



การนำวัสดุบดทางการเกษตรเป็นส่วนผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง  
(*Cordyceps militaris*) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง

APPLICATION OF AGRICULTURAL MATERIALS AS INGREDIENT IN THE MEDIUM  
FOR *CORDYCEPS MILITARIS* PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF JELLY  
PRODUCT FROM SPENT MUSHROOM SUBSTRATE

วิทยานิพนธ์

ของ

ชญานี ใจตั้ง

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สิงหาคม 2565

การนำวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นส่วนผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง  
(*Cordyceps militaris*) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง  
APPLICATION OF AGRICULTURAL MATERIALS AS INGREDIENT IN THE MEDIUM  
FOR *CORDYCEPS MILITARIS* PRODUCTION AND DEVELOPMENT OF JELLY  
PRODUCT FROM SPENT MUSHROOM SUBSTRATE

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ญานี ใจตั้ง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สิงหาคม 2565



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การนำวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นส่วนผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)  
และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง

Application of Agricultural Materials as Ingredient in the Medium for *Cordyceps militaris*  
Production and Development of Jelly Product from Spent Mushroom Substrate

ญาติ ใจตั้ง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศพล พลาคผล)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทยาคุณ สุวรรณรัตน์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิสรา ชัยกุล)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุช แสงสว่างโชติ)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชัย จิตรอารี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ญาติ ใจตั้ง. (2565). การนำวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นส่วนผสมในอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซลล์จากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทอง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

#### คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์

ประธานกรรมการ

ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิสรา ชัยกุล

กรรมการ

ปร.ด. (ปฐพีวิทยา)

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าที่ใช้วัตถุดิบทางการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ดและปริมาณสารสำคัญของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้ข้าว 3 พันธุ์ (ข้าวสินเหล็ก ข้าวแม่พญาทองดำและข้าวสังข์หยด) ร่วมกับแหล่งโปรตีน 3 ชนิด (ไข่ไก่ หนอนไหม และคักแค้) รวม 11 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ ความยาวดอก จำนวนดอก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ปริมาณสารคอร์ไดเซปินและอะดีโนซีน ผลการทดลองพบว่า สูตรอาหารที่ 8 ประกอบด้วย ข้าวสินเหล็ก 30 กรัม และไข่ไก่ 350 กรัม ทำให้น้ำหนักสดของดอกเห็ดถั่งเช่ามากที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ข้าวสินเหล็กร่วมกับคักแค้ และการใช้ข้าวสินเหล็กร่วมกับกลูโคส ยีสต์ และเปปโตน มีแนวโน้มให้ปริมาณสารคอร์ไดเซปินมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ นำผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซลล์พร้อมทานในบรรจุภัณฑ์แบบซอง ผลการทดลองพบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความชอบเซลล์โดยรวมที่ระดับชอบเล็กน้อย และเซลล์ที่ได้มีสีตามธรรมชาติของน้ำสกัดจากเห็ดถั่งเช่า

**คำสำคัญ:** คอร์ไดเซปิน เห็ดถั่งเช่าสีทอง อะดีโนซีน อาหารเพาะเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Yanee Jaitung. (2022). **Application of Agricultural Materials as Ingredient in the Medium for *Cordyceps militaris* Production and Development of Jelly Product from Spent Mushroom Substrate.** Thesis M.S. (Agricultural Technology). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University

**Thesis Advisors**

Assistant Professor Yardrung Suwannarat Ph.D. (Biotechnology)	Chairman
Assistant Professor Sutisa Chaikul Ph.D. (Soil Science)	Member

**Abstract**

The objective of this research was to study the effect of agricultural materials as ingredients in culture media for the fungus *Cordyceps militaris* on the growth and the active substance contents of *Cordyceps militaris*. The experiment was carried out in a Completely Randomized Design (CRD) using 3 varieties of rice (Sinlek, Mae Phaya Tongdam and Sangyod) and 3 protein sources (egg, silk worm and pupa) as culture medias, totally 11 treatments with 3 replications. The *Cordyceps militaris* were conducted for 7 weeks at 20 degree Celsius. The fruiting body length, fruiting body number, fresh weight, dry weight, Cordycepin and Adenosine contents were recorded for data collection. The results showed that treatment number 8, which had a culture media comprising of 30 g of Sinlek rice and 350 g of egg showed the highest fresh weight of *Cordyceps militaris*. While the culture media comprising of Sinlek rice with either pupa or glucose, yeast and peptone showed a trend of higher Cordycepin content than the other treatments. By-products of the *Cordyceps militaris* that was cultured by Sinlek rice and pupa was used to produce the ready to eat jelly product in sachet packaging. The results showed that the panelists had overall acceptance of the jelly products at the slightly like level and the jelly products had natural colour of the *Cordyceps militaris* juice extract.

**Keywords:** Cordycepin *Cordyceps militaris* Adenosine Culture Media

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทยาครู้ง สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิสรา ชัยกุล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศพล ผลาผล ผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ที่ได้ให้เกียรติเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สราวุธ แสงสว่างโชติ ที่ได้คำปรึกษากรุณามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

และขอขอบคุณครอบครัว ที่ช่วยผลักดัน เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาในการศึกษาต่อในครั้งนี้ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอน้อมนำคุณความดีนั้นให้กับ บิดา มารดา ครู คณาจารย์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ญาติ ใจตั้ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(3)
สารบัญภาพ.....	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก.....	(5)
บทนำ.....	1
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
ราแม่ลงในกลุ่ม Ascomycetes.....	3
ชนิดของเห็ดถั่งเช่าในประเทศไทย.....	4
ส่วนประกอบของเห็ดถั่งเช่า.....	4
ประโยชน์ของเห็ดถั่งเช่า.....	5
หลักการเพาะเห็ดถั่งเช่า.....	5
ขั้นตอนในการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง.....	7
การเพาะด้วยตัวหนอนหรือด้กแด้.....	8
การเพาะด้วยด้กแด้ใหม่ในขวดแก้ว (สภาพปลอดเชื้อ).....	8
การเพาะด้วยอาหารสังเคราะห์.....	8
เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ ที่สามารถนำมาเพาะเห็ดถั่งเช่าได้.....	9
การเลี้ยงดอกเห็ด.....	9
การเก็บผลผลิต.....	9
ธัญพืชและวัสดุเพาะที่ใช้ในงานทดลอง.....	10
อุปกรณ์และวิธีการ.....	12
ตอนที่ 1 ศึกษาการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง.....	12
ตอนที่ 2 ศึกษาการนำผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมาพัฒนา เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร.....	15
ผลและการวิจารณ์.....	17
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	28
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	35
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	48

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	สูตรอาหารในกรรมวิธี.....	12
2	ความยาวดอกเห็ดถั่งเช่า.....	18
3	จำนวนดอกเห็ดถั่งเช่า.....	19
4	น้ำหนักสดดอกและน้ำหนักแห้งเห็ดถั่งเช่า.....	20
5	ลักษณะของเซลล์ที่ใช้ปริมาณเจลาตินต่าง ๆ.....	21
6	ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซลล์ถั่งเช่า...	24
7	การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์เซลล์.....	25

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ปริมาณสารคอรีโดเซปินและอะดีโนซีน.....	21
2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เซลล์ที่ปริมาณเจลาตินระดับต่าง ๆ (ก) เจลาติน 13 กรัม (ข) เจลาติน 15 กรัม (ค) เจลาติน 17 กรัม.....	23
3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เซลล์ในบรรจุภัณฑ์แบบของ.....	24

## สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก	หน้า
1 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T1.....	36
2 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T2.....	37
3 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T3.....	38
4 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T4.....	39
5 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T5.....	40
6 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T6.....	41
7 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T7.....	42
8 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T8.....	43
9 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T9.....	44
10 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T10.....	45
11 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T11.....	46
12 ตัวอย่างแบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	47

## บทนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

เห็ดถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* มีสรรพคุณช่วยปรับสมดุลของร่างกาย โดยสามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้หลายหลายชนิด ซึ่งสารเหล่านี้มีประโยชน์ต่อร่างกาย รวมถึงระบบไหลเวียนโลหิตภูมิคุ้มกัน ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินหายใจ และต่อมในร่างกายมนุษย์ (Akaki and et al. 2009 : 182 - 187) เช่น สารคอร์ไดเซปิน และกรดคอร์ไดเซปิกในเห็ดถั่งเช่าสามารถช่วยเพิ่มพลังงานภายในร่างกาย นิยมนำมาใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬา (Parcell and et al. 2004 : 315 - 319) ต่อต้านการแพร่กระจายของภูมิคุ้มกัน (Ma and et al. 2012 : 371 - 378) ต้านการอักเสบ (Mizuno and et al. 1999 : 301 - 316) การต่อต้านริ้วรอย ป้องกันระบบประสาทและคุณสมบัติการป้องกันเซลล์ (Patel and et al. 2013 : 236 - 242) ใช้ในการป้องกันและรักษาโรคหลายชนิด เช่น โรคหอบหืด โรคไต โรคหัวใจ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ลดระดับน้ำตาลในเลือด โรคเบาหวาน เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรีย ไวรัส ต้านเซลล์มะเร็งและเซลล์เนื้องอก (Kodama and et al. 2000 : 273 - 281; Lin and et al. 2007 : 631 - 641; Das and et al. 2010 : 961 - 968) ซึ่งการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่านั้นสามารถทำได้โดยการเพาะด้วยหนอนหรือดักแด้ และการเพาะด้วยอาหารสังเคราะห์ การเลือกใช้วัสดุคอกที่จะเป็นแหล่งคาร์บอน และไนโตรเจนจึงน่าจะมีผลต่อการให้ผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยที่เห็ดถั่งเช่าสีทองจะผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น สายพันธุ์ วิธีการเพาะเลี้ยง อุณหภูมิ แสง วัสดุเพาะเลี้ยง สภาพแวดล้อม และอื่น ๆ ซึ่งหากสามารถทำให้ได้สารออกฤทธิ์คือโคเซปินสูงกว่าการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสังเคราะห์ น่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองได้เป็นอย่างดี ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตแล้วยังมีความปลอดภัยสูงต่อผู้บริโภค รวมทั้งผู้บริโภคจะสามารถซื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองในราคาที่ถูกลงกว่าท้องตลาดในปัจจุบัน ซึ่งสารคอร์ไดเซปินในเห็ดถั่งเช่ามีมากที่สุดในส่วนของดอกเห็ด รองลงมาคือ ในส่วนเส้นใย นอกจากนี้สารคอร์ไดเซปินยังพบอยู่ในส่วนของฐานเห็ด โดยธัญญา ทะพิงแก และคณะ (2557 : 119) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของฐานเห็ด หรือวัสดุเพาะที่เหลือจากการเก็บดอกเห็ดออกไปแล้วพบว่า มีปริมาณสารคอร์ไดเซปิน 3,285 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง จะเห็นได้ว่าสารคอร์ไดเซปินมีในทุกส่วนของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวในงานวิจัยนี้มีแนวความคิดในการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง เพื่อให้ได้ผลผลิตและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ในปริมาณสูงสุด โดยธัญพิชและวัสดุเพาะที่ใช้

ในงานทดลองได้แก่ ข้าวพันธุ์สังข์หยด ข้าวพันธุ์สินเหล็ก ข้าวพันธุ์แม่พญาทองคำ และแหล่งโปรตีนจากธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่ไก่ หนอนไหม และคักแต่ รวมทั้งมีความสนใจศึกษาการใช้ประโยชน์จากส่วนของฐานเห็ดในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เซลล์ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเห็ดถั่งเช่าสีทอง เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคและเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง
2. เพื่อศึกษานำฐานดอกเห็ดจากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

เซลล์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ราแมลงที่มีสรรพคุณทางยานั้นมีอยู่ไม่น้อย โดยเฉพาะยาที่รู้จักกันอย่างดีอย่างยาปฏิชีวนะตัวแรกของโลก หรือเพนนิซิลิน (Penicillin) ก็มีราแมลงผสมอยู่ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนผสมในยาชายดีของโลกอีก 6 ชนิด จากทั้งหมด 20 ชนิด คือ ยาแก้ไอเสบ ยาต้านจุลชีพ ยาควบคุมต้านทาน และยาลดไขมันในเลือด 3 ชนิด (พิทยา วิทยาธร. 2552 : 39 - 41) อีกตัวเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมาช้านานแล้วคือ “ถั่งเช่า” หรือ “ตั้งถั่งเช่า” จัดเป็นยาสมุนไพรที่มีราคาแพงและหายาก โดยมีความเชื่อว่าเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะช่วยให้มีอายุยืน เสริมสร้างสมรรถภาพทางเพศ

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพสภาพป่าธรรมชาติยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก ในแต่ละปีมีการค้นพบเชื้อราชนิดใหม่ ๆ และตีพิมพ์ในวารสาร 4000 สายพันธุ์ เชื่อว่า 2 หมื่นสายพันธุ์ ถูกเก็บรวบรวมไว้ในธนาคารจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งราแมลงที่พบในประเทศไทยมีความหลากหลายมากที่สุด (สาลินีย์ ทับพิลา. 2552) ทีมนักวิจัยแห่งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ได้ทำการศึกษาเชื้อราแมลงและแนวทางนำมาใช้เป็นสมุนไพร พบว่า ราทำลายแมลงและแมงมุมหลายชนิดให้สารออกฤทธิ์ต้านเชื้อวัน โรค มาลาเรีย เอคส์เป็นต้น (Isaka and et al. 2005 : 813 - 823) ขณะที่ไบโอเทคได้มีการเก็บตัวอย่างราแมลงที่พบในประเทศไทยเอาไว้แล้วถึงกว่า 40,000 สายพันธุ์ โดยแยกได้เป็นราแมลงกว่า 400 ชนิด และในจำนวนนี้เป็นชนิดใหม่ถึง 150 ชนิด (สาธิต์ สมฤทธิ์ผล. ออนไลน์. 2552) หลายมหาวิทยาลัยได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมลงอีกมากมายที่ยังคงรอการค้นพบและศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในประเทศไทย

### ราแมลงในกลุ่ม Ascomycetes

เห็ดที่มีฤทธิ์ทางยาหลายชนิด เช่น ถั่งเช่าทิเบต (*Ophiocordyceps sinensis* หรือชื่อเดิม *Cordyceps sinensis*) ถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes* หรือ *Paecilomyces tenuipes* หรือ *Isaria japonica*) และถั่งเช่าจักจั่น (*Cordyceps cicadae* หรือ *Isaria sinclairii* หรือ *Paecilomyces cicadad*) จัดว่าเป็นราแมลงในกลุ่ม Ascomycetes ซึ่งราแมลงในกลุ่มนี้จัดว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ราแมลงสกุลคอร์โดเซพ *Cordyceps* (Fr.) Link ซึ่งถูกจัดจำแนกไว้มากกว่า 500 สายพันธุ์ทั่วโลก (Sung and et al. 2010 : 274 - 281) ราแมลงสกุลคอร์โดเซพสามารถพบได้ในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ ยุโรปและเอเชีย (Mains. 1958 : 169 - 222)

ราแมลงสกุลคอร์โดเซฟบางตัวถูกใช้เป็นยามานานหลายศตวรรษในจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี และบางประเทศทางเอเชียตะวันออก (Chiu and et al. 2016 : 177 - 185)

### ชนิดของเห็ดถั่งเช่าในประเทศไทย

ในประเทศไทย สมศักดิ์ ศิวชัย (2544 : 9 - 12) รายงานว่าพบเชื้อราสกุลคอร์โดเซฟมากถึง 80 สายพันธุ์ อีกทั้งยังมีทีมนักวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ศึกษาความหลากหลายของเห็ดคอร์โดเซฟ จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (วารุณี บวรรัตโตภาค และคณะ. 2545 : 21 - 31) เชื้อราสกุลคอร์โดเซฟอยู่ในวงศ์ Clavicipitaceae ที่มีความหลากหลายของจำนวนชนิดและแมลงอาศัยมากที่สุด แมลงเจ้าบ้านของราแมลงสกุลนี้ (*Cordyceps* Fr. host) มีหลายชนิด เช่น มด ผีเสื้อ เตตน แมงมุม เพลี้ย ตัวมด แมลงปอ ผีเสื้อ และหนอน เป็นต้น โดยทั่วไปราแมลงจะมีความจำเพาะกับแมลงเจ้าบ้านชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือใกล้เคียงแมลงเจ้าบ้านชนิดนั้นๆ และไม่เป็นอันตรายกับคน แต่อย่างไรก็ตามมีเชื้อราเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถรับประทานได้ และในผู้ที่เป็นภูมิแพ้ก็อาจเกิดอาการแพ้เชื้อราเหล่านี้ได้ (สายัณห์ สัมฤทธิ์ผล. ออนไลน์. 2552)

### ส่วนประกอบของเห็ดถั่งเช่า

ถั่งเช่าอุดมไปด้วยสาระสำคัญหลายชนิดที่มีผลทางชีวภาพ เช่น โมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharide) ไดแซคคาไรด์ (Disaccharides) โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) เบต้า-กลูแคน (Beta Glucan) แมนนิทอล (Mannitol) กาแล็คโทส (Galactose) อะดีโนซีน (Adenosine) คอร์โดเซปิน (Cordycepin) กรดคอร์โดเซปิก (Cordycepic Acid) กรดอะมิโน (Amino Acid) โปรตีน (Protein) สเตอรอล (Sterol) วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น โฟแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ แมงกานีส สังกะสี ฟอสฟอรัส และซีรีเนียม เป็นต้น (ชัยญา ทะพิงค์แก. 2555 : 18 ; Bhandari and et al. 2010 : 253 - 256)

เห็ดถั่งเช่าประกอบไปด้วยนิวคลีโอไซด์ (Nucleosides) มากกว่า 10 ชนิด เช่น อะดีนีน (Adenine) อะดีโนซีน (Adenosine) ไทมิน (Thymine) ไทมิดีน (Thymidine) และดีออกซียูริดีน (Deoxyuridine) นิวคลีโอไซด์เกี่ยวข้องกับกลไกและการทำงานของกลไกในกระบวนการสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลาง (Schmidt and et al. 2003 : 251 - 260) และด้านการเกิดเนื้องอก (Wu and et al. 2007 : 43 - 49) แต่อย่างไรก็ตามถั่งเช่าสดในธรรมชาติมีปริมาณนิวคลีโอไซด์อยู่น้อยกว่าแบบอบแห้งและแปรรูปแล้ว ที่น่าสนใจไปกว่านั้นคือ เส้นใยของถั่งเช่าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณนิวคลีโอไซด์สูง ความชื้นและความร้อนมีผลมีผลต่อ

การเพิ่มขึ้นของปริมาณนิวคลีโอไซด์ของถั่งเช่าที่ขึ้นตามธรรมชาติ การเก็บถั่งเช่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน จะทำให้นิวคลีโอไซด์ในถั่งเช่าตามธรรมชาติเพิ่มขึ้น 4 เท่าตัว อย่างไรก็ตามความชื้นและความร้อนไม่มีผลต่อเส้นใยของถั่งเช่าในระหว่างการเพาะ เชื่อกันว่านิวคลีโอไซด์ในถั่งเช่าที่เบตที่ขึ้นตามธรรมชาติต่างจากที่ได้จากการเพาะเลี้ยง (Li and et al. 2006a : 800 - 805)

### ประโยชน์ของเห็ดถั่งเช่า

1. ด้านการเกษตร ในสภาพธรรมชาติราแมลงมีหน้าที่เป็นตัวควบคุมปริมาณของแมลงให้อยู่ในสมดุล จึงมีการศึกษาวิจัยเพื่อนำราแมลงที่มีประสิทธิภาพ และสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อมคือ ไม่มีสารพิษตกค้างเหมือนการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช (รัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ. 2557 : 10 - 11)

2. ด้านการแพทย์ พบว่า *Cordyceps* สามารถสร้างสาร Cordycepic acid หรือ Cordycepin ซึ่งเป็น Isomer หนึ่งของ Quinic acid (Isaka and et al. 2007 : 675- 678) จึงถูกนำมาใช้เป็นยารักษาโรค และเป็นอาหารบำรุงกำลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวจีนนำ Verse มาใช้รักษาอาการติดยาและต้านพิษ ไซ้ (สมศักดิ์ ศิวชัย. 2544 : 9 - 12) โดยเฉพาะ *C. pseudomilitaris* มีสารที่มีฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ Human Immunodeficiency Virus-1 Rever Transcriptase ต่อมามีการใช้เห็ดถั่งเช่าที่เบต เห็ดถั่งเช่าสีทอง เห็ดถั่งเช่าหิมะ และเห็ดถั่งเช่าจ๊กกระจัน เพื่อนำไปใช้เป็นยาสมุนไพรบำรุงสุขภาพ และรักษาโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคภูมิแพ้ และโรคมะเร็ง (รัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ. 2557 : 10 - 11)

3. ด้านอาหาร พบว่ามีการใช้เห็ดถั่งเช่าสีทองมาแปรรูปหรือเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ เช่น เห็ดถั่งเช่าสีทองตากแห้ง (Wang and et al. 1998 : 483 - 489) ซอสปรุงรส (Che. 2003 : 67 - 69, Wang and et al. 1998 : 483 - 489) เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (Liu and et al. 2009 : 447 - 455)

### หลักการเพาะเห็ดถั่งเช่า

เห็ดถั่งเช่าสีทองจะผลิตสารออกฤทธิ์ทางยามากหรือน้อยหรือไม่มีเลยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ สายพันธุ์ วิธีการเพาะเลี้ยง ส่วนประกอบอาหารเพาะเลี้ยง ความเป็นกรด-ด่างของอาหาร สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ แสงและอื่น ๆ อีกมากมาย (ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555 : 38) รายงานว่าวิธีการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ CMRU-1 ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตสารคอร์ไดเซพิน และน้ำหนักรวมผลิตได้แก่ การเพาะในอาหารธัญพืช (ข้าว) เพาะเลี้ยงที่มี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6-7 อุณหภูมิ 17.5 - 22.5 องศาเซลเซียส และเก็บผลผลิตหลังจากใส่เชื้อเริ่มต้น 56 วัน ธัญญา ทะพิงค์แก และคณะ (2555 : 107) พบว่า น้ำหนักสดและแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ CMRU เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามระยะเวลาที่ใช้เพาะเห็ด และจะคงที่ช่วงสัปดาห์ที่ 8 - 10 ซึ่งเป็นระยะที่ดอกเห็ดสมบูรณ์ สารคอร์ไดเซปินสามารถตรวจพบหลังจากเพาะไปแล้วได้ 2 สัปดาห์ ซึ่งเห็ดอยู่ในระยะเส้นใย ปริมาณสารคอร์ไดเซปินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 8 จากนั้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามเวลาที่เพิ่มขึ้น ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บผลผลิตเห็ด คือ สัปดาห์ที่ 8 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด และปริมาณคอร์ไดเซปินสูง (Lim and et al. 2012 : 181 - 187) รายงานว่าการใช้เมล็ดข้าวฟ่างเพาะเห็ดถั่งเช่าจะทำให้ได้สารอะดีโนซีน และดี-แมนนิทอลสูง แต่ช่วงสัปดาห์แรกต้องเลี้ยงในห้องมืด จะทำการเก็บผลผลิตได้หลังการเพาะไปได้ 40 วันหากต้องการอะดีโนซีนสูง แต่หากต้องการคอร์ไดเซปินสูงจะต้องเก็บวันที่ 50 โดยช่วง 2 สัปดาห์แรกจะเลี้ยงในที่มืดและจะทำการเก็บผลผลิตได้หลังการเพาะไปได้ 50 วัน ในช่วงหลังการเพาะไปได้ 40 - 50 วัน ปริมาณอะดีโนซีนจะลดลง แต่คอร์ไดเซปินจะเพิ่มขึ้น (ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555 : 107)

การเติมสารบางชนิดลงไปในการเพาะเห็ดจะช่วยเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางยาให้มีมากขึ้น เช่น การเติมโซเดียม ซีลีไนท์ (Sodium Selenite) ความเข้มข้น 18.0 ส่วนในล้านส่วน (Part Per Millon ; ppm) ลงในวัสดุเพาะที่เป็นข้าวสาลี จะช่วยทำให้กิจกรรมเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide Dismutase; SOD Activity) ปริมาณคอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก อะดีโนซีน คอร์ไดเซพโพลีแซคคาไรด์ และกรดอะมิโนทั้งหมด เพิ่มขึ้น 121/145 เปอร์เซ็นต์ 124/74 เปอร์เซ็นต์ 325/520 เปอร์เซ็นต์ 130/284 เปอร์เซ็นต์ 121/145 เปอร์เซ็นต์และ 157/554 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวัสดุเพาะที่ไม่ได้ใช้สารนี้ (Dong and et al. 2012 : 2030 - 2036)

การเพิ่มประสิทธิภาพของส่วนผสมมีส่วนผสมที่หลากหลายของแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน แหล่งฟอสฟอรัส แหล่งกำมะถันและไอออนแร่ การเจริญเติบโตปัจจัยสารตั้งต้น Inducer, Accelerant และตัวยับยั้ง แต่ละคนอาจจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ และการก่อตัวของใด ๆ ผลึกภัณฑ์การเพาะปลูกการเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน : คาร์บอนและไนโตรเจนแหล่งที่มาของสารอาหารหลักสองชนิดคือปานกลางการแพร่กระจายของเซลล์และการสังเคราะห์เมตาบอลิซึม มีการศึกษามากมายในการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจนและความเหมาะสมของพวกเขาความเข้มข้นของการเจริญเติบโตของเส้นใยและการสร้างสารอาหาร (Mao and et al. 2005 : 1667 - 1672)

## ขั้นตอนในการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า สามารถทำได้ 2 แบบใหญ่ ๆ ได้แก่ การเพาะด้วยตัวหนอนหรือดักแด้ และการเพาะด้วยอาหารสังเคราะห์ โดยมีขั้นตอนหลักๆ ในการเพาะดังนี้

### 1. การคัดเลือกแม่เชื้อ (Mother Culture)

สิ่งที่จำเป็นและจัดว่าเป็นหัวใจสำคัญที่สุดของการเพาะเห็ดทุกชนิด คือ เชื้อเห็ด การคัดเลือกแม่เชื้อที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตเห็ดที่มีคุณภาพ และตรงตามสายพันธุ์อาหารสำหรับแยกเชื้อถั่งเช่า อาจใช้เป็นอาหารวุ้นพีดีเอ (PDA = Potato Dextrose Agar) ซึ่งเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อราทั่วไป สามารถใช้สปอร์เพาะเลี้ยงสปอร์ และเนื้อเยื่อของเห็ดถั่งเช่าได้ อาจเติมยาปฏิชีวนะ (Antibiotics) และยาต้านรา (Fungicide) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้ออื่น เมื่อได้แม่เชื้อและจะนำไปขยายเพิ่มจำนวนเป็นหัวเชื้อเพื่อใช้เพาะต่อไป โดยสามารถเพาะได้ทั้งบนตัวหนอนและอาหารสังเคราะห์ (ฉัญญา ทะพิงค์แก. 2555 : 58)

### 2. อาหารเพาะเห็ดถั่งเช่า

อาหารเพาะเห็ดถั่งเช่ามีมากมายหลายสูตร โดยทั่วไปส่วนประกอบหลักในอาหารเพาะเห็ดถั่งเช่า ประกอบด้วย

2.1 แหล่งคาร์บอน (Carbon Source) ได้แก่ เมล็ดธัญพืช แป้ง น้ำตาล

2.2 แหล่งไนโตรเจน (Nitrogen Source) ได้แก่ ยีสต์สกัด (Yeast Extract) เปปโตน (Peptone) เนื้อสกัด (Meat Extract) ไข่ ผงดักแด้หนอนไหม มันฝรั่งสกัด

2.3 บัฟเฟอร์ (Buffer) ปู๋ย 0-52-34 (Monopotassium Phosphate) กรดมะนาว (Citric Acid)

2.4 ดิเกลือ (Magnesium Sulfate)

2.5 วิตามิน (Vitamin) ใช้วิตามิน บี1 (Vitamin B1 หรือ Thiamine Chloride)

