

## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### บทนำ

เห็ดถั่งเช่าเป็นที่รู้จักมาตั้งแต่สองพันปีก่อนคริสตศักราช ชาวจีนเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ มีสรรพคุณช่วยปรับสมดุลของร่างกาย เป็นสมุนไพรธาตุน้ำร้อน ในสมัยโบราณเห็ดถั่งเช่าถูกจำกัดการใช้เฉพาะจักรพรรดิ และเชื้อพระวงศ์ชั้นสูงของจีนเท่านั้น คนธรรมดาสามัญไม่มีสิทธิ์บริโภค เป็นของที่หายาก และมีค่าดังทองคำ การแพทย์ที่เบตมีการบันทึกไว้ว่า เห็ดถั่งเช่าถูกใช้เป็นยาชูกำลัง ใช้รักษาสารพัดโรค ปัจจุบันหลายๆ ประเทศได้ทำการศึกษา รวบรวมจำแนก เพาะเลี้ยง ปรับปรุงสายพันธุ์ และพัฒนาการผลิตถั่งเช่าเพื่อเป็นการค้า เช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย และสิงคโปร์ เป็นต้น

ในประเทศไทย ข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดในสกุลนี้มีอยู่น้อยมาก โดยทั่วไป เห็ดถั่งเช่าแท้ หรือเห็ดถั่งเช่าที่เบต (*Ophiocordyceps sinensis* หรือชื่อเดิม *Cordyceps sinensis*) ในภาษาจีนจะเรียกว่า “ตั่งถั่งเช่า” หากเรียกว่า “ถั่งเช่า หรือถั่งเช่า” อาจเป็นถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ถั่งเช่าหิมะ (*Isaria tenuipes*) หรือตัวอื่นๆ ได้ แต่ต้องมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ เห็ดถั่งเช่ามีอยู่หลายชนิด เช่น *Cordyceps* sp., *Paecilomyces* sp., *Isaria* sp. เป็นต้น (ธัญญา, 2555)



ภาพที่ 2.1 เห็ดถั่งเช่าชนิดต่างๆ ที่มีความสำคัญทางการแพทย์

ที่มา : ธัญญา (2555)

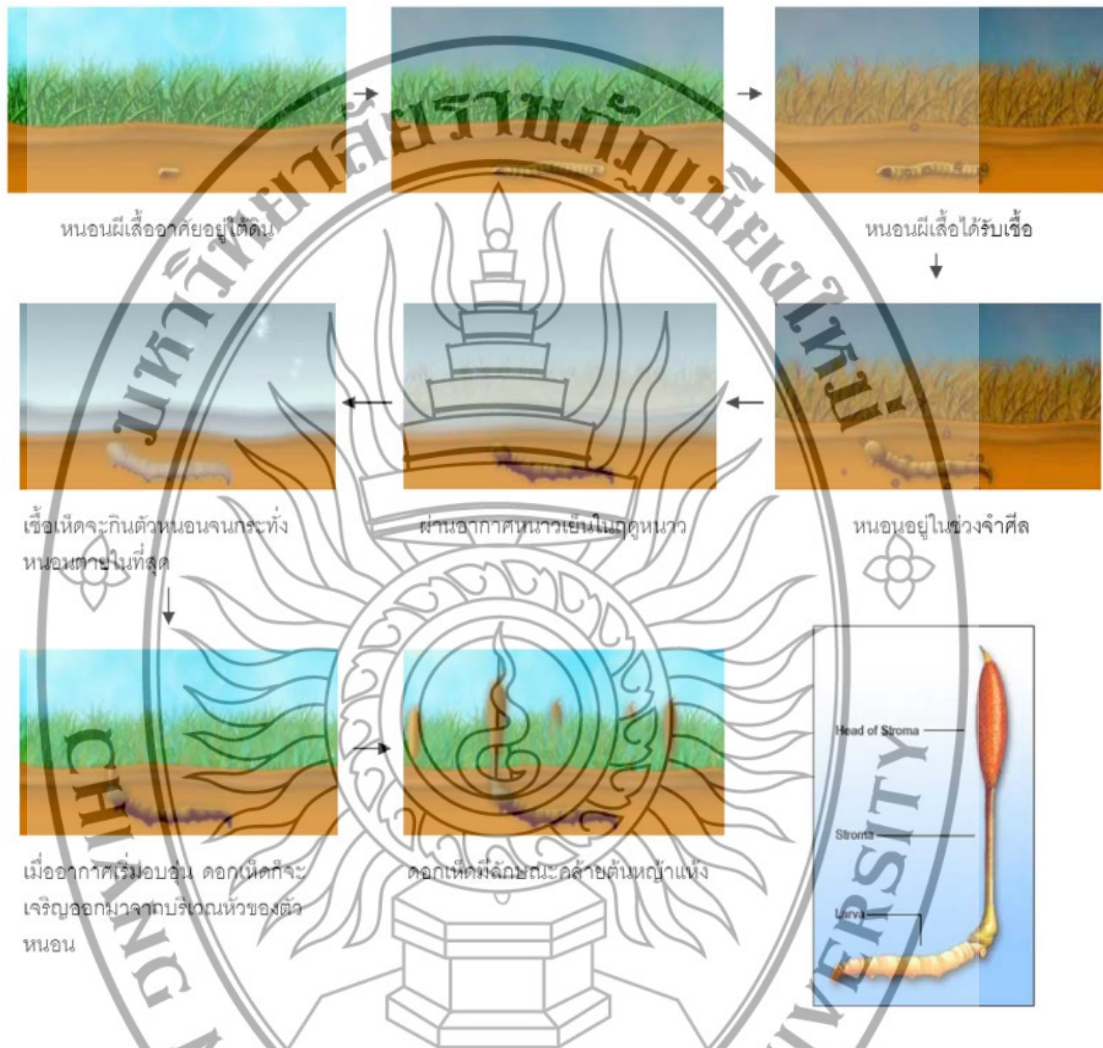
## เห็ดถั่งเช่าสีทอง

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Cordyceps militaris</i>
ชื่ออังกฤษ	Chinese golden grass
Kingdom	Fungi
Phylum	Ascomycoza
Sub-phylum	Ascomycotina
Class	Ascomycetes/Pyrenomyces
Order	Hypocreales
Family	Clavicipitaceae
Genus	<i>Cordyceps</i>
Species	<i>militaris</i>

