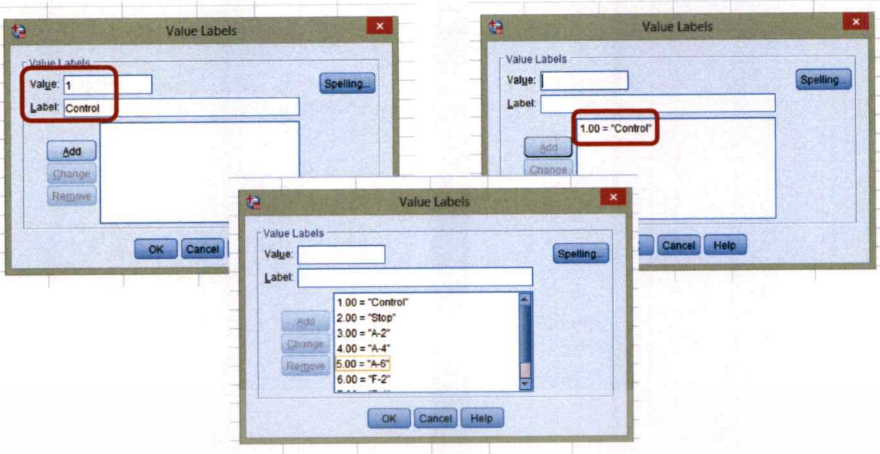
รูปที่ 3ง Data View และ Variable View ในวินโดว์ Data Editor

ใน Data View แต่ละบรรทัดคือระเบียนข้อมูล (record หรือ case) 1 ระเบียนข้อมูล และแต่ละคอลัมน์ คือ ตัวแปร 1 ตัวแปร ส่วนใน Variable View นั้น แต่ละบรรทัด คือ ตัวแปร 1 ตัวแปร ซึ่งจะมีรายละเอียดต่าง ๆ ตามชื่อของหัวคอลัมน์แต่ละคอลัมน์ การป้อนข้อมูลที่ควรปฏิบัติ คือ กำหนดตัวแปรแล้วจึงป้อนค่า (รูปที่ 4ง) ตรงช่อง Name แล้วกด Enter ในคอลัมน์ Values หากตัวแปรนี้เป็นตัวแปรระบุกลุ่ม สามารถกำหนดค่าและค่าอธิบายของค่าที่กำหนดให้กับแต่ละกลุ่มได้ตรงช่อง Value กดที่



รูปที่ 4ง การป้อนรายละเอียดตัวแปร

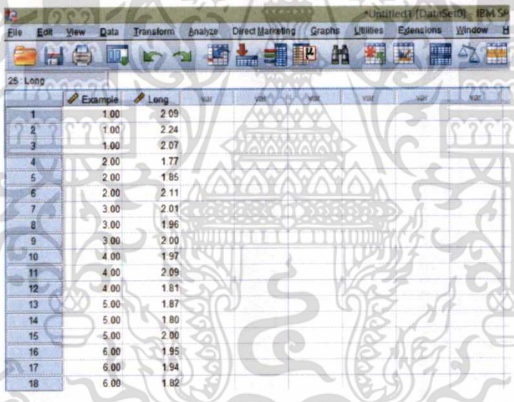
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5ง การกำหนดค่าตัวแปร

กำหนดค่าในช่อง Value ให้แทนเป็นหมายเลข 1 , 2 และ 3 เป็นต้น จากนั้นกำหนด Label ให้เป็นตัวอย่างที่เราต้องการจะหาค่าเช่น Control, Stop (ฮอร์โมนลุงหยุด) และ A-2 (Autoclave ความเข้มข้น 10^{-2}) เป็นต้น กด Add แล้ว OK (รูปที่ 5ง) เพื่อกลับมาที่หน้า Variable View