### 3. วิธีการแยกและขยายเชื้อเห็ด

3.1 นำตัวหนอนหรือดักแด้ หรือตัดแมลงที่มีดอกเห็ดขึ้นมาแช่ในไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ (3 เปอร์เซ็นต์) นาน 10 - 15 วินาที เพื่อขจัดเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับผิวของแมลง และเห็ดจากนั้นหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่หากเชื้อที่ได้มาเป็นต้นเชื้อบริสุทธิ์ (Pure Culture) ไม่ต้องทำความสะอาด

3.2 ใช้ปากคีบที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ย้ายแมลงและเห็ด หรือต้นเชื้อบริสุทธิ์ จากข้อ 1 วางบนอาหารวุ้นพีดีเอ หรืออาหารวุ้นจากมันฝรั่งสกัด

3.3 นำไปบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 - 10 วัน เส้นใยเห็ดจะเจริญเต็มอาหารวุ้น สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเริ่มต้น (Starter or Spawn)

### การเพาะด้วยตัวหนอนหรือดักแด้

การเพาะเห็ดด้วยตัวหนอนหรือดักแด้เป็นวิธีเลียนแบบธรรมชาติ โดยการใส่เชื้อลงไป ในแมลงเจ้าบ้าน (Host) โดยแมลงนั้นยังมีชีวิตอยู่ เมื่อแมลงได้รับเชื้อจะค่อย ๆ อ่อนแอ และตาย ในที่สุด เห็ดจะงอกออกมาจากตัวแมลงเจ้าบ้าน แมลงนี้อาจเก็บมาจากธรรมชาติเก็บรังไหนมาแล้ว ทำการผ่าเอาดักแด้มาใช้ หรืออาจทำการเก็บไข่ผีเสื้อมาทำการเพาะจนได้หนอนดักแด้ก็ได้ หรืออาจใช้หนอนไหม หรือหนอนรดควั่นแทนได้ (สัญญา ทะพิงค์แก. 2556 : 78) การเพาะด้วยตัวหนอน ทำได้ทั้งกับดักแด้ใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยเลี้ยงในขวดแก้ว หรืออาจเพาะบนตัวหนอนไหม ในโรงเรือนที่สะอาด และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้ โดยการเพาะกระเพาะ

### การเพาะด้วยดักแด้ใหม่ในขวดแก้ว (สภาพปลอดเชื้อ)

การเพาะด้วยดักแด้ใหม่ในขวดแก้วต้องทำในห้องปฏิบัติการ และตู้เขี่ยเชื้อที่สะอาด อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยมากจะใช้ดักแด้ที่ผ่าออกมาจากรังไหม โดยก่อนทำจะนำดักแด้มาแช่ ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ หรือไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 3 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเพื่อทำ ความสะอาดหรือจะใช้เลยก็ได้ เพราะดักแด้ที่อยู่ในรังไหมค่อนข้างสะอาดอยู่แล้ว ทำการใส่เชื้อเห็ด ลงในตัวดักแด้โดยทำในตู้เขี่ยเชื้อ อาจใช้วิธีป้าย สเปรย์ฉีด หรือกรีดให้เป็นแผลแล้วใส่เชื้อเห็ด ลงในตัวดักแด้จากนั้น ใสลงในขวดแก้วที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาให้สนิทนำไปเพาะเลี้ยงต่อ (สัญญา ทะพิงค์แก. 2556 : 80)

### การเพาะด้วยอาหารสังเคราะห์

เห็ดในสกุลถั่งเช่าแต่ละชนิดต้องการอาหารที่ไม่เหมือนกัน แต่สามารถใช้อาหาร สูตรพื้นฐานในการเพาะเลี้ยงได้ ส่วนการที่เจริญเติบโตให้ผลผลิตดีนั้น ควรทำการเลือกใช้สูตรอาหาร ที่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้น ๆ อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ได้มาจากการผสมสารเคมีหลาย ๆ ชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติก็ได้หากต้องการทำเป็น แบบอินทรีย์ วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการต่างกัน ควรเลือกใช้ วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีต้นทุนต่ำสำหรับวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเห็ดถั่งเช่ามีทั้งวิธีการ เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงแบบนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งดันไอบนปกติ และวิธีการเตรียมอาหาร เพาะเลี้ยงแบบไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ฆ่าเชื้อบนเนื้อในอาหาร (สัญญา ทะพิงค์แก. 2556 : 90)

### เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ ที่สามารถนำมาเพาะเห็ดได้ง่าย

ความพรุนของอาหารเพาะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและดอกเห็ด ความพรุนเพิ่มขึ้นตามขนาดของเมล็ดธัญพืช และจะลดลงเมื่อสัดส่วนการใช้น้ำในขั้นตอนการเตรียมอาหารธัญพืชมากขึ้น อัตราส่วนของข้าวกับน้ำตั้งแต่ 1:1 ถึง 1:1.35 หรือสูงกว่าเล็กน้อย มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตดอกเห็ด แต่อัตราส่วนที่เหมาะสมอาจจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวด้วย (Sherstha and et al. 2012 : 599 - 614) รายงานว่าผลผลิตเห็ดจะสูงสุดเมื่อเพาะด้วยข้าวเต็มเมล็ด ซึ่งเป็นเมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด โดยมีได้มีส่วนหัก และรายงานการเลี้ยง *C.militaris* ที่พบในธรรมชาติ จำนวน 113 ตัวอย่าง มาเลี้ยงในอาหารที่มีข้าวและผักไค้ใหม่ของแมลงเป็นส่วนประกอบ พบว่าจำนวน 75 ตัวอย่าง เส้นใยสามารถพัฒนาเป็นดอกได้ ส่วนจาง และหลิว (Zhang and Liu. 1997 : 21 - 22) สามารถเพาะเห็ดได้ง่ายด้วยเมล็ดข้าว และเมล็ดข้าวโพด โดยมีอัตราการเจริญของเชื้อเท่ากับ 61 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รัฐพล สรประเสริฐ และคณะ (2557 : 239 - 251) รายงานว่าการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ง่ายของ *Cordyceps militaris* ด้วยเมล็ดพืช 5 ชนิด ได้แก่ เมล็ดข้าวเจ้ามันปู เมล็ดข้าวเจ้าสังข์หยด เมล็ดข้าวเจ้าหอมนิล เมล็ดข้าวสาลี และเมล็ดลูกเดือย เมื่อระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ 60 วัน พบว่า สูตรเมล็ดข้าวเจ้าหอมนิล มีจำนวนดอก ความยาวดอกเห็ดมากที่สุด วิเคราะห์หาปริมาณสาร คอโรไดซิปีนในเห็ดได้ง่ายของเท่ากับ 2684.69 และ 1809.44 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

### การเลี้ยงดอกเห็ด

ควบคุมอุณหภูมิห้องในอยู่ที่ 20 - 22 องศาเซลเซียส 5 - 6 วัน แล้วเพิ่มให้อยู่ช่วง 22 - 25 องศาเซลเซียส แต่จะต้องไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส ให้แสงช่วงกลางวันจากแสงธรรมชาติ แต่จะต้องไม่โดนแดดโดยตรง ตอนกลางคืนให้หลอดเรืองแสงต่ออีกที่ 80 เปอร์เซ็นต์ พอเห็ดขึ้นสูง 1 เซนติเมตร เพิ่มความชื้นเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ น้ำที่ใช้ให้ความชื้นจะผสมน้ำยาฆ่าเชื้อด้วย (3 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์) 50 - 150 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร การระบายอากาศ หลังเริ่มมีตุ่มดอกเห็ด ให้ใช้เข็มเจาะรูที่ฝาขวด 7 - 8 รูเมื่อเห็ดขึ้นสูงเกือบถึงปากขวดก็เปิดฝาขวดออก จะเก็บเห็ดหลังจากปฏิบัติได้ 15 - 20 วัน (ัญญา ทะพิงค์แก. 2555 : 106)

### การเก็บผลผลิต

หลังจากเห็ดได้ง่ายเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะทำการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดแยกออกจากตัววัสดุเพาะ แล้วอบด้วยตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

สำหรับดอกเห็ด และ 12 ชั่วโมง สำหรับวัสดุเพาะ เพื่อลดความชื้นให้เหลือไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเก็บไว้ที่แห้ง และระวังไม่ให้โดนแสง (ชญญา ทะพิงค์แก. 2555 : 107)

### ข้าวพิษและวัสดุเพาะที่ใช้ในงานทดลอง

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตเพาะปลูกเมืองพัทลุง เมล็ดข้าวมีลักษณะต่างจากเมล็ดข้าวพันธุ์อื่น คือ ในเมล็ดสีเดียวกันจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนสีแดงจาง ๆ จนถึงสีแดงเข้ม คุณค่าโภชนาการต่อน้ำหนักข้าว 100 กรัม มีโปรตีน 6.20 กรัม ไขมัน 3.30 กรัม แคลเซียม 13.00 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.037 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.96 มิลลิกรัม และไนอะซิน 6.40 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีกากใยอาหาร มีธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัสที่สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ จึงมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง ชะลอความแก่ ป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารแอนติออกซิเจนซ์พวก Orzano1 เป็นกลุ่มวิตามินอีในกลุ่มโทโคฟีรอล กลุ่มโทโคไตรอีนอล และสารแกมมา โอริซานอล (Gamma Orzano1) มาจากคำว่า โกอริซา ซัลทีวา (Oryza Sativa) ซึ่งแปลว่า ข้าว เป็นสารที่พบในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเท่านั้น และมี Gamma Amino Butyric Acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการลดระดับโคเลสเตอรอลตัวที่เลว LDL และเพิ่มปริมาณคอเลสเตอรอลตัวที่ดี HDL ในเลือด และไตรกลีเซอไรด์ ทำให้ลดการตีตันของหลอดเลือด เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต และยังมีฤทธิ์ลดความเครียด และรักษาอาการผิดปกติของสตรีวัยทอง จึงนับได้ว่าข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง จัดได้ว่าเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ (ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ และคณะ. 2555 : 1 - 2)

ข้าวสินเหล็กได้จากผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวสีชาวมียกกลิ่นหอม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ไม้ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ตลอดทั้งปี มีความต้านทานต่อโรคไหม้ข้าวสินเหล็กในฐานะเป็นข้าวหอมนุ่มที่มี คาร์โบไฮเดรตต่ำ-ปานกลาง เมื่อนำมาทดลองบริโภคในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าการบริโภคข้าวกล้องสินเหล็ก ช่วยแก้ปัญหาเบาหวานได้ ทำให้สภาวะคือต่อ Insulin ลดลงและการทำงานของตับอ่อนดีขึ้น รวมทั้งทำให้ค่าเฉลี่ยของ Triglyceride ลดลง นอกจากนี้ข้าวสินเหล็กยังมีธาตุเหล็กในเมล็ดสูง ข้าวพันธุ์นี้ได้ผ่านการประเมินคุณสมบัติความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็ก ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและในมนุษย์ โดยพบว่าการส่งเสริมการบริโภคข้าวสินเหล็กในเด็กนักเรียนที่มีภาวะพร่องธาตุเหล็ก ทำให้ระดับ Hemoglobin มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ออนไลน์. 2565)

ในปี 2557 ชญญา ทะพิงค์แก และคณะ รายงานว่าเห็ดถั่งเช่าสีทองสายพันธุ์ CMRU ที่เพาะเลี้ยงในเมล็ดข้าวขาว ผสมข้าวโพดบด ซูโครส และวิตามินบี 1 ในระยะเวลา 56 วัน จะให้ปริมาณอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินสูงสุดเฉลี่ย 88.87 และ 824.33 mg/100g ตามลำดับ และในปี

2559 รัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ รายงานว่าดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เป็นแมงกระซอนและผสมอาหารเสริมเพิ่ม มีปริมาณสารอะดี โนซีนและคอร์โดเซปินสูงสุดเฉลี่ย 156.73 และ 208.17 mg/100 g ตามลำดับ และในปี 2562 ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา และคณะ (2559 : M01/9-15) รายงานว่า ข้าวสาร : ดักแด้ใหม่ : ไข่; 40 : 50 : 30:10; mL/g/g/mL) มีลักษณะของดอกเห็ดขาวและก้านดอกใหญ่กว่าสูตรอาหารอื่น ๆ รวมทั้งมี จำนวนดอกและมีน้ำหนักสดมากที่สุด (101 ดอก/ขวด และ 40.98 กรัม/ขวด) และ มีปริมาณของสารคอร์โดเซปินสูงสุด 479.93 mg/100g แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์โดเซปินที่มีอยู่ใน ดอกเห็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง

โดยทั่วไปวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดถั่งเช่าตามธรรมชาติได้แก่ ตัวแมลง หรือตัวหนอนไหม และที่นิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้เมล็ดธัญพืชผสมรวมกับธัญอาหารต่าง ๆ ที่ต้องการเป็นวัสดุเพาะ ทำให้เห็ดถั่งเช่าสามารถเจริญเติบโตพร้อมทั้งให้ผลผลิตทั้งเพิ่มมากขึ้นทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งสูตรอาหารที่มีผู้วิจัยใช้เพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองนั้นเป็นสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเทียมและทำการเพาะเลี้ยงแบบเกษตรอินทรีย์ โดยการใช้วัสดุประเภทอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นแทนการใช้สารอาหารสังเคราะห์เพื่อลดต้นทุนการผลิตและสามารถควบคุมปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งวัสดุเพาะเลี้ยงที่สำคัญได้แก่ ข้าวพันธุ์ข้าวหอมแม่พญาทองคำ ข้าวสินเหล็ก ไข่ไก่อารมณ์ดี หนอนไหมและดักแด้

## อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองเป็น 2 ตอน

### ตอนที่ 1 ศึกษาการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

#### การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 11 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยการทดลองในด้านแหล่งคาร์บอน ได้แก่ พันธุ์ข้าวทองถิ่น ข้าวแม่พญาทองคำ ข้าวสินเหล็กและแหล่งโปรตีนจากธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่ไก่อารมณ์ดี หนอนไหม และคั๊กแค้โดยใช้รายละเอียดขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง อ้างอิงจากัญญา ทะพิงค์แก (2555 : 57 - 75) กรรมวิธีในการทดลอง ดังแสดงในตาราง 1