ปี พ.ศ. 2543 คุณหญิงประไพศรี พิทักษ์ไพรวรรณ และปราโมทย์ ไทยทัตกุล ได้เคยพบความเกี่ยวข้องกับเห็ดถั่งเช่าไว้ว่าเป็นเห็ดที่น่าสนใจและอาจจะเพาะเลี้ยงได้ในเมืองไทย ซึ่งก็เป็นจริงตามที่คาดการณ์ไว้ ปี พ.ศ. 2546 อาจารย์ธวัช ทะพิงค์แก ได้นำเห็ดถั่งเช่าที่เบตที่เพาะได้ไปแสดงในงานประชุม Thai-Japanese Mini-Symposium on Macro Fungi ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2553 ดร.ธัญญา ทะพิงค์แก คณะเทคโนโลยีการเกษตร ร่วมกับสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้เปิดอบรม “การเพาะเห็ดถั่งเช่า” ขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทย โดยเผยแพร่วิธีเพาะเห็ดถั่งเช่าให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป ซึ่งในระยะแรกของการอบรม ทีมนักวิจัยได้พยายามเสนอเห็ดถั่งเช่าหิมะ หรือถั่งเช่าเกาหลี ให้ผู้ที่เข้ารับการอบรม เพราะเห็ดชนิดนี้ขึ้นได้ง่าย และไม่ต้องการอากาศหนาวเย็น แต่ไม่เป็นที่นิยมของผู้เข้ารับการอบรมด้วยความต้องการของตลาดต้องการเห็ดถั่งเช่าสีทองมากกว่า เพราะมีสรรพคุณใกล้เคียงกับเห็ดถั่งเช่าที่เบต ผู้รับการอบรมหลายท่านได้นำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติและนำไปเผยแพร่ต่อไป ส่งผลให้เห็ดถั่งเช่ามีแนวโน้มว่าจะเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย

เห็ดถั่งเช่าสีทองจัดว่าเป็นราแมลงในสกุลคอร์โดเซฟ [*Cordyceps* (Fr.) Link] เห็ดเกิดจากการที่เชื้อราแมลงได้ล่องล้าเข้าไปในวงจรชีวิตของแมลง เส้นใยของรา (hypha) ได้แผ่เข้าไปในลำตัวของแมลง และเจริญแตกแขนงออกไป ด้วยการกินอาหารจากลำตัวของแมลงนั้น หลังจากนั้น ราที่เป็นปรสิตนี้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนสามารถเข้าไปแทนที่ที่อยู่ในลำตัวของแมลงนั้นทั้งตัว และกลายเป็นกลุ่มเส้นใยของรา หรือไมซีเลียม (mycelium) เส้นใยของราแมลงเมื่อ

เจริญเติบโตรวมตัวกัน เกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่คือ ดอกเห็ด มีรูปร่างและสีที่แตกต่างกัน ก้านสปอร์นี้พร้อมที่จะกระจายไปตกบนแมลงเป้าหมายตัวต่อไป (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตของเห็ดถั่งเช่าทิเบต

ที่มา: ดัดแปลงจาก Asia Herbal Biotech (2009)

เชื้อราสกุลคอร์ดีเซพอยู่ในวงศ์ Clavicipitaceae ที่มีความหลากหลายของจำนวนชนิดและแมลงอาศัยมากที่สุด แมลงเจ้าบ้านของราแมลงสกุลนี้ (*Cordyceps* Fr. host) มีมากมายหลายชนิด เช่น ไหมป่า (*Bombyx pithyocampa*, *B. caja*, *B. rubi*, *Euprepia caja*, *Gastropacha rubi*, *G. quercus*, *Phalera bucephala* และ *Syntypistis punctatella*) นอกจากนี้ยังพบในด้วง (Coleopteran) เช่น หนอนนก (*Tenebrio moliter*) ในต่อแตน (Hymenopteran) เช่น ต่อกันเลี้ยง

(*Cimbex similis*) และ ในแมลงวัน (*Dipteran*) เช่น แมลงวันแมงมุม หรือยุงยักษ์ (*Tipula paludosa*) โดยทั่วไปราแมลงจะมีความจำเพาะกับแมลงเจ้าบ้านชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือใกล้เคียงแมลงเจ้าบ้านชนิดนั้นๆ และไม่เป็นอันตรายกับคน แต่อย่างไรก็ตามมีเชื้อราเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถรับประทานได้ และในผู้ที่เป็นภูมิแพ้ก็อาจเกิดอาการแพ้เชื้อราเหล่านี้ได้ (Sung *et al.*, 2007)