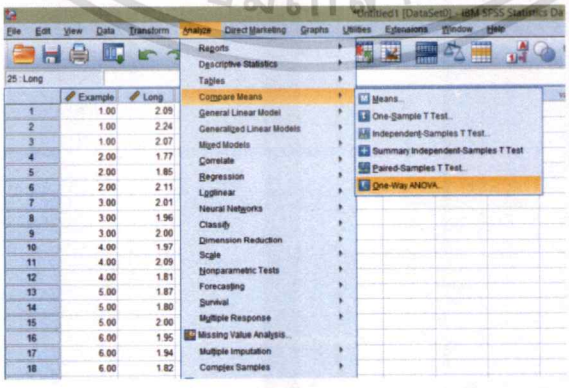
5. กลับหน้า Data View ป้อนรายละเอียดตัวแปรทั้งหมด แทนค่าเป็นตัวเลข (รูปที่ 6ง)



	Example	Long
1	1.00	2.09
2	1.00	2.24
3	1.00	2.07
4	2.00	1.77
5	2.00	1.85
6	2.00	2.11
7	3.00	2.01
8	3.00	1.96
9	3.00	2.00
10	4.00	1.97
11	4.00	2.09
12	4.00	1.81
13	5.00	1.87
14	5.00	1.80
15	5.00	2.00
16	6.00	1.95
17	6.00	1.94
18	6.00	1.82

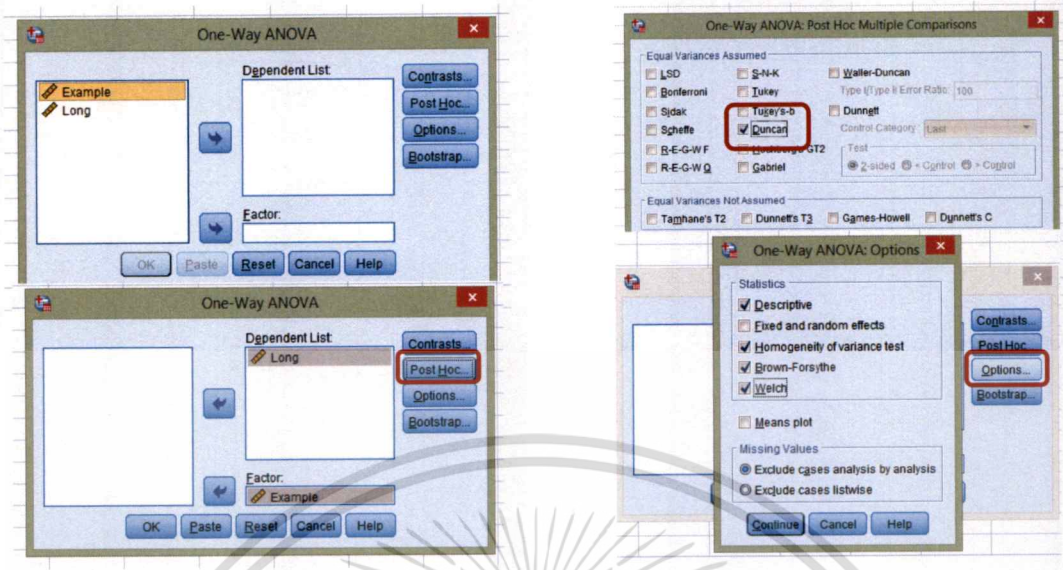
รูปที่ 6ง ป้อนค่าใน Data View

6. เลือก Analyze ไปที่ Compare Means แล้วกดเลือก One-way ANOVA (รูปที่ 7จ)