#### ตาราง 1 สูตรอาหารในกรรมวิธี

กรรมวิธี	ส่วนผสม					
1	ข้าวแม่พญาทองคำ 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	-	-	-
2	ข้าวแม่พญาทองคำ 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	กลูโคส 25 กรัม	ยีสต์ 5 กรัม	เปปโตน 5 กรัม
3	ข้าวแม่พญาทองคำ 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	ไข่ไก่ 350 กรัม	-	-
4	ข้าวแม่พญาทองคำ 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	หนอนไหม 100 กรัม	-	-
5	ข้าวแม่พญาทองคำ 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	คั๊กแค้ 100 กรัม	-	-
6	ข้าวสินเหล็ก 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	-	-	-

ตาราง 1 (ต่อ)

กรรมวิธี	ส่วนผสม					
7	ข้าวสาลีเหล็ก 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	กลูโคส 25 กรัม	ยีสต์ 5 กรัม	เปปโตน 5 กรัม
8	ข้าวสาลีเหล็ก 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	ไข่ไก่ 350 กรัม	-	-
9	ข้าวสาลีเหล็ก 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	หนอนไหม 100 กรัม	-	-
10	ข้าวสาลีเหล็ก 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	ดักแด้ 100 กรัม	-	-
11	ข้าวสังข์หยด 30 กรัม	มันฝรั่ง 250 กรัม	ข้าวโพด 50 กรัม	กลูโคส 25 กรัม	ยีสต์ 5 กรัม	เปปโตน 5 กรัม

ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### 1. วัสดุและอุปกรณ์

##### 1.1 วัสดุ

1.1.1 เชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง

1.1.2 เมล็ดพืช ได้แก่ เมล็ดข้าวนางพญาทองคำ จากกลุ่มผู้ปลูกข้าวอินทรีย์

1.1.3 ไข่ไก่อารมณ์ดี จากกลุ่มผู้เลี้ยงไก่อินทรีย์

1.1.4 สารเคมี ได้แก่

1) กลูโคส 25 กรัม

2) เปปโตน 5 กรัม

3) ยีสต์ 5 กรัม

4) เอทานอล 95%

1.1.5 น้ำกลั่น 1.2 ลิตร

1.1.5 มันฝรั่ง 200 กรัม

1.1.6 ข้าวโพดอ่อน 50 กรัม

1.1.7 หนอนไหม 50 กรัม

## 1.2 อุปกรณ์

1.2.1 กระบอกตวง

1.2.2 หม้อนึ่งความดันไอ

1.2.4 เครื่องชั่งละเอียด

1.2.5 เครื่องปั่นละเอียด

1.2.6 ขวดเพาะเลี้ยงขนาด 16 ออนซ์

## 2. วิธีการวิจัย

2.1 ขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris* (L.)

Link)

2.1.1 เตรียมมันฝรั่งโดยล้างน้ำสะอาดปอกเปลือก และหั่นความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร 200 กรัม

2.1.2 เตรียมข้าวโพดอ่อนปอกเปลือกสะอาดผ่าครึ่งตามยาว 50 กรัม

2.1.3 ต้มมันฝรั่ง (200 กรัม) และข้าวโพดอ่อน (50 กรัม) ในน้ำสะอาด 1.20 ลิตร เมื่อน้ำเดือด ให้จับเวลา 20 นาที

2.1.4 กรองเอาแต่น้ำ (ปรับปริมาตรของน้ำให้ได้ 1 ลิตร)

2.1.5 นำส่วนผสมอื่น ๆ (กลูโคส 25 กรัม เปปโตน 5 กรัม ยีสต์สกัด 5 กรัม ไข่ไก่ ตักแต่และหนอนไหม) มาใส่รวมกันในน้ำมันฝรั่งผสมข้าวโพดอ่อน คนจนส่วนผสมเข้ากันดี

2.1.6 เตรียมข้าวแม่พญาทองคำ ใส่ขวดแก้วผสมขนาด 250 มิลลิลิตร ประมาณ 30 กรัม และนำส่วนผสมตามข้อ 2.1.5 ใส่ลงในโหลประมาณ 40 มิลลิลิตร

2.1.7 ปิดฝาโหลหมุนให้สนิทด้วยฝาพลาสติกที่เจาะรูตรงกลางและอุดสำลีไว้

2.1.8 นำขวดโหลหนึ่งด้วยหม้อแรงดันใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส 30 นาที จากนั้นอัดแรงดัน 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์) 15 นาที

2.2 วิธีการเขี่ยเชื้อและบ่มเชื้อเห็ดถั่งเช่า

2.2.1 ทำความสะอาดตู้เขี่ยเชื้อหรือห้องปลอดเชื้อให้เรียบร้อย

2.2.2 นำอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าที่เตรียมไว้เข้าตู้เขี่ยเชื้อหรือห้องปลอดเชื้อ

2.2.3 นำเชื้อเห็ดถั่งเช่าที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose มาใส่ขวดอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า จากนั้นนำขวดอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าไปบ่มที่ปลอดแสงในอุณหภูมิที่ 18 - 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 6 สัปดาห์ เชื้อเห็ดถั่งเช่าจะเจริญเติบโตเต็มขวด

2.2.4 จากนั้นให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการเปิดดอกเห็ดถั่งเช่า

2.3 การเปิดดอกเห็ดถั่งเช่า ทำได้โดยการเปิดดอกเห็ดถั่งเช่าทำได้โดยนำเอาขวดเพาะที่เส้นใยเห็ดขึ้นคลุมเต็มวัสดุเพาะแล้ว ไปเก็บที่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15-18 องศาเซลเซียส ให้แสง 300 - 500 ลักซ์ วันละ 14 ชั่วโมง 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้แสง 600 - 1000 ลักซ์อย่างน้อยวันละ ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง อุณหภูมิอยู่ในช่วง 20 - 22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์

### 3. การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลองในช่วงระหว่างการทดลอง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 - สัปดาห์ที่ 7 โดยนับจำนวนดอกเห็ด วัดความยาวดอกเห็ด ชั่งน้ำหนักดอกสดเมื่อครบสัปดาห์ที่ 7 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินและอะดีโนซีน โดยวิธีทดสอบของฮวง และคณะ (Huang and et al. 2009 : 957 - 961) โดยการใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ความยาวดอก จำนวนดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยวิธี Analysis of variance และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan Multiple Range's Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## ตอนที่ 2 ศึกษาการนำผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร

นำส่วนฐานดอกถั่งเช่าที่เป็นผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่ โดยคัดแปลงจาก ชีววรรณ สุวรรณ และคณะ (2560 : 189 - 200) นำฐานดอกถั่งเช่าอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำมาบดให้เป็นผงโดยใช้เครื่องปั่นละเอียด นำฐานเห็ดถั่งเช่าผงมาสกัดด้วยน้ำ โดยใช้อัตราส่วนถั่งเช่าผง 5 กรัม ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที กรองกากตะกอนด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนของน้ำถั่งเช่าที่สกัดได้ปริมาณ 69 กรัม ไปผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ประกอบด้วย น้ำสับปะรด 69 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม น้ำมะนาว 3.5 กรัม คาราจีแนน 1.25 กรัม น้ำเปล่า 97.5 กรัม และเจลาติน โดยแปรปริมาณเจลาติน 5 ระดับ ได้แก่ 5 10 15 20 และ 25 กรัม ตามลำดับ

ขั้นตอนการทำเยลลี่ เริ่มจากนำน้ำสะอาดตั้งไฟให้ได้อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เทส่วนผสมของน้ำตาล คาราจีแนนและเจลาติน ลงไปที่ละน้อยพร้อมทั้งคนจนส่วนผสมละลายเข้ากันดี นำน้ำสับปะรดและน้ำถั่งเช่าที่เตรียมไว้ เทลงผสมและคนให้เข้ากัน ต้มต่อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ปิดไฟและเติมน้ำมะนาว คนให้เข้ากัน นำส่วนผสมที่ได้เทใส่ภาชนะ พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที และนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้เย็นเพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของเยลลี่

นำข้อมูลจากการประเมินมาเลือกใช้ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นเฮลตี้พรีมทานในบรรจุภัณฑ์แบบซอง และวิเคราะห์คุณภาพของเฮลตี้ที่ได้โดยวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) รายงานผลเป็นค่า  $L^* a^* b^*$  และประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

#### สถานที่ทดลองและระยะเวลาทำการวิจัย

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ระยะเวลาทำการวิจัย เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2564

## ผลและการวิจารณ์

### ตอนที่ 1

#### การเจริญเติบโตของดอกเห็ดถั่งเช่า

ผลของการศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยสูตรอาหารที่แตกต่างกันทั้งหมด 11 กรรมวิธี ในสัปดาห์ที่ 7 พบว่า สูตรอาหารที่ให้ความยาวของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองมากที่สุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเป็นการใช้ข้าวแม่พญาทองคำร่วมกับการใช้กลูโคส ยีสต์ และเปปโตน ซึ่งกรรมวิธีที่ 2 นี้ทำให้ความยาวของดอกเห็ดถั่งเช่ามากกว่าการใช้ข้าวแม่พญาทองคำโดยไม่ได้ใส่แหล่งโปรตีน (กรรมวิธีที่ 1) หรือใส่ไข่ไก่ (กรรมวิธีที่ 3) และการใช้ข้าวสาลีร่วมกับไข่ไก่ (กรรมวิธีที่ 8) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 2) อย่างไรก็ตามกลับพบว่า สูตรอาหารที่ทำให้จำนวนดอกเห็ดถั่งเช่ามีจำนวนมากที่สุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ 3 ซึ่งเป็นการใช้ข้าวแม่พญาทองคำร่วมกับการใส่ไข่ไก่ (ตาราง 3)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดของดอกเห็ดถั่งเช่าพบว่า การใช้ข้าวสาลีร่วมกับไข่ไก่ (กรรมวิธีที่ 8) มีน้ำหนักสดของดอกเห็ดถั่งเช่ามากที่สุด และมากกว่าการใช้ข้าวแม่พญาทองคำโดยไม่ได้ใส่แหล่งโปรตีน (กรรมวิธีที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 4) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติต่อน้ำหนักแห้งของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ตาราง 2 ความยาวดอกเห็ดคั้งเช่า

กรรมวิธี	ความยาวดอกเห็ดคั้งเช่า (เซนติเมตร)					
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 7
1	1.30 ± 0.23 <sup>b</sup>	2.79 ± 0.32 <sup>abcd</sup>	4.68 ± 0.55 <sup>b</sup>	6.05 ± 0.54 <sup>ns</sup>	7.10 ± 0.88 <sup>ns</sup>	7.67 ± 0.78 <sup>b</sup>
2	1.57 ± 0.24 <sup>b</sup>	3.15 ± 0.38 <sup>ab</sup>	5.52 ± 0.09 <sup>a</sup>	6.46 ± 0.50	7.09 ± 1.92	8.97 ± 0.53 <sup>a</sup>
3	1.43 ± 0.31 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.24 <sup>bcd</sup>	5.19 ± 0.35 <sup>ab</sup>	6.16 ± 0.38	7.21 ± 0.60	7.67 ± 0.55 <sup>b</sup>
4	1.38 ± 0.18 <sup>b</sup>	3.05 ± 0.19 <sup>abc</sup>	5.15 ± 0.27 <sup>ab</sup>	6.44 ± 0.30	7.62 ± 0.16	8.39 ± 0.16 <sup>ab</sup>
5	1.35 ± 0.30 <sup>b</sup>	2.92 ± 0.22 <sup>abcd</sup>	5.08 ± 0.19 <sup>ab</sup>	6.43 ± 0.10	7.83 ± 0.43	8.58 ± 0.46 <sup>ab</sup>
6	1.38 ± 0.29 <sup>b</sup>	2.58 ± 0.27 <sup>cd</sup>	5.04 ± 0.69 <sup>ab</sup>	6.50 ± 0.40	7.97 ± 0.36	8.65 ± 0.42 <sup>ab</sup>
7	1.77 ± 0.11 <sup>ab</sup>	3.27 ± 0.24 <sup>a</sup>	5.43 ± 0.46 <sup>ab</sup>	6.47 ± 0.68	7.53 ± 1.22	8.23 ± 1.24 <sup>ab</sup>
8	1.25 ± 0.22 <sup>b</sup>	2.46 ± 0.18 <sup>d</sup>	5.16 ± 0.31 <sup>ab</sup>	5.91 ± 0.42	6.93 ± 0.38	7.73 ± 0.17 <sup>b</sup>
9	2.14 ± 0.73 <sup>a</sup>	3.03 ± 0.09 <sup>abc</sup>	5.17 ± 0.28 <sup>ab</sup>	6.33 ± 0.61	7.59 ± 0.13	7.59 ± 0.13 <sup>ab</sup>
10	1.40 ± 0.28 <sup>b</sup>	2.94 ± 0.16 <sup>abc</sup>	5.27 ± 0.48 <sup>ab</sup>	6.31 ± 0.36	7.61 ± 0.53	7.61 ± 0.53 <sup>ab</sup>
11	1.36 ± 0.21 <sup>b</sup>	2.65 ± 0.31 <sup>cd</sup>	4.91 ± 0.33 <sup>ab</sup>	6.33 ± 0.16	7.57 ± 0.23	7.57 ± 0.23 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ อักษร a, b, c และ d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตาราง 3 จำนวนดอกเห็ดถึงเช้า