สมศักดิ์ ศิริชัย (2544) พบเชื้อราสกุลคอร์โดเซฟ มากถึง 80 ชนิด ซึ่งการสำรวจและแยกเชื้อราให้เป็นเชื้อที่บริสุทธิ์เพื่อการศึกษาต่อไปในอนาคตนั้นเป็นเรื่องที่ต้องมีการดำเนินการควบคู่ไปกับการจำแนกชนิดเช่นกัน เนื่องจากเชื้อราเหล่านี้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำคัญที่สามารถนำไปเพิ่มมูลค่า และใช้ประโยชน์อย่างมากมาย แม้ว่าจะเป็นเชื้อราที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านการเกษตรและการแพทย์สูง แต่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับร่าทำลายแมลงในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อรากลุ่มอื่นๆ มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ตัวอย่างเช่น การนำไปควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (biocontrol) เช่น ราแมลงกลุ่ม *Metarhizium anisopliae* หรือราเขียว ซึ่งเจริญเติบโตง่ายและมีประสิทธิภาพการทำลายแมลงสูงทำลายเฉพาะแมลงศัตรูพืชชนิดที่เป็นเป้าหมายเท่านั้น แต่ไม่ทำลายแมลงที่มีประโยชน์อย่างตัวห้ำตัวเบียน แมงมุม มวน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

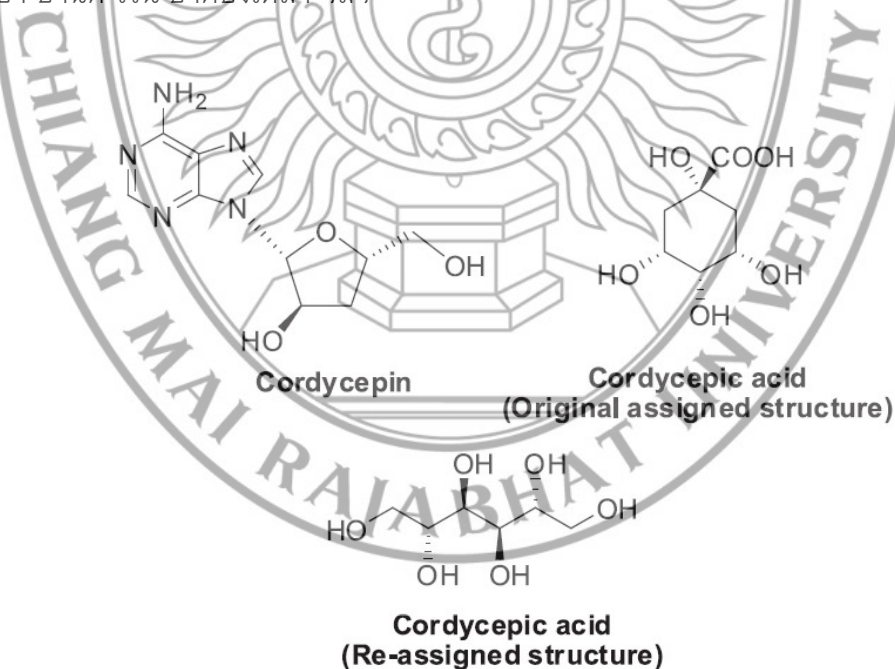
ด้านการแพทย์มีการศึกษาเพื่อหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อพัฒนาการรักษาโรค โดยทีมนักวิจัยแห่งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ได้ทำการศึกษาเชื้อราทำลายแมลงเป็นกลุ่มแรกของประเทศไทย โดยได้ค้นพบว่าร่าทำลายแมลงและแมงมุมหลายชนิดให้สารออกฤทธิ์ต้านเชื้อโรคผิวหนัง มาลาเรีย เอดส์ เป็นต้น (Hywel-Jones, 1993; Isaka *et al.*, 2005) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีรายงานว่า ราแมลงสามารถสร้างสารโพลีเมอร์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านการแพทย์ได้ (ศิริพร *et al.*, 2549)

### ประโยชน์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทองอุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีผลทางชีวภาพ เช่น โมโนแซคคาไรด์ โดแซคคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) แมนนิทอล กาแล็กโตส อะดีโนซีน คอร์โดเซปิน กรดคอร์เซปิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น ไบโอดีน กรดโพลีกลี โนอาซิน กรดแพนโทธิก ซิลิเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี แมงกานีส และซิลิเนียม เป็นต้น (Das *et al.*, 2010; ธีญา, 2555)

เห็ดถั่งเช่าสีทองประกอบไปด้วยนิวคลีโอไซด์ (Nucleosides) มากกว่า 10 ชนิด นิวคลีโอไซด์ที่เกี่ยวข้องกับกลไก และการทำงานของกลไกในขบวนการสรีรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลาง (Gu *et al.*, 2007) และด้านการเกิดเนื้องอก (Muller *et al.*, 1977) ยิ่งไปกว่านี้ โพลีแซคคาไรด์ ในเห็ดชนิดนี้ยังช่วยต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และชะลอความชรา (Yu *et al.*, 2007) ด้านการเกิดเนื้องอกและเซลล์มะเร็ง (Wasser, 2002) มีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบ (Yu *et al.*, 2004) และส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันในหนูทดลอง (Wu *et al.*, 2012)