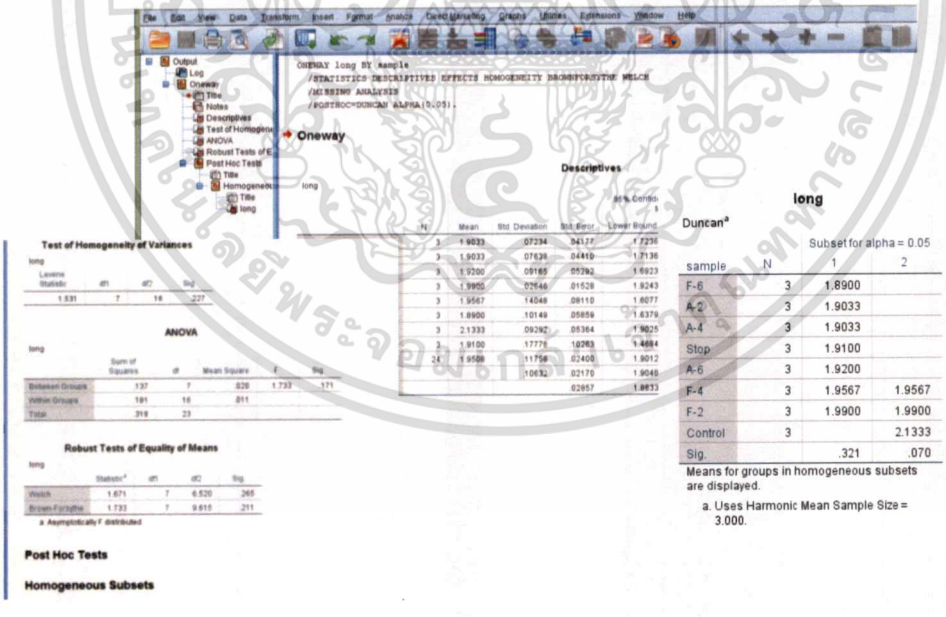
รูปที่ 7ง เลือกวิธีวิเคราะห์ด้วย One-way ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8ง กำหนดวิธีคำนวณทางสถิติ

โดยช่องแรก Dependent Variable ให้เป็นความยาว (Long) ส่วนช่องที่สองเป็น Factor จะเป็นตัวอย่าง (Example) เลือก Post Hoc แล้วเลือกวิธีคำนวณทางสถิติอย่างเช่น วิธีของ LSD , Bonferroni หรือ Duncan แล้วกด Continue จากนั้นกดเลือก Options ตั้งค่าการแสดงผลทางสถิติที่ต้องการ (รูปที่ 8ง) จากนั้นกด Ok จะแสดงผลดังรูป (รูปที่ 9ง)



รูปที่ 9ง ตารางแสดงผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีการใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง (HPLC)

1. ต่อคอลัมน์ตามแนวลูกศร (สายพลาสติกทั้งบนล่าง)

2. การเตรียม Mobil phase

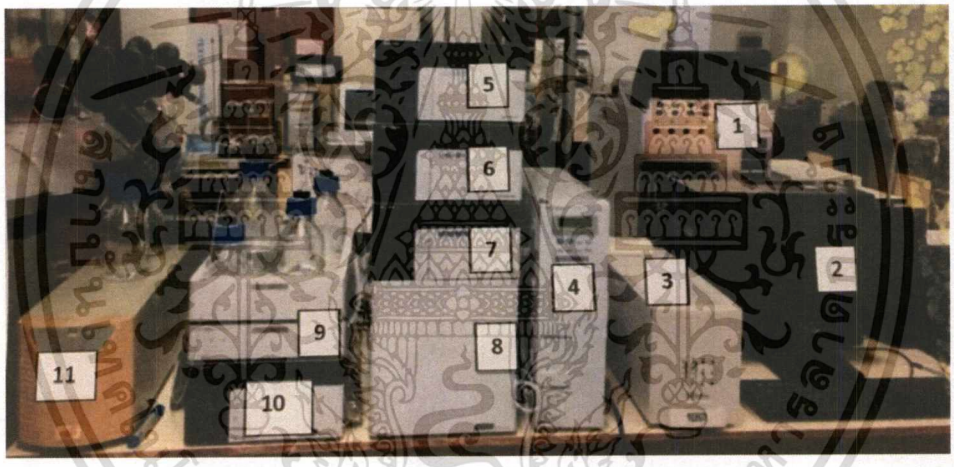
    กำหนด A คือ น้ำ 85

    กำหนด B คือ เมทานอล 15

    ล้างเข็มด้วยเมทานอล (ช่างแนะนำให้ล้างด้วยน้ำ)