กรรมวิธี	จำนวนดอกเห็ดถึงเช้า (ดอก/ขวด)					
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 7
1	40.40 ±	41.13 ±	45.60 ±	45.60 ±	45.60 ±	45.60 ±
	13.43 <sup>abc</sup>	13.84 <sup>abc</sup>	11.36 <sup>bcde</sup>	11.36 <sup>bcde</sup>	11.36 <sup>bcde</sup>	11.36 <sup>bcde</sup>
2	41.63 ±	42.70 ±	46.47 ±	46.47 ±	46.47 ±	46.47 ±
	15.05 <sup>ab</sup>	14.64 <sup>ab</sup>	13.70 <sup>bcde</sup>	13.70 <sup>bcde</sup>	13.70 <sup>bcde</sup>	13.70 <sup>bcde</sup>
3	42.20 ±	43.27 ±	61.07 ±	61.07 ±	61.07 ±	61.07 ±
	6.02 <sup>ab</sup>	7.46 <sup>ab</sup>	4.29 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>
4	28.33 ±	31.33 ±	33.47 ±	34.93 ±	34.93 ±	34.93 ±
	0.95 <sup>c</sup>	3.56 <sup>bc</sup>	4.00 <sup>ef</sup>	6.31 <sup>ef</sup>	6.31 <sup>ef</sup>	6.31 <sup>ef</sup>
5	28.07 ±	28.67 ±	30.60 ±	31.13 ±	31.13 ±	31.13 ±
	2.52 <sup>c</sup>	2.81 <sup>bc</sup>	2.12 <sup>f</sup>	2.01 <sup>f</sup>	2.01 <sup>f</sup>	2.01 <sup>f</sup>
6	38.73 ±	38.80 ±	52.67 ±	52.67 ±	52.67 ±	52.67 ±
	4.55 <sup>abc</sup>	4.52 <sup>abc</sup>	9.29 <sup>abc</sup>	9.29 <sup>abc</sup>	9.29 <sup>abc</sup>	9.29 <sup>abc</sup>
7	45.40 ±	46.07 ±	50.20 ±	50.20 ±	50.20 ±	50.20 ±
	2.62 <sup>a</sup>	2.02 <sup>a</sup>	2.31 <sup>abcd</sup>	2.31 <sup>abcd</sup>	2.31 <sup>abcd</sup>	2.31 <sup>abcd</sup>
8	34.67 ±	34.67 ±	58.00 ±	58.03 ±	58.03 ±	58.03 ±
	5.19 <sup>abc</sup>	5.19 <sup>abc</sup>	10.73 <sup>ab</sup>	10.79 <sup>ab</sup>	10.79 <sup>ab</sup>	10.79 <sup>ab</sup>
9	31.47 ±	31.87 ±	37.33 ±	37.47 ±	37.47 ±	37.47 ±
	2.04 <sup>bc</sup>	2.20 <sup>bc</sup>	2.41 <sup>def</sup>	2.44 <sup>def</sup>	2.44 <sup>def</sup>	2.44 <sup>def</sup>
10	27.33 ±	27.87 ±	33.33 ±	33.33 ±	33.33 ±	33.33 ±
	1.67 <sup>c</sup>	1.30 <sup>c</sup>	1.53 <sup>ef</sup>	1.53 <sup>ef</sup>	1.53 <sup>ef</sup>	1.53 <sup>ef</sup>
11	30.67 ±	33.20 ±	40.60 ±	40.93 ±	40.93 ±	40.93 ±
	3.21 <sup>bc</sup>	5.50 <sup>abc</sup>	3.14 <sup>cdef</sup>	3.41 <sup>cdef</sup>	3.41 <sup>cdef</sup>	3.41 <sup>cdef</sup>

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตาราง 4 น้ำหนักสดดอกและน้ำหนักแห้งเห็ดถั่งเช่า (กรัม/ขวด)

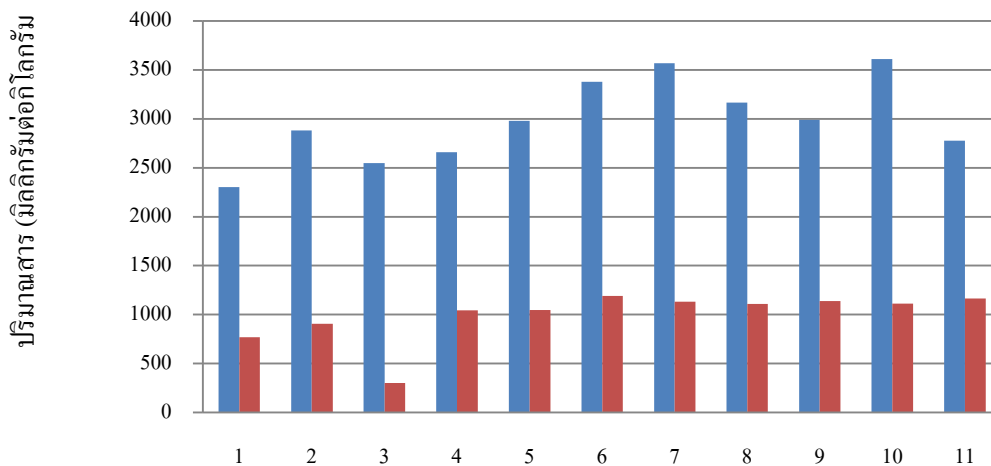
กรรมวิธี	น้ำหนักสดดอกและน้ำหนักแห้งเห็ดถั่งเช่า (กรัม/ขวด <sup>1</sup> )	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
1	19.17 ± 1.80 <sup>b</sup>	3.63 ± 0.11 <sup>ns</sup>
2	22.54 ± 1.07 <sup>ab</sup>	3.93 ± 0.68
3	21.80 ± 1.73 <sup>ab</sup>	4.31 ± 0.19
4	21.20 ± 1.46 <sup>ab</sup>	3.80 ± 0.13
5	19.63 ± 3.89 <sup>ab</sup>	3.70 ± 0.35
6	21.60 ± 3.59 <sup>ab</sup>	3.89 ± 0.33
7	24.21 ± 1.50 <sup>ab</sup>	3.75 ± 0.33
8	25.81 ± 7.56 <sup>a</sup>	3.68 ± 0.42
9	23.55 ± 0.96 <sup>ab</sup>	3.93 ± 0.51
10	23.39 ± 2.45 <sup>ab</sup>	3.91 ± 0.22
11	23.12 ± 4.10 <sup>ab</sup>	4.20 ± 0.10

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกัน

#### ปริมาณสารคอร์ไดเซปินและอะดีโนซีนของดอกเห็ดถั่งเช่า

จากการทดลองพบว่า การใช้ข้าวสาลีร่วมกับดักแด้ (กรรมวิธีที่ 10) และกรรมวิธีที่ใช้ข้าวสาลีร่วมกับกลูโคส ยีสต์ และเปปโตน (กรรมวิธีที่ 7) มีแนวโน้มให้ปริมาณสารคอร์ไดเซปินมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพประกอบ 1) โดยไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ



ภาพประกอบ 1 ปริมาณสารคอรีโดเซปินและอะดีโนซีน

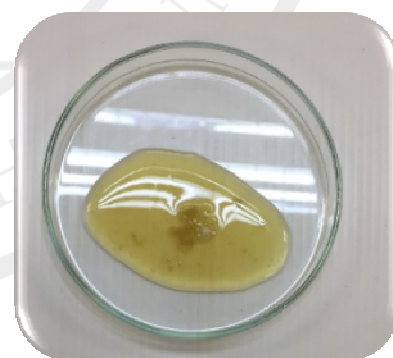
ตอนที่ 2

เมื่อนำส่วนของฐานดอกกล้วยเข้ามาสกัดน้ำเพื่อเป็นส่วนผสมของเซลล์ โดยแปรปริมาณเจลาตินที่ระดับต่าง ๆ และประเมินทางกายภาพเบื้องต้นเพื่อคัดเลือกปริมาณของเจลาตินที่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นเซลล์พร้อมทานในบรรจุภัณฑ์แบบซอง ได้ผลการทดลองดังตาราง 5




ตาราง 5 ลักษณะของเซลล์ที่ใช้ปริมาณเจลาตินต่าง ๆ

ปริมาณเจลาติน (กรัม)	สี	ความคงตัว	ลักษณะของเซลล์
----------------------	----	-----------	----------------

5	มีสีเหลืองใส	เหลวเกินไปไม่มี ความคงตัว	
---	--------------	------------------------------	--



ตาราง 5 (ต่อ)

ปริมาณเจลาติน (กรัม)	สี	ความคงตัว	ลักษณะของเยลลี่
10	สีน้ำตาล	อ่อนนุ่ม มีความคงตัว เล็กน้อย	
15	สีน้ำตาลเข้ม	อ่อนนุ่มกำลังดี ไม่แข็งจนเกินไป	
20	สีน้ำตาลเข้ม	อ่อนนุ่มเล็กน้อย ค่อนข้างแข็ง	

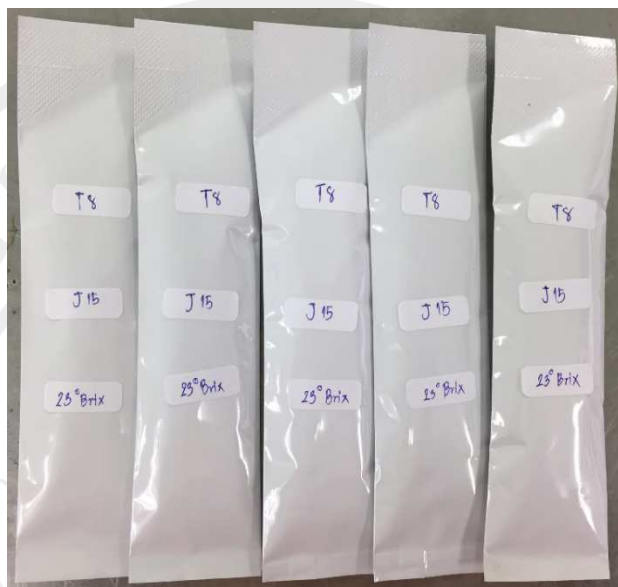
ตาราง 5 (ต่อ)

ปริมาณเจลาติน (กรัม)	สี	ความคงตัว	ลักษณะของเยลลี่
25	สีน้ำตาลเข้ม	ค่อนข้างแข็ง	

จากลักษณะปรากฏดังกล่าวจึงคัดเลือกปริมาณเจลาตินที่ระดับ 15 กรัม ไปพัฒนาเป็นเยลลี่พร้อมทานในบรรจุภัณฑ์แบบซอง โดยแปรปริมาณเจลาตินเป็น 13 15 และ 17 กรัม โดยใช้น้ำสกัดถึงเช่าจากกรรมวิธีที่ 8 คือ การใช้ข้าวสาลีเคล้กร่วมกับไข่ไก่ เนื่องจากทำให้เห็นถึงเช่ามีน้ำหนักสดมากที่สุด ได้ผลการทดลองดังตาราง 5 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ปริมาณเจลาตินระดับต่าง ๆ ดังในภาพประกอบ 2 และเยลลี่ในบรรจุภัณฑ์แบบซอง แสดงภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ปริมาณเจลาตินระดับต่าง ๆ (ก) เจลาติน 13 กรัม (ข) เจลาติน 15 กรัม (ค) เจลาติน 17 กรัม



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ในบรรจุภัณฑ์แบบซอง

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ตั้งเช้า

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณเจลาติน (กรัม)		
	13	15	17
ลักษณะปรากฏ <sup>(ns)</sup>	6.65 ± 1.42 <sup>ns</sup>	6.45 ± 1.67 <sup>ns</sup>	6.50 ± 1.32 <sup>ns</sup>
สี <sup>(ns)</sup>	6.65 ± 1.42 <sup>ns</sup>	6.65 ± 1.57 <sup>ns</sup>	6.50 ± 1.32 <sup>ns</sup>
กลิ่น <sup>(ns)</sup>	6.70 ± 1.38 <sup>ns</sup>	6.30 ± 1.72 <sup>ns</sup>	6.10 ± 1.77 <sup>ns</sup>
รสชาติ <sup>(ns)</sup>	6.85 ± 1.31 <sup>ns</sup>	7.05 ± 1.36 <sup>ns</sup>	6.75 ± 1.71 <sup>ns</sup>
เนื้อสัมผัส <sup>(ns)</sup>	7.20 ± 1.51 <sup>ns</sup>	7.45 ± 1.00 <sup>ns</sup>	7.15 ± 1.46 <sup>ns</sup>
ความชอบโดยรวม <sup>(ns)</sup>	6.70 ± 1.69 <sup>ns</sup>	6.80 ± 1.40 <sup>ns</sup>	6.60 ± 1.47 <sup>ns</sup>

อักษร ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 7 การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์เยลลี่

ปริมาณ เจลาติน	$a_w^{ns}$	pH	$L^{*ns}$	$a^{*ns}$	$b^{*ns}$	Brix <sup>ns</sup>
13	$0.89 \pm 0.02$	$5.63 \pm 0.04^{ab}$	$41.7 \pm 0.00$	$3.4 \pm 0.00$	$3.9 \pm 0.00$	$23 \pm 0.00$
15	$0.86 \pm 0.01$	$5.54 \pm 0.05^b$	$41.7 \pm 0.00$	$3.4 \pm 0.00$	$3.9 \pm 0.00$	$23 \pm 0.00$
17	$0.89 \pm 0.01$	$5.76 \pm 0.10^a$	$41.7 \pm 0.00$	$3.4 \pm 0.00$	$3.9 \pm 0.00$	$23 \pm 0.00$

หมายเหตุ อักษร a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

อักษร ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองในตาราง 6 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินทุกระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้การยอมรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย และลักษณะเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่มีค่าความสว่าง 41.7 ค่าสีแดง 3.4 และค่าความเป็นสีเหลือง 3.9 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏที่พบคือมีสีเหลืองเข้มก่อนไปทางสีน้ำตาล