สารคอร์ไดเซปิน [Cordycepin (3'-deoxyadenosine)] และกรดคอร์ไดเซปิกในเห็ดถั่งเช่า ช่วยเพิ่มพลังงานภายในร่างกาย ถูกใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬา (Parcell *et al.*, 2004) ใช้ในการป้องกันและรักษาสารพัดโรค เช่น โรคหอบหืด วัณโรค โรคหลอดเลือดอักเสบเรื้อรัง โรคตับอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง โรคไต โรคหัวใจ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ลดระดับน้ำตาลในเลือด อากาศอ่อนล้า เครียด นอนไม่หลับ โรคระบบประสาท โรคเบาหวาน เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อเอชไอวี ด้านเซลล์มะเร็งและเซลล์เนื้องอก แก้ความผิดปกติทางเพศทั้งในเพศชายและหญิง (Kodama *et al.*, 2000; Lin *et al.*, 2007; Das *et al.*, 2010) ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เห็ดถั่งเช่าในรูปแบบต่างๆ เช่น ผงชูบ ชาชง แคปซูล เม็ดยา ยาฉีด ไวน์ ยาดองเหล้า ฯลฯ



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของคอร์ไดเซปิน และกรดคอร์ไดเซปิก  
ที่มา : Lee *et al.* (2012)

เห็ดถั่งเช่าถูกพิสูจน์แล้วว่าเป็นเชื้อราที่ไม่มีพิษ (Nontoxic fungal substance) ปลอดภัยในการบริโภค (Huang *et al.*, 1987) มีข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดถั่งเช่ามากมาย สามารถศึกษาได้จากวารสารวิชาการ และบทความทางเว็บไซต์ต่างๆ ทางอินเทอร์เน็ต

### ข้อมูลการตลาด

มีรายงานการสำรวจตลาดของถั่งเช่าสีทองในปี 2008 (Market Survey of Cordyceps militaris 2008) โดยศูนย์ติดตามการตลาดของจีน (China Market Monitoring Center) ระบุว่าความต้องการเห็ดถั่งเช่าของตลาดนานาชาติอยู่ที่ 1,000 ตันต่อปี ขณะที่ตลาดภายในจีนอยู่ที่ 500 ตันต่อปี อัตราการเจริญของตลาดอยู่ที่ 13% มีผู้ผลิตในจีนประมาณ 50 ราย มีกำลังการผลิตรวมกัน ประมาณ 250 ตัน ต่อปี บริษัทข้ามชาติหลายบริษัทได้เข้าไปผลิตและจำหน่ายเห็ดถั่งเช่าสีทองในประเทศจีน บริษัท Nutrastar ของสหรัฐอเมริกาถือครองการตลาดเห็ดถั่งเช่าในจีนถึง 19 % และเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดของโลก นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตที่ประเทศญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน และมาเลเซีย

ตลาดโลก (Global Markets) ของเห็ดถั่งเช่าสีทองหลักอยู่ที่ชุมชนคนเอเชีย ในสหรัฐอเมริกา คานาดา ญี่ปุ่น เกาหลี ฮองกง และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตลาดยุโรป และออสเตรเลียก็กำลังเกิดขึ้น ในประเทศไทย การขายถั่งเช่าสีทองจะขายในรูปแบบเห็ดอบแห้ง ราคาขายกิโลกรัมละ 1.5 แสนบาท หากขายเป็นดอกสดอยู่ในขวดเพาะเลี้ยงขนาด 24 ออนซ์ ราคาขวดละ 700–1,000 บาท (น้ำหนักดอกสดประมาณ 2 กรัม) และขายในระยะที่เป็นเส้นใยไมซีเลียมนำไปทำอาหารเสริมสุขภาพ (แคปซูล) (วรรณภา, 2555)

เห็ดถั่งเช่าสีทองมีการเพาะกันเป็นการค้ามานานหลายสิบปีแล้วที่ประเทศจีน มาเลเซีย สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา โดยแต่ละบริษัทผลิตกันออกมาเดือนละหลายตัน เห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถทำการเพาะได้โดยใช้ตัวหนอนเพาะ และใช้อาหารสังเคราะห์ สามารถชักนำให้เป็นดอกเห็ดได้โดยใช้อากาศเย็น เห็ดถั่งเช่าบรรจุแคปซูลที่วางขายตามท้องตลาดในขณะนี้โดยมากเป็นเห็ดถั่งเช่าสีทอง มีรายงานยืนยันว่า เห็ดถั่งเช่าสีทองมีคุณสมบัติเทียบเท่าถั่งเช่าทิเบต (Das *et al.*, 2010) การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองทำได้ง่ายกว่าเห็ดถั่งเช่าทิเบต สามารถขึ้นได้ในแมลงหลากหลายชนิดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

### การเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

วิธีการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทำได้ 2 วิธี คือ การเพาะด้วยดักแด้ไหม และการเพาะด้วยอาหารเมล็ดธัญพืช

### 1. การเพาะด้วยดักแด้ใหม่

การเพาะด้วยดักแด้ใหม่ทำได้โดยทำการเก็บรังไหมมาแกะเอาตัวดักแด้ออกมา จากนั้นทำการฆ่าเชื้อดักแด้ด้วยการแช่ด้วยแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อที่อาจติดมากับตัวดักแด้ จากนั้นใส่เชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองเข้าไปในตัวดักแด้ สกุล *Thitarodes* (*Hepialus*) โดยที่หนอนนั้นยังมีชีวิตอยู่ อาจทำโดยการสเปรย์หัวเชื้อลงบนตัวดักแด้ หรือป้ายหัวเชื้อบนตัวดักแด้ เป็นการเลียนแบบธรรมชาติให้เชื้อเข้าไปแบบสัมผัส หรืออาจใช้เข็มฉีดหัวเชื้อเข้าไปในตัวดักแด้โดยตรงเลย หรือกรีดตัวดักแด้เพื่อยัดหัวเชื้อเข้าไป เชื้อเห็ดจะเจริญในตัวดักแด้ๆ จะค่อยๆ ตายไปในที่สุด ดอกเห็ดจะงอกออกมาให้เห็นเมื่อได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม (ภาพที่ 2.4) เมื่อดอกเห็ดสมบูรณ์ดีแล้วสามารถนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นบดเป็นผงเพื่อบรรจุแคปซูล หรือแปรรูปในลักษณะต่างๆ เช่น กาแฟถั่งเช่า น้ำสมุนไพรถั่งเช่า สารสกัดเข้มข้น เป็นต้น