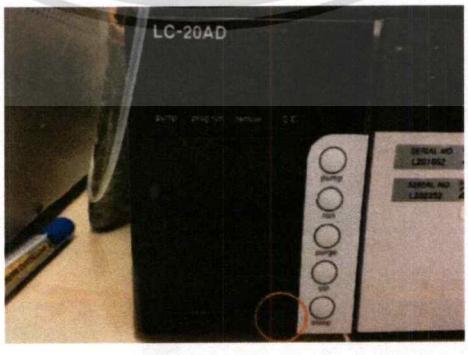
3. การเปิดเครื่อง HPLC

    เปิดตามหมายเลข 4 6 8 และ 10



รูปที่ 1จ เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถภาพสูง HPLC

4. การเตรียมเครื่อง HPLC (Purge Mobile phase)



กดที่วงกลมสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

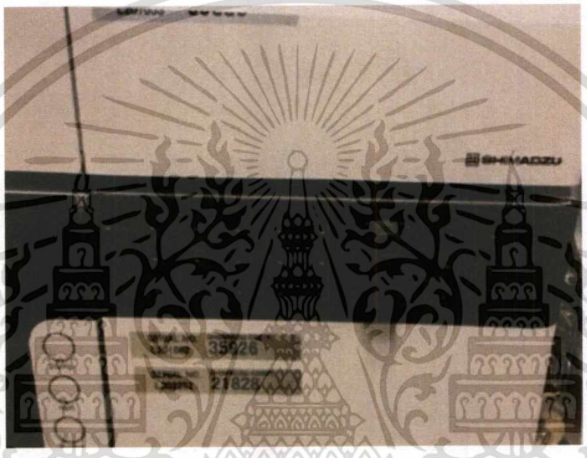
กด Back 2 ครั้ง จะขึ้น 0.000 SYSTEM

กด Enter จากนั้นเปลี่ยน 0 เป็น 1 กด Enter

กด Conc

ทำการล้าง A โดยปรับ A ให้เป็น 100 ส่วน B C D เป็น 0 และ Enter ที่ Line B C D ตามลำดับ

จากนั้นเปิดวาล หมุนทางด้าน Open 90 องศา (ปิดวาล หมุนทางด้าน Close 90 องศา) จากแนวตั้งให้เป็นแนวนอน



กดปุ่ม Purge ที่ Pump รอจน Purge เสร็จ ประมาณ 3 นาที

กด Conc

ทำการล้างสาย B โดยปรับ B ให้เป็น 100 ส่วน A C D เป็น 0 กดปุ่ม Enter

กดปุ่ม Purge รอจน Purge เสร็จ ประมาณ 3 นาที

ปิดวาล

กด Back 2 ครั้ง (0.000 SYSTEM)

กด Enter (0.000 Local) จากนั้นเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 กด Enter

5. การ Purge auto sample

กด Purge ของ SIL-20A ประมาณ 25 นาที

6. การเปิดโปรแกรม

เปิด CPU และเปิดหน้าจอ คลิกที่โปรแกรม LC solution คลิกอันที่ 1 ไม่ต้องใส่รหัส

7. การเปิด Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด File และ Open และ Dream และ Method

กด Dowload เปลี่ยน Total flow ให้เป็น 0

กดที่ Instrument รอให้อุณหภูมิถึง 40 องศาเซลเซียส ก่อนปรับ LC = 0 จะขึ้นว่า Ready

หลังจากนั้น ปรับ B conc = 100% เป็นเวลา ประมาณ 30 นาที หากคนก่อนหน้าฉีดสาร

ตัวอย่างที่แตกต่างจากเรา ควรใช้เวลาประมาณ 45-60 นาที พร้อมปรับ Total flow ที่ละ 0.2