### วิจารณ์ผลการวิจัย

เห็นด้วยว่าเชื้อสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อใช้ข้าวต่างพันธุ์กัน แม้ว่าการเจริญเติบโตด้านความยาวดอก จำนวนดอก และน้ำหนักสดของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะแสดงผลออกมาไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่าการใช้ข้าวแม่พญาทองคำร่วมกับไข่ไก่ (กรรมวิธีที่ 3) ทำให้มีจำนวนดอกเห็ดถั่งเช่ามากที่สุดและการใช้ข้าวพันธุ์สินเหล็กร่วมกับไข่ไก่ (กรรมวิธีที่ 8) ทำให้เห็ดถั่งเช่ามีน้ำหนักสดมากกว่าการใช้ข้าวแม่พญาทองคำที่ไม่ใส่แหล่งโปรตีนใด ๆ (กรรมวิธีที่ 1) ซึ่งน่าจะมาจากเห็ดถั่งเช่าต้องการโปรตีนสำหรับการเจริญเติบโต (Wen and et al. 2014 : 46 - 46) และเนื่องมาจากวัตถุดิบดังกล่าวอุดมไปด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อรา *C. militaris* มากกว่า โดยไข่ไก่ 1 ฟอง (50 กรัม) ให้พลังงาน 80 กิโลแคลอรี, โปรตีน 7 กรัม, ไขมัน 6 กรัม และให้วิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, วิตามินเอ, วิตามินบี (1, 2, 3, 6 และ 12), เหล็ก และเลซิทิน (Lecithin) เป็นต้น (พูนศรี เลิศลักษณ์วงศ์. ออนไลน์. 2548) ดังนั้น เมื่อไม่ได้ใส่แหล่งโปรตีนลงในอาหารเพาะเลี้ยงจึงทำให้การเจริญเติบโตน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณสารคอรีโดเซปินก็พบว่า การใช้ข้าวสินเหล็กโดยไม่ใส่แหล่งโปรตีนอื่น (กรรมวิธี 6) หรือใส่ร่วมกับกลูโคส ยีสต์ และเปปโตน (กรรมวิธี 7) และใส่แหล่งโปรตีนอื่น (กรรมวิธีที่ 8 - 10)

ก็แสดงแนวโน้มให้ปริมาณสารคอร์ไคเซปินมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้ข้าวพันธุ์แม่พญาทองคำเมื่อใช้แหล่งโปรตีนชนิดเดียวกันทุกกรณี แม้ว่าจะไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จึงสามารถกล่าวได้ว่าการใช้ข้าวที่ต่างพันธุ์กันมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของรัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ (2559 : 239 - 248) ที่พบว่า การใช้ข้าวหอมนิลทำให้ความยาวและน้ำหนักสดของ Stroma ของเห็ดถั่งเช่ามากกว่าการใช้ข้าวสังข์หยด ข้าวสาลีและลูกเดือยซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้อธิบายว่าข้าวหอมนิลมีปริมาณโปรตีนและโพแทสเซียมมากกว่าข้าวพันธุ์อื่น และมากกว่าลูกเดือย

ปริมาณสารคอร์ไคเซปินเฉลี่ยในกรรมวิธีที่ 6 - 10 เท่ากับ 3,342 มก./กก. ซึ่งพบว่า มีปริมาณมากกว่าปริมาณสารคอร์ไคเซปินที่พบได้จากการทดลองของธัญญา ทะพิงค์แก และคณะ (2556 : 23 - 24) ซึ่งพบว่า กรรมวิธีที่พบปริมาณสารคอร์ไคเซปินที่มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ นั้นมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1,200 มก./กก. เช่นเดียวกับผลการทดลองของรัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ (2559 : 239 - 248) ที่ทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าในอาหารจากสูตรพืชและจากแมลงในห้องถื่นชนิดต่างๆ พบว่า ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยใช้เมล็ดข้าวพันธุ์หอมนิลผสมอาหารเสริมเพิ่มมีปริมาณสารคอร์ไคเซปินสูงสุดเฉลี่ย 2,094 มก./กก. ซึ่งพบว่าจากงานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นดังกล่าว พบปริมาณสารคอร์ไคเซปินน้อยกว่าปริมาณสารคอร์ไคเซปิน ที่พบจากการทดลองนี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะข้าวสินเหล็กที่นำมาทดลองในครั้งนี้เป็นข้าวที่ส่วนประกอบของธาตุเหล็กที่สูง ซึ่งอาจมีส่วนสำคัญต่อการผลิตสารออกฤทธิ์สำคัญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ในการพัฒนาสูตรยลลี่ ชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้เกิดเจล (Gelling Agent) มีผลต่อคุณภาพของยลลี่ที่ได้ (จุฑามาศ พิรพัชระ และคณะ. ออนไลน์. 2554) ในการผลิตยลลี่มักใช้สารที่ทำให้เกิดเจลประเภทคาราจีแนน โดยมีรายงานว่า การใช้แคลปลา-คาราจีแนน (k-carrageenan) ทำให้ได้เจล ลักษณะนุ่มและยืดหยุ่น ได้ลักษณะเจลที่เอื้อต่อการเคี้ยวและการกลืน อย่างไรก็ตาม ยังสามารถใช้สารที่ทำให้เกิดเจลได้อีกหลายชนิด เจลาติน ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลชนิดหนึ่ง ที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ให้น้ำเจลลักษณะใส ยืดหยุ่น เนื้อสัมผัสนุ่มลื่น ทำให้ได้เจลที่ง่ายต่อการกลืน (สาโรจน์ รอดคีน. 2556 : 641 - 645) ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัยที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับลักษณะเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง แต่การยอมรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากด้วยส่วนผสมจากเห็ดถั่งเช่ามีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว ซึ่งในการพัฒนาครั้งต่อไปจะต้องพัฒนา

สูตรอาหารเจทำให้มีรสชาติหลากหลายมากขึ้นโดยการปรับชนิดของผลไม้หรือปริมาณของผลไม้ เพื่อให้ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

การใช้ข้าวพันธุ์สินเหล็กร่วมกับไข่ไก่จะทำให้เห็ดถั่งเช่ามีน้ำหนักสดมากที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ข้าวสินเหล็กร่วมกับคั๊กแค้ และการใช้ข้าวสินเหล็กร่วมกับกลูโคส ยีสต์ และเปปโตนม มีแนวโน้มให้ปริมาณสารคอร์ไดเซปินมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เห็ดถั่งเช่าจากฐานเห็ดถั่งเช่า สามารถเพิ่มมูลค่าของเห็ดถั่งเช่าได้แต่ต้องพัฒนาให้มีลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยในครั้งนี้สูตรอาหารที่เตรียมได้จากวัตถุดิบหลักที่หาได้ง่ายจากในท้องถิ่น เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายจะช่วยลดต้นทุนการผลิตการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในทางการค้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งแนวทางในการวิจัยในอนาคตอาจเลือกวัตถุดิบหลักทั้งแหล่งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพราะนอกจากจะช่วยลดต้นทุนยังสามารถเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบในท้องถิ่นได้อีกด้วย



เอกสารอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ พิรพัชระ และคณะ. (2554). ความรู้เรื่องเยลลี่. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/20122141354261.pdf>. 25 เมษายน 2565.
- ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา และคณะ. (2559). “ผลของสูตรอาหารเทียมต่อการเกิดดอกและการผลิตสารสำคัญทางยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง,” วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3 (ฉบับพิเศษ III) : M01/9 - 15.
- ธัญญา ทะพิงค์แก และคณะ. (2556). รายงานวิจัยผลของวิธีการเพาะเลี้ยงต่อการผลิตสารคอร์ไดเซปินในเห็ดถั่งเช่าสีทอง. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- \_\_\_\_\_. (2557). การศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรถั่งเช่าสีทองและการนำไปใช้ประโยชน์. เชียงใหม่ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ธัญญา ทะพิงค์แก. (2555). การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. กรุงเทพฯ : บริษัท 2561.
- ธีรวรรณ สุวรรณ และคณะ. (2560). “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่โบราณจิ๊ด,” วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22(1) : 189 - 200.
- ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ และคณะ. (2555). การพัฒนาและการแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- พิทยา วิทยากร. (2552). “ว่านจักจั่น บทเรียนเพื่อสร้างความตระหนักทางวิทยาศาสตร์,” วารสารวิทยาศาสตร์. 63 (3) : 39 - 41.
- พูนศรี เลิศลักษณ์วงศ์. (2548). สำนักโภชนาการ “การบริโภคไข่”. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=1&id=599>. 15 มีนาคม 2559.
- รัฐพล ศรีประเสริฐ และคณะ. (2557). การเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* ด้วยเมล็ดข้าวฟ่างและแมลงในท้องถิ่นและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Trichophyton rubrum* และ *staphylococcus aureus*. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- รัฐพล ศรีประเสริฐ, อนงคณ์ หัมพานนท์ และสยาม อรุณศรีมรกต. (2559). “การเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* ด้วยเมล็ดข้าวฟ่างและแมลงในท้องถิ่นและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Trichophyton rubrum* และ *Staphylococcus aureus*,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 26(2) : 239 - 248.

- วารุณี บวรรัตโตภาค, โสภณ สิงห์แก้ว และอุราภรณ์ สะอาดสุด. (2545). ความหลากหลายของ *Cordyceps* จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2565). ข้าวลินเหล็ก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://dna.kps.ku.ac.th/index.php/articles-rice-rsc-rgdu-knowledge/54-sinlek-rice>. 18 กุมภาพันธ์ 2565.
- สมศักดิ์ ศิวชัย. (2544). “เชื้อราทำลายแมลง,” *ชีวปริทรรศน์*. 3(3) : 9 - 12.
- สายันท์ สมฤทธิ์. (2552). ไขปมเครื่องรางยอดฮิต “ว่านจักจั่น” ที่แท้จักจั่นวัยละอ่อนตายเพราะติดเชื้อรา. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://mgronline.com/science/detail/9520000067485>. 30 ตุลาคม 2564.
- สาโรจน์ รอดถิ่น. (2556). สมบัติทางเคมี-กายภาพ ชีววิทยา และสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนจากรำข้าวอินทรีย์. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สาลินีย์ ทับพิลา. (2552). แปลงร่างแมลงเป็น “รา” คลังยาแห่งอนาคต. กรุงเทพธุรกิจ . 9 กรกฎาคม 2552.
- Akaki J, Matsui Y and Kojima H. (2009). “Structural analysis of monocyte activation constituents in cultured mycelia of *Cordyceps sinensis*,” *Fitoterapia*. 80(3) : 182 - 187.
- Bhandari and et al. (2010). “Chemical Constituent, Inorganic Elements and Properties of *Cordyceps Sinensis*-areview”, *Nature and Science*. 8(9) : 253 - 256.
- Che, Z. (2003). “Quality study on functional soy sauce added with culture medium dreg of artificial *Cordyceps militaris*,” *Food Science*. 24(3) : 67 - 69.
- Chiu, C.P., Hwang, T.L., Chan, Y., El-Shazly, M., Wu, T. Y>, Lo, I.W., Hsu, Y.M., Lai, K.H., Hou, M.F., Yuan, S.S., Chang, F.R. and Wu, Y.C. (2016). “Research and Development of *Cordyceps* in Tiwan,” *Food Science and Human Wellness*. 5(4) : 177 - 185.
- Das ShK, Masuda M, Sakurai A, Sakakibara M. (2010). “Medicinal uses of the Mushroom *Cordyceps militaris*: Current State and Prospects,” *Fitoterapia*. 81(8) : 961 - 968.
- Dong, J. Z., Liu, M. R., Lei, C., Zheng, X. J. and Wang, Y. (2012). Effects of Selenium and Light Wavelengths on Liquid Culture of *Cordyceps miritaris* Link. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 166(8) : 2030 - 2036.

- Huang, L., Q. Li, Y. Chen, X. Wang, and X. Zhou. (2009). "Determination and Analysis of Cordycepin and Adenosine in the Products of *Cordyceps* spp", **African Journal of Microbiology Research**. 3(12) : 957 - 961.
- Isaka, M., Palasarn, S., Lapanun, S. and Sriklung, K. (2007) "Paecilodepsipeptide A, an Antimalarial and Antitumor Cyclohexadepsipeptide from the Insect Pathogenic Fungus *Paecilomyces cinnamomeus* BCC 9616," **Journal of Natural Products**. 70(4) : 675 - 678.
- Isaka, M., Kittakoop, P., Kirtikara, K., Hywei-jones, N.L. and Thebtaranonth, Y. (2005). "Bioactive Substances from Insect Pathogenic Fungi," **Accounts of Chemical Research**. 38(10) : 813 - 823.
- Kodama, E.N., McCaffrey, R.P., Yusa, K. and Mitsuya, H. (2002). "Antileukemic Activity and Mechanism of Action of Cordycepin Against Terminal Deoxynucleotidyl Transferase-positive (TdT+) Leukemic Cells," **Biochem Pharmacol**. 59(3) : 273 - 281.
- Li, C., Li, Z., Fan, M., Cheng, W., Long, Y., Ding, and Ming, L. (2006a). The Composition of *Hirsutella sinensis*, anamorph of *Cordyceps sinensis*," **Journal of food Composition and Analysis**. 19(8) : 800 - 805.
- Lim, L., Lee, C. and Chang, E. (2012). "Optimization of Solid State Culture Conditions for the Production of Adenosine, Cordycepin, and D-mannitol in Fruiting Bodies of Medicinal Caterpillar Fungus *Cordyceps miritaris* (L.:Fr.) Link (Ascomycetes)," **International Journal of Medicinal Mushrooms**. 14(2) : 181 - 187.
- Lin WH, Tsai MT. (2007). "Improvement of Sperm Production in Subfertile Boars by *Cordyceps militaris* Supplement," **Am J Chinese Med**. 35 : 631 - 641.
- Liu, W.C., Chuang, W.L., Tsai, M.L., Hong, J.H., McBride, W.H. and Chiang, C.S. (2008). "Cordyceps Sinensis Health Supplement Enhances Recovery from Taxol-induced Leukopenia," **Experimental Biology and Medicine**. 233(4) : 447 - 455.
- Ma, L., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, N. and Fu, L. (2012). "Chemical Modification and Antioxidant Activities of Polysaccharide from Mushroom *Inonotus Obliquus*," **Carbohydrate Polymers**. 89(2) : 371 - 378.