ภาพที่ 2.4 เห็ดถั่งเช่าสีทองเพาะด้วยดักแด้ใหม่ (*Antheraea pernyi*)  
ที่มา: Zheng *et al.* (2011)

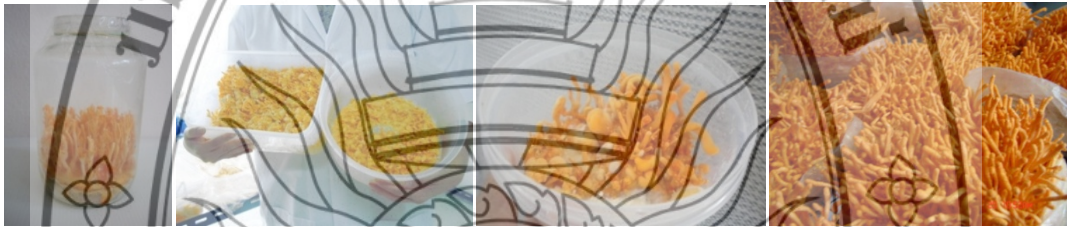
### 2. การเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยอาหารเมล็ดธัญพืช

เห็ดถั่งเช่าแต่ละชนิดต้องการสารอาหารที่ไม่เหมือนกัน แต่สามารถใช้อาหารสูตรพื้นฐานในการเพาะเลี้ยงได้ การเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้นๆ จะทำให้เห็ดเจริญเติบโต และผลิตสารออกฤทธิ์ได้ดี อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆ ชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติ วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการต่างกัน อาหารอาจอยู่ในรูปอาหารแข็ง อาหารเหลว และอาหารกึ่งเหลวก็ได้แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน โดยมากหากจะทำให้เกิดดอกจะเพาะด้วยอาหารแข็ง ส่วนอาหารเหลวจะใช้ทำหัวเชื้อ หรือเลี้ยงเพื่อเอาเส้นใยเห็ด

ในขณะที่อาหารกึ่งเหลวจะใช้เพื่อเพาะเลี้ยงเป็นแผ่น หรือเรียกว่า “รก” (ธัญญา และธวัช, 2555) แบ่งตามลักษณะของอาหารเป็น 2 แบบ ดังนี้

### 2.1 อาหารแข็ง

อาหารแข็งอาจเป็นวุ้น หรือเมล็ดธัญพืชก็ได้ (ภาพที่ 2.5) โดยจะนำหัวเชื้อเห็ดมาวางบนอาหาร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 – 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 – 45 วัน โดยใน 2 สัปดาห์แรก บ่มในที่มืด จากนั้นให้ได้รับแสง 14 – 16 ชั่วโมง/วัน ความเข้มของแสง 1,000 – 3,000 ลักซ์ การเพาะเห็ดตั้งเชื้อสีทองด้วยอาหารแข็งสามารถทำการเพาะด้วยภาชนะแบบต่างๆ เช่น ขวดแก้ว กลองพลาสติก ถุงพลาสติก เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 เห็ดตั้งเชื้อสีทองเพาะด้วยอาหารแข็งในภาชนะแบบต่างๆ

### 2.2 อาหารเหลว

โดยปกติในการเพาะด้วยอาหารเหลว ผลผลิตเห็ดตั้งเชื้อจะเก็บลักษณะเป็นเส้นใย การเพาะด้วยอาหารเหลว (ภาพที่ 2.6) จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษในการเพาะเลี้ยง เช่น การเลี้ยงแบบเขย่า (Shaking culture) การเลี้ยงแบบจมน้ำในอาหาร (Submerged culture) การเพาะเลี้ยงบนผิวหน้าอาหารเหลว (Surface liquid culture) และการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (Continuous culture or repeated batch culture) (ธัญญา, 2555)



ภาพที่ 2.6 การเพาะเห็ดตั้งเชื้อสีทองในอาหารเหลว



## ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

สรรพคุณของสมุนไพรขึ้นอยู่กับนชนิดและปริมาณของสารสำคัญในสมุนไพรนั้นๆ เห็ดถั่งเช่าสีทองก็เช่นเดียวกัน ผู้ทำการเพาะเห็ดจำเป็นต้องรู้ในเรื่องรูปร่าง ลักษณะสัณฐาน สรีรวิทยา และขบวนการชีวสังเคราะห์ของเห็ดด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้สารสำคัญในปริมาณที่สูงที่สุด ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเห็ดมีดังนี้

1. สายพันธุ์
2. อาหารที่ใช้เพาะเห็ด
  - 2.1 วัสดุเพาะ
  - 2.2 ธาตุอาหารจากแหล่งต่างๆ
  - 2.3 ความเป็นกรด-ด่างของอาหาร
  - 2.4 วิธีการเตรียมอาหาร
3. สภาพแวดล้อม
  - 3.1 อุณหภูมิ
  - 3.2 แสง
  - 3.3 ความชื้นในอากาศ
  - 3.4 ปริมาณออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในภาชนะเพาะเห็ด
4. ระยะเวลาที่ใช้เพาะ
5. วิธีการการเก็บผลผลิต
6. วิธีการสกัดสารออกฤทธิ์ (Das et al., 2010)