จนถึง 1.0

พอครบเวลา 30-60 นาที ปรับ B conc เท่ากับ 15%

กด Plot ที่ + และ – ดูว่าเส้นคงที่หรือไม่

กด Plot อีกครั้งเพื่อหยุดการ Plot

8. การฉีดสารแบบ Batch

คลิก Window จากนั้น Show window จากนั้น Batch table

New batch file

Edit จากนั้น Table easy setting

ใส่ตัวอย่าง Vial และ ชื่อไฟล์ กด Ok นอกนั้นกด 1

เปลี่ยน Sample name

Save batch file AS เลือกที่อยู่เดียวกับ Method

Batch start

9. การเปิดข้อมูลและปริ้นข้อมูล

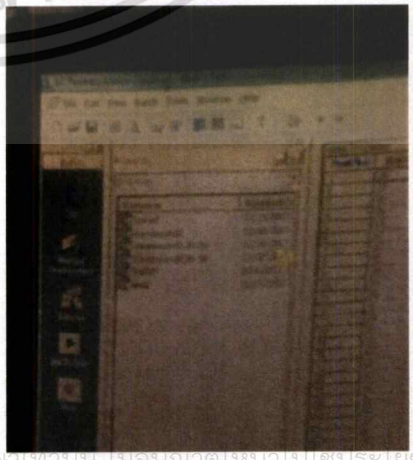
กดเลือกข้อมูลที่ต้องการจากโฟรเดอร์ Dream เลือกข้อมูลที่ต้องการจะปรากฏหน้าด้านข้าง

เลือก Blackup/HPLC/Report

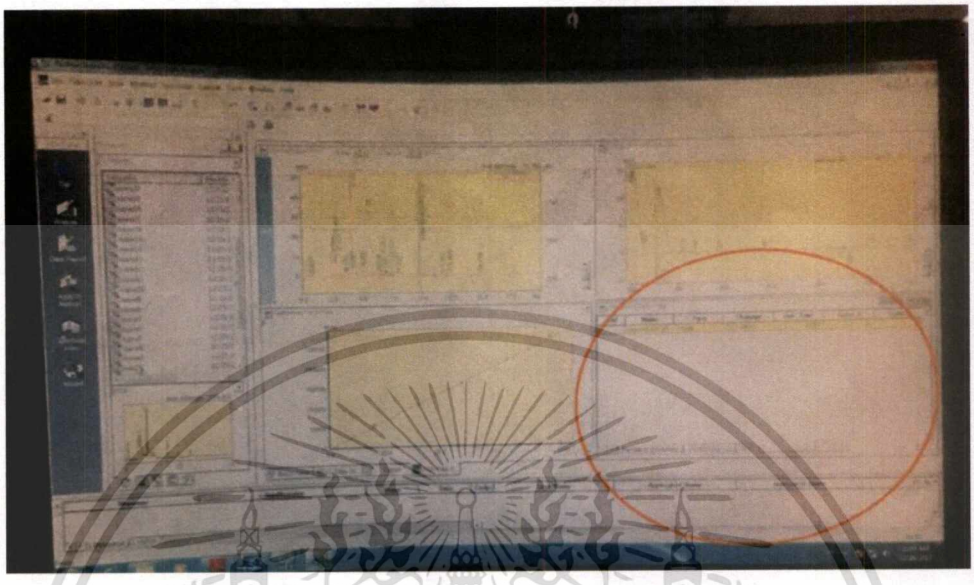
จากนั้นเลือก LC peak Table (PDA)

กดไอออนด้านล่าง เพื่อเลือกไฟล์งานขึ้นมา

จากนั้นจะปรากฏหน้าจอด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กด Edit เพิ่มสารที่ต้องการ เปลี่ยน Name และ Ret time จากนั้นกด View กดหน้า Report จากนั้น ปริ้นข้อมูลออกมา

10. การปิดเครื่อง

เปลี่ยน B conc เท่ากับ 100% รอ 30 นาทีขึ้นไป ค่อยๆลด Total flow ลงที่ละ 0.2 จาก 1.0 จนเหลือ 0.0

กด Instrument

File จากนั้นกด Exit จากนั้นกด Ok

ปิดเครื่องจากหมายเลข 10 8 6 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้