- Mains, E.B. (1958). "North American Entomogenous Species of *Cordyceps*," **Mycologia**. 50 (2) : 169 - 222.
- Mao, X. B., Eksriwong, T., Chauvatcharin, S., & Zhong, J. J. (2005). "Optimization of Carbon Source and Carbon Nitrogen Ratio for Cordycepin Production by Submerged Cultivation of Medicinal Mushroom *Cordyceps militaris*," **Process Biochemistry**. 40(5) : 1667 - 1672.
- Mizuno, T., Zhuang, C., Abe, K., Okamoto, H., Kiho, T. and Ukai, S. (1999). "Antitumor and Hypoglycemic Activities of Polysaccharides from the Sclerotia and Mycelia of *Inonotus Obliquus* (Pers. : Fr.) Pil (Aphyllphoromycetidae)," **International J. Medical Mushrooms**. 1(4) : 301 - 316.
- Parcell, A.C., Smith, J.M., Schulthies, S.S., Myrer J.W., Fellingham G. (2004). "*Cordyceps Sinensis* (CordyMax Cs-4) Supplementation does not Improve Endurance Exercise Performance," **Int J Sport Nutr Exerc Metabol**. 14 : 236 - 242.
- Patel, K.J. and Ingalhalli, R.S. (2013). "Cordyceps Militaris An Important Medicinal Mushroom," **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 2(1) : 315 - 319.
- Schmidt, K., Li, Z., Schubert, B., Huang, B., Stoyanova, S. and Hamburger, M. (2003). "Screening of Entomopathogenic Deuteromycetes for Activities on Targets Involved in Degenerative Diseases of the Central Nervous System," **Journal of Ethnopharmacology**. 89(2-3) : 251 - 260.
- Shrestha, B., Zhang, W., Zhang, Y and Liu, X. (2012). "The medicinal Fungus *Cordyceps miritaris*: Research and Development," **Mycological Progress**. 11(3) : 599 - 614.
- Sung, G. H., Shrestha, B., Han, S. K., Kim, S. Y. and Sung, J. M. (2010). "Growth and Cultural Characteristics of *Cordyceps Cardinalis* Collected from Korea," **Mycobiology**. 38 (4) : 274 - 281.
- Wang, S.M., Lee, L.J., Lin, W.W. and Chang, C.M. (1998). "Effects of a Water-soluble Extract of *Cordyceps Sinensis* on Steroidogenesis and Capsular Morphology of Lipid Droplets in Cultured rat Adrenocortical Cells," **Journal of Cellular Biochemistry**. 69(4) : 483 - 489.
- Wu, J.Y., Zhang, Q.X. and Leung, P.H. (2007). "Inhibitory Effects of Ethyl Acetate Extract of *Cordyceps sinensis* Mycelium on Various Cancer Cells in Culture and B16 Melanoma in C57BL/6 mice," **Phytomedicine**. 14(1) : 43 - 49.

Zhang, X and Liu. W. (1997). “Experimental Studies on Planning *Cordyceps miritaris* (L.FXFR.) Link with Different Culture Materials,” **Edible Fungi of China**. 16(2) : 21 - 22.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
Report No. : TDC 64-311  
Page : 1 of 2

**Test Report**


Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
Customer Name : นางสาวณัฐ ใจดี  
Address : 144 ม. 3 ต.บ้านใหม่ อ. เขารวม จ. หนองบัวลำภู 21110  
Specimen Sample : Cordyceps  
Sample Characteristic and Condition

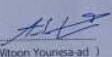
Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 1 ชิ้นเข้าบดละเอียด	-	ผงแห้ง	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
Received Date : July 12, 2021  
Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

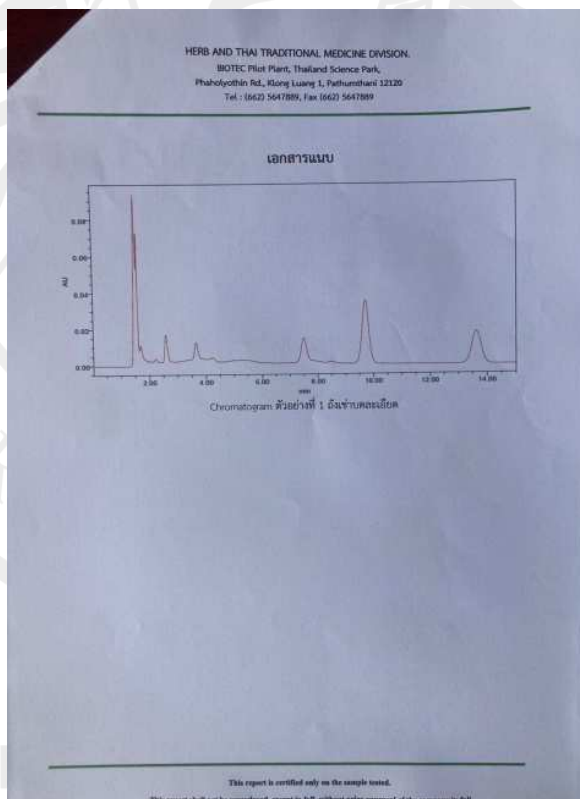
Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 1 ชิ้นเข้าบดละเอียด	250	2,302	77	768

  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

  
 ( Witoon Youngsa-ard )  
 Approval

**TT&CM**  
Thailand Traditional & Herbal Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
This report shall not be considered, correct in full, without other approval of the customer in full.



ภาพภาคผนวก 1 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T1

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
Report No. : TDC 64-312  
Page : 1 of 2

**Test Report**


Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
Customer Name : นายสรวิทย์ ใจดี  
Address : 144 น. 3 ต.วังช้างคระ อ. เขมราฐ จ. อุบลราชธานี 21110  
Specimen Sample : Cordyceps  
Sample Characteristic : Cordyceps  
and Condition


Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 2 ต้มเข้าบดละเอียด	-	ผงละเอียด	ซองหอยล์	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
Received Date : July 12, 2021  
Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

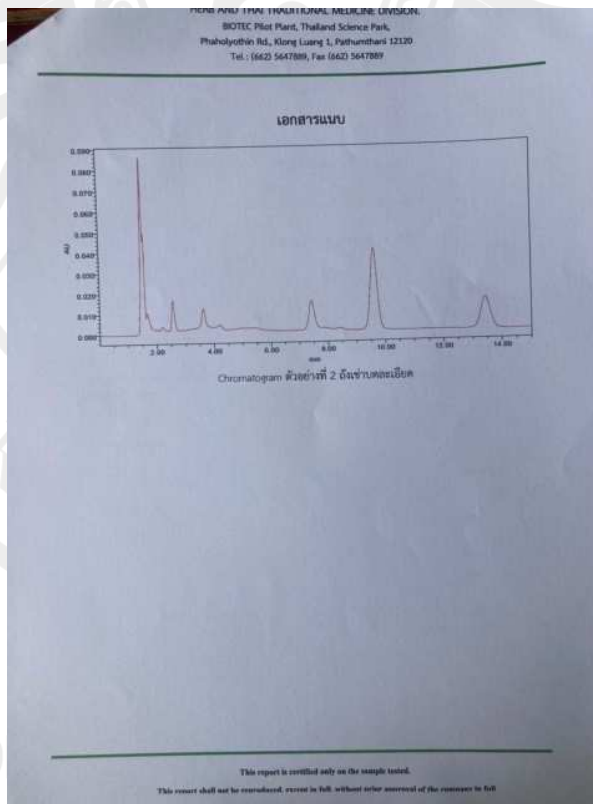
Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 2 ต้มเข้าบดละเอียด	288	2,882	90	903

  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

  
 ( Witoon Youngia-ad )  
 Approval

**TT&CM**  
Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.



ภาพภาคผนวก 2 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T2

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
 BOTEK Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12130  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647888

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC-64-313  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นายสุภาภูมิ ใจดี  
 Address : 144 ม. 3 ต.วัดขี้เหล็ก อ. บางบาล จ. สุพรรณบุรี 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic :  
 and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 3 ยี่ชันบดละเอียด	-	ผงฟร็อด	ซองฟร็อด	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

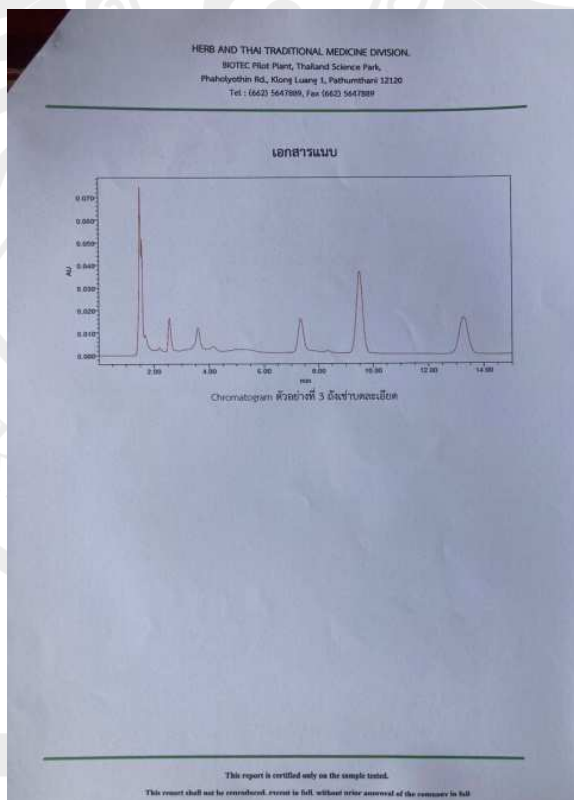
Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 3 ยี่ชันบดละเอียด	255	2,548	90	901

  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

  
 ( Witoon Youngs-a-d )  
 Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be considered, correct in full, without prior approval of the consumer in full



ภาพภาคผนวก 3 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T3

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION  
 BIOTIC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

---

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-314  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางกาญจณี ใจดี  
 Address : 144 ม. 3 อ.เมืองปทุมธานี จ. ปทุมธานี ๑. ๑๓๐๐๓ 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic :  
 and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 4 ถังเข้าทดสอบ	-	ผลแห้ง	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

**Analysis Results**

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 4 ถังเข้าทดสอบ	266	2,658	104	1,041

*NV*

( Naphat Boonpanya )  
Analyst

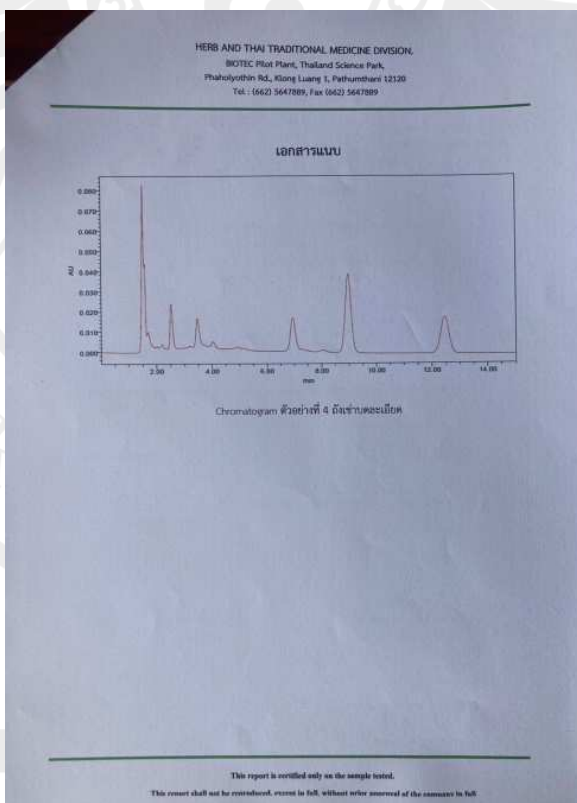
*Witoon*

( Witoon Youngsa-ad )  
Approval

**TT&CM**  
Department of Thai Traditional and Herbal Medicine

---

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, stored in full, without prior approval of the company in full.



ภาพภาคผนวก 4 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T4

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel. : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-315  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางสาวณัฐ ใจดี  
 Address : 144 น. 3 ต.หัวทอนน้อย อ.เขาชะเมา จ.ระยอง 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 5 มีงาช้างและเห็ด	-	ผงสีเหลือง	ซองฟอยล์	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

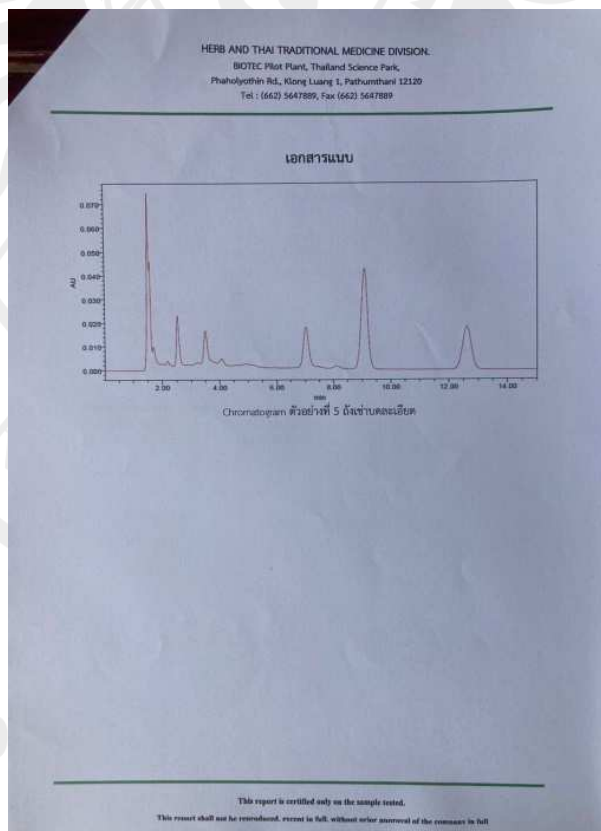
Analysis Results

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 5 มีงาช้างและเห็ด	298	2,978	105	1,045

(Naphat Boonpanya) Analyst  
 (Witoon Youngsa-ud) Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, copied or full, without prior approval of the company in full



ภาพภาคผนวก 5 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T5

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
 BOTEK Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

---

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-516  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางสาวณิชา ใจดี  
 Address : 144 ม. 3 ซ.วิภาวดีรังสิต อ. บางเขน จ. นนทบุรี 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 6 ด้งตำบดละเอียด	-	ผงละเอียด	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 6 ด้งตำบดละเอียด	338	3,379	112	1,119