## วัสดุเพาะ

โดยปกติวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดถั่งเช่าตามธรรมชาติคือ ตัวแมลง หรือตัวหนอนไหม แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนิยมใช้เมล็ดธัญพืชเป็นวัสดุเพาะผสมร่วมกับธาตุอาหารต่างๆ ทำให้เห็ดถั่งเช่าเจริญเติบโตให้ผลผลิตทั้งในแง่ปริมาณ และคุณภาพที่ดี วัสดุเพาะเป็นแหล่งให้คาร์บอน (Carbon source) ให้แก่เส้นใยเห็ด นิยมใช้ แปะ และเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ เป็นวัสดุเพาะในกรณีที่จะเพาะเพื่อให้ได้ดอกเห็ด แต่หากทำเป็นอาหารเหลวเพื่อเก็บผลผลิตในลักษณะเส้นใย ไม่จำเป็นต้องใส่แปะ หรือเมล็ดธัญพืชเป็นส่วนผสมของอาหารเพาะเลี้ยงเห็ด

ข้อมูลในตารางที่ 2.1 เป็นสูตรอาหารที่มีผู้วิจัยใช้เพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง อาหารที่ใช้เพาะเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆ ชนิด หรืออาจเป็น

วัตถุดิบตามธรรมชาติ วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการต่างกันดัง  
ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ประเภท	ชื่อสูตรอาหาร (ตัวย่อ)
Poor media	Water agar (WA) Potato-Carrot agar (PCA)
General purpose media	Malt agar (MA) Cornmeal agar (CMA)
	Oatmeal agar (OA) Malt-extract agar (MEA)
	Malt-Yeast agar (MYA) V8 Juice agar (V8)
	Hamada agar (HA) Czapek-Dox agar (CDA)
	Schizophyllum (Mushroom) Genetics Minimal Medium (MM)
	Emerson YpSs agar (YpSs)
	Yeast-extract Malt-extract Peptone Dextrose agar (YMA)
Rich media	Ebiose Sucrose agar (ES)
	Potato-Dextrose agar (PDA)
	Martin's Peptone Dextrose agar (MPDA)
	Schizophyllum (Mushroom) Genetics Complete Medium plus Yeast Extract (MCM)
	Sabouraud Maltose agar (SMA)
	Sabouraud Dextrose agar (SDA)
	Czapek Yeast Extract agar (CZYA)
	Sabouraud Maltose agar plus Yeast Extract (SMAY)
	Sabouraud Dextrose agar plus Yeast Extract (SDAY)

ที่มา: Shrestha *et al.* (2006)

## ตารางที่ 2.2 สารอาหารในวัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้เพาะเห็ดถั่งเช่า

สารอาหารในวัตถุดิบ 100 กรัม

สารอาหาร	ข้าว	รำ	มัน	แป้งมัน	ดักแด้ไหม	ไข่
แคลอรี (kcal)	346	220	76	337	230	144
โปรตีน (กรัม)	7.4	15.8	2	7.2	21.5	13.3
ไขมัน (กรัม)	0.8	4	0.2	0.5	13	8.8
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	77.2	30.1	16.5	76	6.7	2.8
เยื่อใยอาหาร (กรัม)	0.7	31.3	0.7	1.4	0	0
วิตามิน เอ (ไมโครกรัม)	0	20	5	20	0	234
แคโรทีน (มก.)	0.6	4.3	0.8	2.9	1.3	1
เรตินอล (ไมโครกรัม)	13.3	14.5	79.8	12	57.5	74.1
ไนอาซิน (มก.)	0.11	0.3	0.08	0.08	0.07	0.11
ไรโบฟลาวิน (มก.)	0.05	0.3	0.04	0.06	2.23	0.27
ไนอาซิน (มก.)	1.9	12.5	1.1	5.10	2.2	0.20
วิตามิน ซี (มก.)	0	0	27	0	0	0
วิตามิน อี (มก.)	0.46	4.47	0.34	0.28	9.89	1.84
โคเลสเตอรอล (มก.)	0	0	0	0	155	0
โปแตสเซียม (มก.)	103	862	342	1075	272	154
โซเดียม (มก.)	3.8	12.2	2.7	4.7	140.2	131.5
แคลเซียม (มก.)	13	206	8	171	81	56
แมกนีเซียม (มก.)	34	382	23	27	103	10
เหล็ก (มก.)	2.3	9.9	0.8	10.7	2.6	2
แมงกานีส (มก.)	1.29	10.85	0.14	0.37	0.64	0.04
สังกะสี (มก.)	1.7	5.98	0.37	1.22	6.17	1.1
ทองแดง (มก.)	0.3	2.03	0.12	1.06	0.53	0.15
ฟอสฟอรัส (มก.)	110	682	40	123	207	130
เซลเลเนียม (ไมโครกรัม)	2.23	7.12	0.78	1.58	11.1	14.34

ที่มา: Chinese Cordyceps Industry Network (2010)

## ัญพืชที่ใช้ในงานทดลอง

### 1. ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง คือ เมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีหรือผ่านการขัดสีแค่บางส่วน ข้าวกล้องมีรสชาติมันปานกลางและมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขาว ข้าวทุกประเภทสามารถทำเป็นข้าวกล้องได้ทั้งสิ้น ข้าวกล้องและข้าวสารมีปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีนใกล้เคียงกัน แต่ต่างกันที่กระบวนการผลิตและคุณสมบัติทางโภชนาการอื่น เมื่อเปลือกของเมล็ดข้าวเปลือกถูกกะเทาะออกจะได้ข้าวกล้อง ถ้าต้องการได้ข้าวสาร ผิวของเมล็ดข้าวอีกชั้นหนึ่งคือเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกไป ซึ่งทำให้วิตามินและสารอาหารอื่น ๆ ลดลง เช่น วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี6 ธาตุเหล็ก และแมกนีเซียม เป็นต้น แต่ข้าวกล้องนั้นมีระยะในการเก็บรักษาน้อย เพราะเกิดความชื้นง่ายจึงทำให้เกิดเชื้อรา (วิกิพีเดีย, 2556) ข้าวกล้องราคาประมาณกิโลกรัมละ 60-100 บาท

### 2. ข้าวขาว

ข้าวขาวเป็นข้าวที่ผ่านการสีเอาเปลือก รำ และจมูกข้าวออก ส่วนใหญ่ทำเพื่อป้องกันการเน่าเสีย และยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดข้าว หลังการสีข้าวเมล็ดข้าวจะถูกขัดเพื่อให้ได้เมล็ดที่ขาวใสและเงางาม ตลาดมีข้าวขาวเปอร์เซ็นต์ต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดโลก เช่น ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ข้าวขาว 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น (วิกิพีเดีย, 2556) ข้าวขาว 15 เปอร์เซ็นต์ ราคาประมาณกิโลกรัมละ 20-25 บาท

### 3. ข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุง มีลักษณะเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มสีแดง มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกากใยอาหารสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการขับถ่าย มีวิตามินอีสูง ช่วยชะลอความแก่ นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัส ซึ่งมีประโยชน์ต่อการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง และป้องกันโรคความจำเสื่อม และมีสารที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง จึงนับได้ว่าข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 9, 2556) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 95-120 บาท

### 4. ข้าวน้ำนม

ข้าวน้ำนมเป็นข้าวที่มีกลิ่นหอม และสีเขียว มีคุณค่าทางอาหาร ทั้งยังมีไฟเบอร์ที่ช่วยในการลดการตกค้างของสารพิษในลำไส้ สีเขียวจากคลอโรฟิลล์ช่วยในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (ผู้จัดการออนไลน์, 2549) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 120-150 บาท

## 5. ข้าวหอมมะลินิล

ข้าวหอมมะลินิลมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง อีกทั้งยังมีข้อดีทางด้านคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มรับประทานดี คือ เป็นข้าวเมล็ดเรียวยาว เปอร์เซ็นต์อะมิโลสต่ำ ข้าวสุกเหนียวนุ่ม และมีกลิ่นหอม จากการตรวจวิเคราะห์ในเมล็ดพบว่า มีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง ประกอบด้วย สารประกอบฟีนอลิก และแอนโทไซยานิน ที่มีผลทำให้ผิวหนังของเราไม่เหี่ยวแห้งเร็วก่อนวัยอันควร แถมยังช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็งและยังออกฤทธิ์ในการขยายเส้นเลือด ช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ เส้นเลือดอุดตันในสมองและโรคอัมพาตอีกด้วย (OKnation, 2555) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 100-120 บาท

## 6. ข้าวฟ่าง

เมล็ดข้าวฟ่างแห้งหนัก 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 8-16 กรัม โปรตีน 8-15 กรัม ไขมัน 2-6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 70-80 กรัม เส้นใย 1-3 กรัม เถ้า 1-2 กรัม พลังงาน 1,300-1,600 กิโลกรัม/100 กรัม ของส่วนที่รับประทานได้ เมล็ดข้าวฟ่าง 1,000 เมล็ด หนัก 13-40 กรัม สารแทนนินในเมล็ดข้าวฟ่างเป็นตัวกำหนดคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากสารแทนนินสามารถยึดจับกับโปรตีน และทำให้มีการย่อยโปรตีนได้น้อยลง โปรตีนส่วนใหญ่ คือ โปรลามีน (prolamine) ซึ่งไม่ค่อยมีคุณค่าทางโภชนาการนัก นอกจากนี้สารแทนนินที่อยู่บนส่วนต่างๆ ของเมล็ดยังทำให้เมล็ดมีรสขมด้วย โดยพบว่าเมล็ดข้าวฟ่างที่มีสีแดง ชมพู และน้ำตาลมักมีรสขมกว่าเมล็ดข้าวฟ่างสีขาวและเหลือง ซึ่งสารแทนนินสามารถถูกกำจัดออกได้โดยการขัดสีผนังผลและเปลือกเมล็ด แต่ถ้าสารแทนนินอยู่ในเอนโดสเปิร์มซึ่งเต็มไปด้วยแป้ง ก็ถูกกำจัดออกยาก (กฤษฎา, 2537) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 17-40 บาท

## 7. ข้าวมันปู

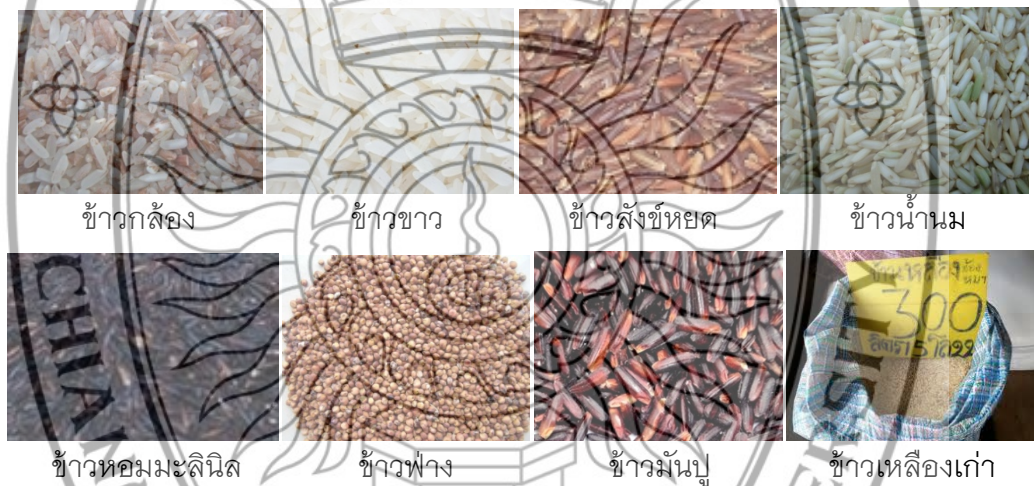
ข้าวมันปู เป็นข้าวพันธุ์หนึ่งที่มีเยื่อหุ้มเปลือกข้าวเป็นสีแดงแบบสีมันปู จัดเป็นข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือชนิดหนึ่ง มีไขมันในปริมาณเดียวกับข้าวกล้องซึ่งสูงกว่าข้าวขัดสีประมาณเท่าหนึ่ง มีสารที่เรียกว่าแคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอในร่างกายสูงกว่าข้าวขัดสี ชาวจีนเรียกข้าวแดง หรือชื่อพื้นเมือง อั้งคัก นอกจากนี้ยังเป็นข้าวยังผลิตออกมาในรูปยีสต์สีแดงใช้ประกอบอาหารและเป็นสมุนไพรรักษาโรค คนไทยนำข้าวแดงเมืองจีนหรืออั้งคักมาเป็นสีผสมอาหารเพื่อให้สีแดง เช่น เต้าหู้ยี้ หมูแดง และเนื้อแดง เป็นต้น

ข้าวมันปูมีสารอาหารสูงกว่าข้าวขัดสีขาวประกอบไปด้วยแป้ง ไขมัน โปรตีน ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็กในปริมาณที่สูงอย่างมาก ทองแดง วิตามินเอ วิตามินบี บี 2 วิตามินซี สรรพคุณ ป้องกันโรคหัวใจ ป้องกันโรคแขนขาไม่มีกำลังวังชา รักษาอาการมือเท้าบวมมีผื่นขึ้น

ป้องกันโรคนอนไม่หลับ รักษาระบบย่อยอาหารที่ไม่ปกติ มีลมในท้อง และลำไส้ อีกทั้งเป็นอาหารเพิ่มเลือดที่ดีมากสำหรับผู้หญิงที่เป็นโรคโลหิตจาง (กรมการข้าว, 2556) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 30-50 บาท

#### 8. ข้าวเหลืองเก่า

ข้าวเหลืองเก่าเป็นข้าวที่ออกสีเหลือง จัดเป็นข้าวเสื่อมคุณภาพ กล่าวคือเป็นข้าวสารเปลือกที่อบไม่แห้ง แล้วเข้าสู่กระบวนการสี ปั่นย่อยเก็บไว้นานจนเป็นข้าวสารสีเหลือง หรืออาจเกิดจากการที่ข้าวเปลือกโดนน้ำจนมีความชื้นสูง หรือข้าวที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความชื้น ปั่นย่อยเก็บไว้นานค้างปีจนเสื่อมสภาพ แล้วนำมาสีเป็นข้าวสาร ส่งผลทำให้เกิดข้าวสีเหลือง ทั้ง 2 กรณี เมื่อเห็นแล้วคนไม่อยากจะซื้อมาหุงกิน จึงนิยมใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ (ผู้จัดการออนไลน์, 2556) ราคาประมาณกิโลกรัมละ 20-30 บาท



ภาพที่ 2.7 เมล็ดธัญพืชต่างๆ

ตารางที่ 2.3 สารอาหารของข้าวต่างๆ (อ้างตาม ประสิทธิ์, 2553)

ข้าว	โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	เส้นใย (กรัม/100 กรัม)
ข้าวขาวขัดสี	6.8	1.2	0.5	0.6
ข้าวสีน้ำตาล	7.9	2.2	0.5	2.8
ข้าวสีแดง	7.0	5.5	3.3	2.0
ข้าวสีม่วง	8.3	3.9	2.2	1.4
ข้าวสีดำ	8.5	3.5	-	4.9

จากการตรวจเอกสารเห็นได้ว่า ธัญพืชแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการไม่เหมือนกัน เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง อาจมีผลหรือไม่มีผลต่อการผลิตสารสำคัญในเห็ด จึงเป็นเรื่องที่สมควรทำการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้วัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการผลิตสารคอร์ไดเซปินในเห็ดถั่งเช่าสีทอง

### กรอบแนวคิด

เห็ดถั่งเช่าสามารถ  
เพาะด้วยเมล็ดธัญพืช

มูลค่าของเห็ดถั่งเช่าขึ้นอยู่กับ  
ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ  
คอร์ไดเซปิน

ธัญพืชชนิดใดที่เหมาะสมต่อการเพาะ  
เห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อให้ได้สารคอร์ไดเซปิน  
สูงสุด ?

ข้าวกล้อง ข้าวขาว ข้าวสังข์หยด ข้าวเหนียว ข้าวหอมมะลิ ข้าวฟ่าง ข้าวมันปู ข้าวเหลืองเก่า

ชนิดของธัญพืชที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อให้ได้สารคอร์ไดเซปินสูงสุด

เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรอาหารเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อการค้าต่อไป