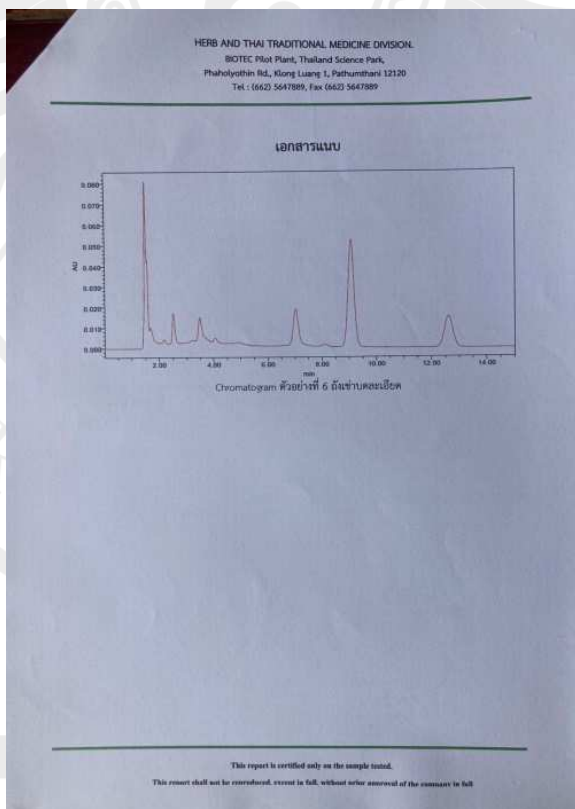
  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

  
 ( Witoon Youngsai )  
 Approval

**TT&CM**  
Department of Traditional and Complementary Medicine

---

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, stored in full, without prior approval of the company in full



ภาพภาคผนวก 6 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T6

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang L. Pathumthani 12120  
 Tel.: (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date: July 19, 2021  
 Report No.: TDC 64-317  
 Page: 1 of 2

**Test Report**

Project: Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name: นายชวฤทธิ์ ใจดี  
 Address: 144 หมู่ 3 ต.ห้วยทับแล้ง อ.เขาชะเมา จ.ระยอง 21110  
 Specimen Sample: Cordyceps  
 Sample Characteristic:  
 and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 7 ถังเช่าและเห็ด	-	ผงแห้ง	ซองพลาสติก	20

Characterization Method: High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date: July 12, 2021  
 Test Date: July 13, 2021

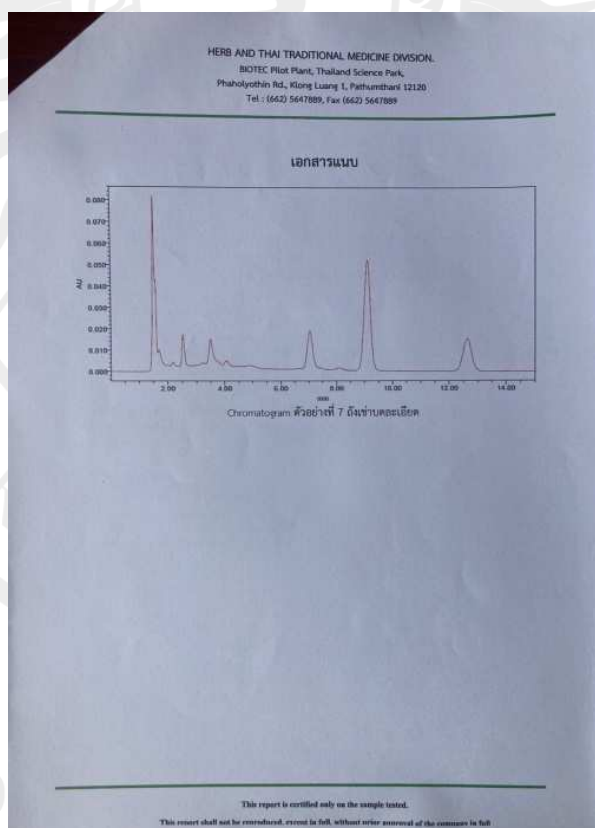
**Analysis Results**

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 7 ถังเช่าและเห็ด	357	3,566	113	1,131

( Naphat Boonpanya ) Analyst  
 ( Witoon Youngsa-od ) Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, copied or full, without prior approval of the company in full.



ภาพภาคผนวก 7 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T 7

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-318  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางสาวภาณี ใจดี  
 Address : 144 ม. 3 ต.พื้งอ้อมน้อย อ.เขตราษฎร์บูรณะ ร.นครหลวง 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic and Condition :

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 8 ถึงห้าชามดอยเมียด	-	ผงสีเหลือง	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

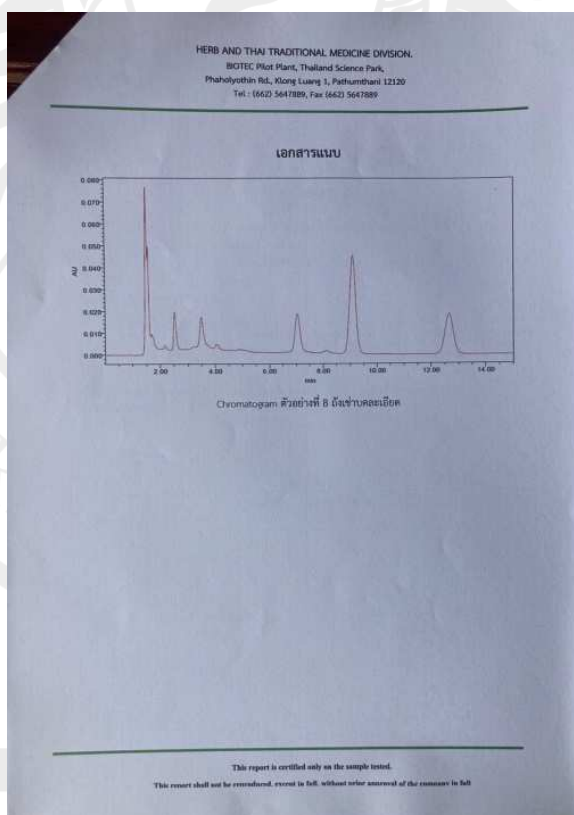
Analysis Results

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 8 ถึงห้าชามดอยเมียด	316	3,165	111	1,106

( Naphat Boonpanya ) Analyst  
 ( Witoon Youngsa-ud ) Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, stored in full, without prior approval of the company in full.



ภาพภาคผนวก 8 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T8

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No.: TDC-64-319  
 Page : 1 of 2

**Test Report**

Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางสาวกัญณี ไชยกิจ  
 Address : 184 ม. 3 ม.วิเชียรมาศ อ. เวียงเก่า จ. ระยอง 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic :  
 and Condition

Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 9 ถึงเข้าหลอดฉีด	-	ผงสีน้ำตาล	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

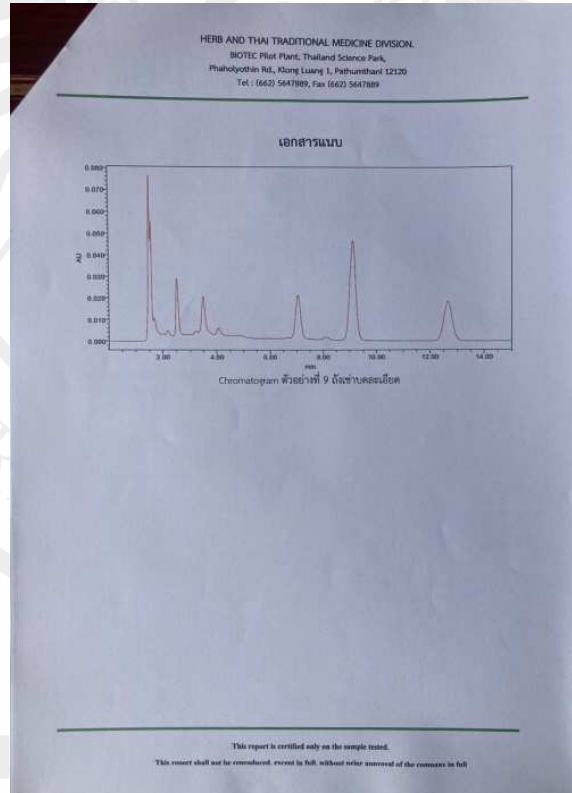
**Analysis Results**

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 9 ถึงเข้าหลอดฉีด	299	2,989	114	1,137

( Naphat Boonpanya ) Analyst  
 ( Witoon Youngsa-ad ) Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, except in full, without prior approval of the company in full.



ภาพภาคผนวก 9 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T9

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

---

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-320  
 Page : 1 of 2

**Test Report**


Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นามยาภูมิ ไช้ตั้ง  
 Address : 144 บ. 3 ต.ทับเที่ยง อ.เขวาสินรินทร์ จ.สุรินทร์ 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic :  
 and Condition


Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 10 ถึงห้าบดละเอียด	-	ผงสีเหลือง	ซองพลาสติก	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 10 ถึงห้าบดละเอียด	361	3,610	111	1,111

  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

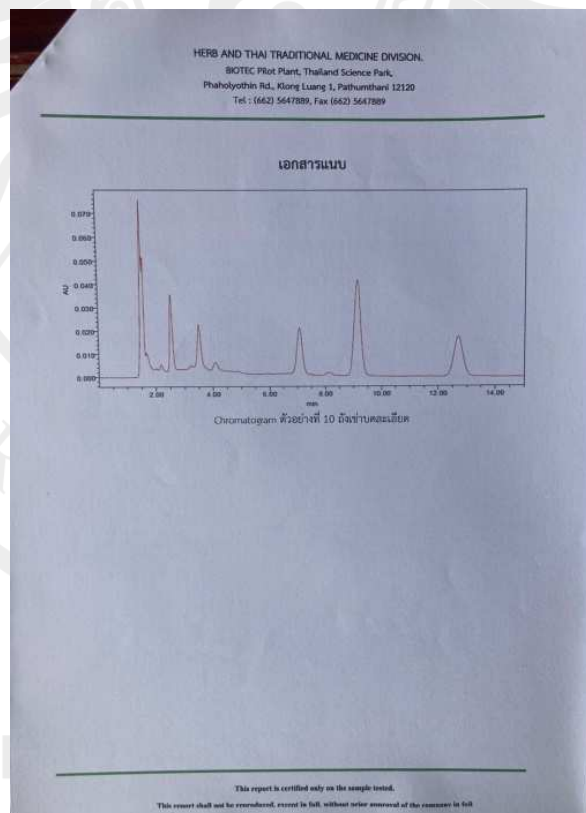
  
 ( Witoon Youngsae-d )  
 Approval

TT&CM

Department of Thai Traditional and Herbal Medicine

---

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be re-issued, except in full, without prior approval of the manager in full



ภาพภาคผนวก 10 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T10

HERB AND THAI TRADITIONAL MEDICINE DIVISION.  
 BIOTEC Pilot Plant, Thailand Science Park,  
 Phaholyothin Rd., Klong Luang 1, Pathumthani 12120  
 Tel : (662) 5647889, Fax (662) 5647889

Issue Date : July 19, 2021  
 Report No. : TDC 64-321  
 Page : 1 of 2

**Test Report**


Project : Quantitative analysis of Cordycepin and Adenosine  
 Customer Name : นางสาวกัญณี โจ๊ะดี  
 Address : 144 น. 3 ต.หัวขี้เหล็ก อ. เขายอง อ. ๖๖๐๐4 21110  
 Specimen Sample : Cordyceps  
 Sample Characteristic :  
 and Condition


Product Name	Batch No.	Sample Type	Packing	Quantity
ตัวอย่างที่ 11 ถึงเข้าบดละเอียด	-	ผงสีเหลือง	ซองพอลิ	20

Characterization Method : High Performance Liquid Chromatography (HPLC)  
 Received Date : July 12, 2021  
 Test Date : July 13, 2021

Analysis Results

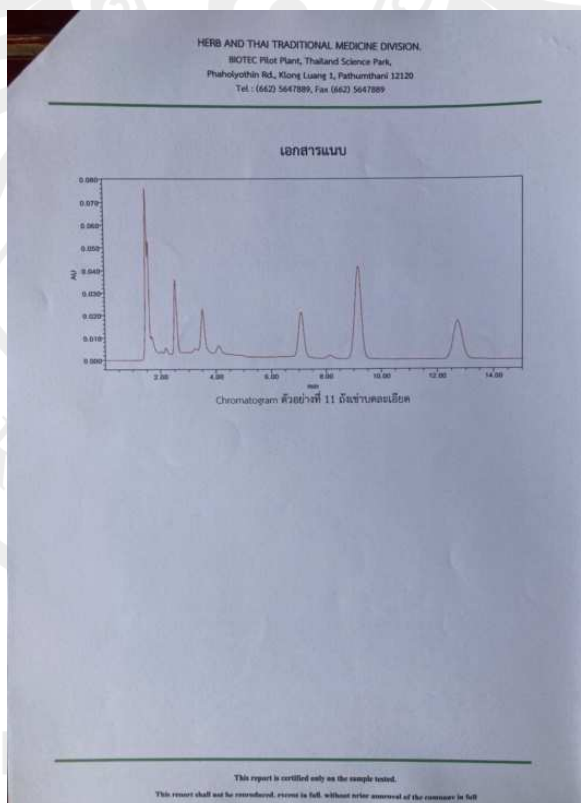
Product Name	cordycepin		adenosine	
	mg/100g	ppm (mg/kg)	mg/100g	ppm (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 11 ถึงเข้าบดละเอียด	278	2,776	116	1,161

  
 ( Naphat Boonpanya )  
 Analyst

  
 ( Witon Youngsard )  
 Approval

**TT&CM**  
 Department of Thai Traditional and Complementary Medicine

This report is certified only on the sample tested.  
 This report shall not be reproduced, stored in full, without prior approval of the customer in full



ภาพภาคผนวก 11 ผลการตรวจสอบตัวอย่างที่ T11

**แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส**

ผลิตภัณฑ์ : .....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทำการทดสอบ.....

คำแนะนำ: กรุณาประเมินความชอบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่นำเสนอทีละตัวอย่างพร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละคุณลักษณะตามความรู้สึกของท่าน และกรณำวันปากก่อนการทดสอบตัวอย่างถัดไป โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็น

.....

.....

ภาพภาคผนวก 12 ตัวอย่างแบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณัฐณี ใจตั้ง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเกล่ง จังหวัดระยอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 144 หมู่ 3 ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าของสวน บ้านสวนต้นน้ำ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บ้านสวนต้นน้ำ 144 หมู่ 3 ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	ประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนบ้านน้ำกร่อย ตำบลห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนต้น-ตอนปลาย โรงเรียนแก่ง”วิทยสถานาร” อำเภอเกล่ง จังหวัดระยอง
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
พ.ศ. 2565	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี