

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและจุลินทรีย์เพื่อเพิ่มมูลค่าและพัฒนานวัตกรรม
2. โครงการวิจัย : การพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อให้ได้คอร์เดเซปินสูง
กิจกรรมที่ 2 : เทคโนโลยีการผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อให้ได้คอร์เดเซปินสูง
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ชนิดของธัญพืชเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ให้ผลผลิตและสารคอร์เดเซปินสูง
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Types of grains for *Cordyceps militaris* cultivation to obtain high yield and high content of cordycepin
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสุปัน ไม้ตัดจันทร์ ^{1/}ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
ผู้ร่วมงาน : นางสาวบุญยิทธิดา คล่องแคล่ว ^{2/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย
นางสาวนันทินี ศรีจุมปา ^{1/}ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
นางสุธามาศ ณ น่าน ^{1/}ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

5. บทคัดย่อ

จากการศึกษาชนิดของธัญพืชเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ให้ผลผลิตและสารคอร์เดเซปินสูง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวขาวเสาไห้ ข้าวญี่ปุ่น ข้าว กข. 43 และลูกเดือย พบว่า ลูกเดือย เป็นวัสดุเพาะที่ให้ปริมาณผลผลิตและสารสำคัญ คือ คอร์เดเซปินและอะดีโนซีนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชอื่น ส่วนข้าว กข. 43 ให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของดอกเห็ดและปริมาณสารสำคัญน้อยที่สุด

Abstract

The study of type of grains to cultivate *Cordyceps militaris* for high yield and high content of cordycepin was conducted at Chiangrai Horticulture Research Center during October 2019 – September 2020. Randomized complete block design with 7 treatments and 4 replications was

applied. Seven grains were Jasmine brown rice, Jasmine White Rice, Riceberry Rice, Sao Hai, Japanese rice, Kor Ko. 43 and millet. It was found that millet gave the highest yield as well as highest cordycepin and adenosine content. Rice var. Kor Ko 43 gave the lowest fresh and dried weight of fruit body and lowest both corycepin and adenosine.

6. คำนำ

เห็ดถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) เป็นเห็ดป่าที่หายากมักเกิดบนพื้นที่สูงและอากาศเย็น เช่น ประเทศจีน ทิเบต ภูฏาน และเนปาล เห็ดชนิดนี้เกิดจากการที่เชื้อราเข้าไปอาศัยอยู่ในตัวหนอนหรือแมลง ในตำราแพทย์แผนจีนบอกว่าเห็ดถั่งเช่าเป็นยาอายุวัฒนะ ทานแล้วทำให้ร่างกายแข็งแรง แต่ด้วยความหายากจึงส่งผลให้ราคาสูงมาก เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมาเริ่มมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าเป็นการค้าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณความต้องการบริโภคเห็ดถั่งเช่าในแบบอาหารเสริมสุขภาพและใช้ประกอบอาหารมีมากขึ้น (วรรณภา, 2555)

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) มีความแตกต่างจากเห็ดถั่งเช่าสีทองทิเบตหลายด้าน ได้แก่ การเพาะเลี้ยงที่ง่ายกว่า มีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าและมีสารคอร์เดเซปินที่สูงกว่า ซึ่งสารนี้ช่วยให้ร่างกายสามารถใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งในอาหารเลี้ยงเชื้อหากมีการเติมสารบางชนิดลงไปจะช่วยเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางยาสูงขึ้น การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยอาหารเพาะเลี้ยงสามารถแบ่งตามลักษณะของอาหารได้ 2 แบบ คือ อาหารเหลวและอาหารแข็ง (สุนทร, 2561) ข้าวที่เป็นวัสดุหลักในการเพาะถั่งเช่าสีทองประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด มีน้ำตาลซูโครส (sucrose) และน้ำตาลเดกซ์ทริน (dextrin) เล็กน้อย ในข้าวเจ้า มีโปรตีน 7 - 8 เปอร์เซ็นต์ ในข้าวกล้อง มีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวชนิดอื่น เพราะข้าวกล้องยังมีส่วนของรำข้าวอยู่ มีใยอาหาร ไขมันและวิตามินบี 1 มากกว่าข้าวชนิดอื่น และมีวิตามินและแร่ธาตุสูงกว่าข้าวขาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม ไนอาซิน และวิตามินบี 1 เห็ดถั่งเช่าสีทองได้รับความนิยมแพร่หลายและเริ่มมีการเพาะเลี้ยงมากในประเทศไทย หลากหลายรูปแบบ เช่น การเพาะแบบใช้ตัวหนอน การเพาะด้วยอาหารเหลว และการเพาะโดยใช้อาหารธัญพืช โดยวิธีการเพาะด้วยอาหารและธัญพืชเป็นวิธีการที่นิยมในการเพาะเลี้ยงอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีข้อดีที่สามารถชักนำให้เกิดดอกเห็ดและสามารถควบคุมสูตรอาหาร ให้ได้ผลผลิตและปริมาณสารสำคัญตามที่ต้องการได้ รวมถึงเมล็ดธัญพืชสามารถหาได้ง่าย อย่างไรก็ตามการผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองยังพบปัญหาสำคัญ ได้แก่ ความแปรปรวนของสายพันธุ์และวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณผลผลิต รูปร่างลักษณะของดอกเห็ดและปริมาณสารสำคัญ ซึ่งหากทราบถึงชนิดของธัญพืชที่ใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงที่หาง่าย ราคาไม่แพงและสามารถเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองให้มีปริมาณผลผลิตและสารสำคัญ คือ คอร์เดเซปินและอะดีโนซีนสูง จะช่วยให้เกษตรกรผู้สนใจสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตเห็ดถั่งเช่าไปปรับใช้ได้ในอนาคตต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1. หม้อนึ่งความดัน | 6. เครื่องชั่ง |
| 2. ตู้แช่แข็ง | 7. เวอร์เนียบาลิเปอร์ |
| 3. เชื้อพันธุ์เห็ดถั่งเช่าสีทอง | 8. ธัญพืช 7 ชนิด |
| 4. สารเคมี | 9. ผงวุ้น |
| 5. ขวดเลี้ยงเชื้อ | 10. มันทิ้ง |

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี จำนวน 10 ขวด/ซ้ำ โดยกรรมวิธี คือ ชนิดธัญพืช ได้แก่

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. ข้าวกล้องหอมมะลิ | 5. ข้าวขาวไทยภูเขา |
| 2. ข้าวขาวหอมมะลิ | 6. ข้าว กข 43 |
| 3. ข้าวไรซ์เบอร์รี่ | 7. ลูกเดือย |
| 4. ข้าวขาวเสาไห้ | |

- เตรียมวัสดุเพาะเลี้ยง ในกรรมวิธีที่ 1 - 6 หุงข้าวสารด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า สำหรับลูกเดือย จะต้องแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืนก่อนนำไปล้างทำความสะอาด แล้วต้มให้สุกจนกระทั่งเมล็ดเริ่มปริแตกและบานออก โดยทุกกรรมวิธีให้ใช้สารละลาย MMN (ภาคผนวก) แทนน้ำสำหรับหุงต้มเมล็ดธัญพืช อัตรา 800 มิลลิตรต่อข้าวสาร หรือเมล็ดธัญพืช 750 กรัม

- นำข้าวหุงสุก หรือเมล็ดธัญพืชใส่ในขวดแก้วขนาด 8 ออนซ์ ขวดละ 25 กรัม และนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที

- เตรียมหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยเลี้ยงเส้นใยในอาหาร Potato dextrose broth (PDB) บนเครื่องเขย่าความเร็ว 7,800 - 8,400 รอบ/ชั่วโมง โดยเขย่า 2 ชั่วโมง และหยุด 1 ชั่วโมง นาน 6 วัน นำเชื้อเหลวเทลงบนวัสดุเพาะขวดละ 5 มิลลิตร แล้วนำไปบ่มเชื้อในที่มืดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าเจริญเติบโตเต็มอาหาร นำไปวางไว้ใต้แสงไฟที่ความเข้มแสง 600 - 1,000 ลักซ์ วันละ 12 ชั่วโมงเพื่อกระตุ้นการสร้างดอกเห็ด (stroma) เป็นเวลา 6 สัปดาห์

- บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ วัดความยาว ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของดอกเห็ด รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งวัสดุที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง วิเคราะห์ปริมาณคอร์เตซิปีนในผลผลิต นำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

- เวลาและสถานที่

- ระยะเวลาที่ดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2562 - สิ้นสุด กันยายน 2563
- สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองชนิดของธัญพืชที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 7 กรรมวิธี ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวขาวเสาไห้ ข้าวญี่ปุ่น ข้าว กข. 43 และลูกเดือย พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ให้

จำนวนดอกเห็ดมากที่สุด เท่ากับ 20 - 35 ดอกต่อขวด รองลงมา ได้แก่ ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าว กข. 43 และลูกเด็ย เท่ากับ 18 - 30 16 - 35 และ 14 - 35 ดอกต่อขวด ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องหอมมะลิให้จำนวนดอกเห็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 14 - 25 ดอกต่อขวด แต่ข้าวกล้องหอมมะลิให้ขนาดความกว้างของดอกเห็ดมากที่สุด เท่ากับ 0.47 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีอื่นให้ขนาดความกว้างของดอกเห็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความสูงของดอกเห็ดมีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยลูกเด็ยให้ขนาดความสูงของดอกเห็ดมากที่สุด เท่ากับ 4.27 เซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวขาวหอมมะลิ เท่ากับ 3.84 3.42 และ 2.94 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนข้าวเสาไห้ให้ความสูงดอกเห็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 2.70 เซนติเมตร (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) ปวีณา และคณะ (2561) รายงานว่า ธาตุอาหารที่ผสมลงในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของเส้นใยและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยศึกษาการเจริญของเส้นใยถึงเชื้อเห็ดในอาหารแข็งที่มีส่วนผสมของธัญพืช 8 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด และลูกเด็ย พบว่า อาหารแข็งที่มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ให้การเจริญของเส้นใยถึงเชื้อเห็ดได้ดีที่สุดในระยะเวลา 18 วัน Somprasert et al. (2012) ศึกษาการเลี้ยงเส้นใยเห็ดถึงเชื้อเห็ดด้วยเมล็ดข้าวบนอาหารแข็ง พบว่า เมื่ออายุการเลี้ยง 15 วัน อาหารที่เตรียมจากข้าวกล้องมันปู ข้าวหอมมะลิแดง และข้าวเหนียว กข. 6 มีความหนาแน่นของเส้นใยในระดับหนาแน่นมาก ส่วนข้าวกล้องสีนิล ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวกล้องหอมมะลิอก ข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวลิ้มผิว มีความหนาแน่นของเส้นใยในระดับปานกลาง

จากการตรวจวัดสีของดอกเห็ดถึงเชื้อเห็ด พบว่า ข้าว กข 43 มีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 77.13 รองลงมา ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเสาไห้ เท่ากับ 66.38 และ 64.16 ตามลำดับ ส่วนลูกเด็ยมีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 56.61 สำหรับค่าสีเหลือง (b^*) ข้าวเสาไห้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 65.20 รองลงมา ได้แก่ ข้าวขาวหอมมะลิและลูกเด็ย เท่ากับ 64.63 และ 63.89 ตามลำดับ ส่วนข้าว กข 43 ให้ค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 54.50 สำหรับค่าสีแดง (a^*) ลูกเด็ยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 24.23 รองลงมา ได้แก่ ข้าวขาวหอมมะลิและข้าวญี่ปุ่น เท่ากับ 23.35 และ 21.98 ตามลำดับ ส่วน กข 43 ให้ค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ 12.58 (ตารางที่ 2) ณัฐพงษ์ และคณะ (2559) รายงานว่า ดอกเห็ดถึงเชื้อเห็ดที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร M10 ประกอบด้วย MPDB 40 มิลลิลิตร ข้าวขาวเสาไห้ 50 กรัม ดักแด้ใหม่ 30 กรัม และไข่ไก่ 10 มิลลิลิตร พบว่า มีลักษณะของดอกเห็ดยาวและก้านดอกใหญ่กว่าสูตรอาหารอื่น รวมทั้งมีจำนวนดอกเห็ดและมีน้ำหนักสดมากที่สุด และดอกเห็ดมีค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง ค่าสีแดงและค่า Hue angle เฉลี่ยเท่ากับ 37.43 22.03 50.6 และ 66.38 ตามลำดับ ความหนาแน่นของเส้นใยถึงเชื้อเห็ดเมื่ออายุ 30 วัน ของสูตรเมล็ดข้าวเสาไห้และลูกเด็ย มีเส้นใยหนาแน่นมาก ส่วนสูตรเมล็ดข้าวมันปู ข้าวสังข์หยดและข้าวหอมนิล เส้นใยหนาแน่นปานกลาง (รัฐพล และคณะ, 2559) สอดคล้องกับรายงานของ อนุสรณ์ และคณะ (2559) กล่าวว่า เส้นใยเห็ดถึงเชื้อเห็ดสายพันธุ์ PS เจริญได้ดีบนถั่วเขียว และลูกเด็ย ส่วนสายพันธุ์ JR เจริญได้ดีบนข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ข้าวกล้อง โดยเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุดบนถั่วเขียวและลูกเด็ย ทั้ง 2 สายพันธุ์ อีกทั้งเจริญได้ดีและเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด บนอาหารธัญพืชที่ใช้ผงดักแด้เป็นอาหารเสริม และเส้นใยเห็ดถึงเชื้อเห็ดสายพันธุ์ PS และ JR เจริญได้ดีบนหนอนเยื่อไผ่ โดยเจริญได้และเส้นใยมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ หนอนยักษ์ และหนอนกินไข่มัง

ตารางที่ 1 จำนวนดอกเห็ด ความกว้างและความสูงของดอกเห็ดในแต่ละกรรมวิธี

ชนิดธัญพืช	จำนวนดอกเห็ด	ความกว้างดอกเห็ด (ซม.)	ความสูงดอกเห็ด (ซม.)
ข้าวกล้องหอมมะลิ	14-25	0.47 a ^{1/}	3.84 b
ข้าวขาวหอมมะลิ	18-30	0.35 b	2.94 d
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	20-35	0.35 b	3.42 c
ข้าวขาวเส้าไห้	13-30	0.35 b	2.70 d
ข้าวญี่ปุ่น	15-32	0.37 b	2.75 d
ข้าว กข. 43	16-35	0.33 b	2.80 d
ลูกเดือย	14-35	0.36 b	4.27 a
CV.%	-	18.6	16.9

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ลักษณะดอกเห็ดถึงเข้าสีทองหลังเพาะเลี้ยงในธัญพืชชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

T1 = ข้าวกล้องหอมมะลิ T2 = ข้าวขาวหอมมะลิ T3 = ข้าวไรซ์เบอร์รี่ T4 = ข้าวเส้าไห้

T5 = ข้าวญี่ปุ่น T6 = ข้าว กข 43 และ T7 = ลูกเดือย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสว่าง (L*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่าสีแดง (a*) ของดอกเห็ดถึงเข้าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนเมล็ดธัญพืชทั้ง 7 ชนิด

ชนิดธัญพืช	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ค่าสีแดง (a*)
ข้าวกล้องหอมมะลิ	63.60	48.02	14.05
ข้าวขาวหอมมะลิ	57.95	64.63	23.35
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	66.38	42.83	14.49
ข้าวขาวเส้าไห้	64.16	65.20	21.02

ข้าวญี่ปุ่น	58.63	62.98	21.98
ข้าว กข. 43	77.13	54.50	12.58
ลูกเดือย	56.61	63.89	24.23

สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของดอกเห็ด ชนิดของธัญพืชที่ให้ผลผลิตของเห็ดถึงเข้าสีทองมากที่สุด คือ ลูกเดือย เท่ากับ 16.27 และ 2.69 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดรองลงมา ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวญี่ปุ่น และข้าวไรซ์เบอร์รี่ เท่ากับ 11.66 11.59 และ 11.17 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งรองลงมา ได้แก่ ข้าวญี่ปุ่น ข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ เท่ากับ 2.63 2.62 และ 2.38 กรัม ตามลำดับ ส่วนข้าว กข. 43 ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 8.43 และ 1.75 กรัม ตามลำดับ ส่วนวัสดุเพาะที่ให้น้ำหนักสดมากที่สุด คือ ข้าวขาวหอมมะลิ เท่ากับ 43.28 กรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าว กข. 43 ข้าวขาวเสาไห้ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ เท่ากับ 41.51 40.08 และ 38.56 กรัม ตามลำดับ และวัสดุเพาะที่ให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด คือ ข้าวขาวเสาไห้ เท่ากับ 18.82 กรัม รองลงมา ได้แก่ ข้าว กข. 43 ข้าวขาวหอมมะลิ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ เท่ากับ 17.65 17.58 และ 15.94 กรัม ตามลำดับ ส่วนวัสดุเพาะที่ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด คือ ลูกเดือย เท่ากับ 28.28 และ 8.06 กรัม ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต พบว่า ลูกเดือย มีค่าประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด คือ 201.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ เท่ากับ 73.89 และ 70.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และข้าว กข. 43 มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำสุด คือ 47.76 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

สาเหตุที่ลูกเดือยมีประสิทธิภาพการผลิตสูง เนื่องจากเมล็ดลูกเดือยประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูง น้ำตาลกลูโคสเป็นสารอาหารสำคัญที่เส้นใยของเห็ดถึงเข้าสีทองสามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยลูกเดือยต้ม มีปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 18.20 7.63 67.80 0.82 0.93 และ 4.63 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ และแป้งลูกเดือยมีปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เส้นใย คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 22.65 12.31 3.62 0.63 1.31 และ 59.48 กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ศิริวรรณ และคณะ, 2560) เช่นเดียวกับรายงานของ ยุพดี (2526) กล่าวว่า แป้งลูกเดือยประกอบไปด้วย ความชื้น 11.20 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15.40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 6.20 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 65.30 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.80 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 1.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าว กข. 43 มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวชนิดอื่นทั่วไป เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีค่าดัชนีน้ำตาลมากกว่า 69.0 และข้าวพิษณุโลก 80 มีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ 59.5 แต่สำหรับข้าว กข. 43 จะมีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ 57.5 เท่านั้น นอกจากนี้ยังมีค่าอมิโลสต่ำ อยู่ที่ 18.82 เปอร์เซ็นต์ ข้าว กข. 43 และข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 มีค่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่แตกตัวเร็วอยู่ที่ 21.8 และ 23.9 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากข้าว กข. 43 มีค่าดัชนีน้ำตาลที่ต่ำประกอบกับแหล่งคาร์บอนสำคัญซึ่งก็คือน้ำตาลกลูโคสมีปริมาณน้อย ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการผลิตต่ำไปด้วย ปวีณา (2561) รายงานผลการเจริญของเส้นใยเห็ดถึงเข้าสีทองบนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีส่วนผสมของธัญพืช 8 ชนิด พบว่า อาหารเพาะเลี้ยงที่ได้จากธัญพืชต่างชนิดกัน มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถึงเข้าสีทองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารเพาะเลี้ยงที่ใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นส่วนผสมมีการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ถั่วเขียว ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวเหนียว ลูกเดือย มันฝรั่ง (control) ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยข้าวทุกชนิดให้การเจริญของเส้นใยที่ดี ทั้งนี้อาจ

เนื่องจากข้าวและมันฝรั่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง เท่ากับ 83.6 - 91.7 และ 85.0 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ มีสารอาหารที่เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถนำไปใช้ได้ดี โดยเฉพาะข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อุดมไปด้วย สารอาหาร ในขณะที่ถั่วเหลืองให้การเจริญของเส้นใยต่ำสุด อาจเนื่องจากมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำ แต่มีไขมัน สูง เท่ากับ 35.3 และ 21.0 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง ส่วนความหนาแน่นและสีของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่มีความแตกต่างกัน สุภาพร (2562) รายงานว่า จาก การศึกษาสูตรอาหารและวิธีการฆ่าเชื้อในอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารเพาะเลี้ยง 9 สูตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ ผล การศึกษาพบว่า สูตรอาหารที่ 2 7 8 และ 9 ให้น้ำหนักแห้งดอกเห็ดเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสูตรอาหารที่ 9 (ข้าวกล้องหอมมะลิผสมกับอาหารสูตรที่ 3) ให้น้ำหนักแห้งดอกเห็ดสูงที่สุดที่ 3.9 กรัม โดย อาหารสูตรที่ 8 (ข้าวกล้องหอมมะลิผสมกับอาหารสูตรที่ 2) สูตรที่ 2 (ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมกับอาหารสูตรที่ 2) สูตรที่ 7 (ข้าวกล้องหอมมะลิผสมกับอาหารสูตรที่ 1) และสูตรที่ 3 (ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมกับอาหารสูตรที่ 3) ที่ ให้น้ำหนักแห้งดอกเห็ดเฉลี่ย 3.8 3.8 3.6 และ 3.5 กรัม ตามลำดับ สำหรับวิธีการฆ่าเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสม คือ การเติม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 มิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วนึ่งฆ่าเชื้อในถังถึง ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของดอกเห็ด วัสดุเพาะ (ธัญพืช) และค่าประสิทธิภาพการผลิต (biological efficiency) หลังเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชนิดธัญพืช	น้ำหนักสด (กรัม)		น้ำหนักแห้ง (กรัม)		B.E. (%)
	วัสดุเพาะ	ดอกเห็ด	วัสดุเพาะ	ดอกเห็ด	
ข้าวกล้องหอมมะลิ	36.20 c ^{1/}	11.66 b	15.78 c	2.62 ab	73.89
ข้าวขาวหอมมะลิ	43.28 a	10.76 b	17.58 b	2.25 cd	61.21
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	38.56 bc	11.17 b	15.94 c	2.38 bc	70.08
ข้าวขาวเส้าไห้	40.08 ab	9.14 c	18.82 a	2.08 d	48.57
ข้าวญี่ปุ่น	35.87 c	11.59 b	15.27c	2.63 ab	75.90
ข้าว กข. 43	41.51 ab	8.43 c	17.65 b	1.75 e	47.76
ลูกเดือย	28.28 d	16.27 a	8.06 d	2.69 a	201.86
CV.%	8.3	11.1	4.3	9.5	

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

และจากการวิเคราะห์สารสำคัญคอร์เดเซปินและอะดีโนซีนของดอกเห็ดและวัสดุเพาะ พบว่า ชนิดของ ธัญพืชที่ให้สารสำคัญดังกล่าวข้างต้นในดอกเห็ดมากที่สุด คือ ลูกเดือย เท่ากับ 37.51 และ 14.22 กรัม/กิโลกรัม รองลงมาที่ให้สารคอร์เดเซปิน ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวญี่ปุ่น เท่ากับ 23.34 22.31 และ

21.46 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ น้อยที่สุด คือ ข้าว กข. 43 เท่ากับ 16.85 กรัม/กิโลกรัม ส่วนสารอะดีโนซีน รองลงมา ได้แก่ ข้าวญี่ปุ่น ข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวขาวหอมมะลิ เท่ากับ 12.61 12.30 และ 11.11 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ น้อยที่สุด คือ ข้าวขาวเส้าไห้ เท่ากับ 10.17 กรัม/กิโลกรัม และวัสดุเพาะที่พบสารสำคัญมากที่สุด คือ ลูกเต๋อย เช่นเดียวกัน เท่ากับ 11.94 และ 2.83 กรัม/กิโลกรัม ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวญี่ปุ่น และข้าวกล้องหอมมะลิ ให้สารคอร์เดเซปิน เท่ากับ 5.52 4.29 และ 4.15 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ น้อยที่สุด คือ ข้าวขาวเส้าไห้ เท่ากับ 3.15 กรัม/กิโลกรัม สำหรับสารอะดีโนซีนจากดอกเห็ดที่เพาะในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวขาวหอมมะลิ เท่ากับ 1.28 1.07 และ 0.87 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ น้อยที่สุด คือ ข้าวญี่ปุ่น เท่ากับ 0.46 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 4) และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต พบว่า ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวญี่ปุ่นและลูกเต๋อย มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 6.218 บาท/ขวด รองลงมา ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าว กข. 43 คือ 5.968 บาท/ขวด เท่ากัน ส่วนข้าวเส้าไห้ มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เท่ากับ 5.468 บาท/ขวด (ตารางที่ 5) รัตนะ และ ญัฐพงษ์ (2561) รายงานว่า จากการศึกษาผลของอาหารแข็งธัญพืชต่อผลผลิตและการผลิตสารออกฤทธิ์ชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารแข็งจำนวน 16 สูตรที่แตกต่างกัน โดยแต่ละสูตรประกอบด้วยวัตถุดิบเมล็ดธัญพืชที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ ข้าวเส้าไห้ ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ เมล็ดข้าวโพด และเมล็ดข้าวฟ่าง และแมลงที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ แมงกระซอน จิ้งหรีด ตั๊กแตน และดักแด้ไหม ผสมกับอาหารเหลว PDB (potato dextrose broth) ผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหาร NSRU 1 (ข้าวเส้าไห้ : แมลงกระซอน : PDB; 50:20:50; g/g/mL) เป็นสูตรอาหารที่ให้ผลผลิตและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้สูงสุด โดยมีจำนวนดอกเฉลี่ย 86.33 ดอกต่อขวด และมีน้ำหนักสดโดยเฉลี่ย 25.70 กรัมต่อขวด ในส่วนสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทำการวิเคราะห์สารคอร์เดเซปินและอะดีโนซีน พบว่า มีปริมาณสารคอร์เดเซปินและอะดีโนซีน เฉลี่ยเท่ากับ 9,350.12 และ 1,857.21 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน Tapingkae et al. (2014) ศึกษาการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงชนิดแข็งจากข้าวขาว ข้าวซ้อมมือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวบาร์เลย์ และลูกเต๋อย พบว่า เหมาะเป็นวัสดุเพาะถั่งเช่าสีทองมากกว่าข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง และข้าวสาลี และเมื่อนำหัวเชื้อเส้นใยถั่งเช่าสีทองที่เลี้ยงในอาหารที่ทำจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ไปเลี้ยงต่อในอาหารเหลวและให้แสงวันละ 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน เพื่อกระตุ้นให้เส้นใยสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่า เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งที่เลี้ยงจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณคอร์เดเซปิน 4,252 - 5,596 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และอะดีโนซีน 131.64 - 217.10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารเสริมถั่งเช่าที่จำหน่ายทางการค้า ที่มีคอร์เดเซปิน 2,654 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Huang, 2010) และอะดีโนซีน 878.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Tapingkae et al., 2014)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารสำคัญที่วิเคราะห์ได้จากดอกเห็ดถั่งเช่าและวัสดุเพาะ (ธัญพืช) ชนิดต่าง ๆ

ชนิดธัญพืช	ดอกเห็ด		วัสดุเพาะ	
	Cordycepin (กรัม/กิโลกรัม)	Adenosine (กรัม/กิโลกรัม)	Cordycepin (กรัม/กิโลกรัม)	Adenosine (กรัม/กิโลกรัม)
ข้าวกล้องหอมมะลิ	22.31 (3)	12.30 (3)	4.15 (4)	1.07 (3)

ข้าวขาวหอมมะลิ	19.21 (6)	11.11 (4)	3.55 (6)	0.87 (4)
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	23.34 (2)	10.53 (6)	5.59 (2)	1.29 (2)
ข้าวขาวเสาไห้	21.33 (5)	10.17 (7)	3.15 (7)	0.47 (6)
ข้าวญี่ปุ่น	21.46 (4)	12.61 (2)	4.29 (3)	0.46 (7)
ข้าว กข. 43	16.85 (7)	10.85 (5)	3.68 (5)	0.74 (5)
ลูกเด็ย	37.51 (1)	14.22 (1)	11.94 (1)	2.83 (1)

ตารางที่ 5 ต้นทุนการผลิตของวัสดุเพาะตามชนิดของธัญพืช (ต้นทุนต่อ 1 ขวด 25 กรัม)

ชนิดธัญพืช	ค่าวัสดุเพาะ	ค่าอาหารเลี้ยงเชื้อ	ค่าอาหาร MMN	ค่าแรง	ค่าไฟฟ้า	ค่าเชื้อเพลิง	ต้นทุน/ขวด (บาท)
ข้าวกล้องหอมมะลิ	1.50	0.051	0.51	2	1.967	0.19	6.218
ข้าวขาวหอมมะลิ	1.07	0.051	0.51	2	1.967	0.19	5.788
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	1.25	0.051	0.51	2	1.967	0.19	5.968
ข้าวขาวเสาไห้	0.75	0.051	0.51	2	1.967	0.19	5.468
ข้าวญี่ปุ่น	1.50	0.051	0.51	2	1.967	0.19	6.218
ข้าว กข. 43	1.25	0.051	0.51	2	1.967	0.19	5.968
ลูกเด็ย	1.50	0.051	0.51	2	1.967	0.19	6.218

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบชนิดของธัญพืชที่ใช้เป็นวัสดุเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทอง จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวขาวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวขาวเสาไห้ ข้าวญี่ปุ่น ข้าว กข. 43 และลูกเด็ย พบว่า ลูกเด็ยสามารถเพาะเลี้ยงเห็ดถังเช่าสีทองที่ให้ผลผลิตและสารสำคัญ คือ คอร์เดเซปินและอะดีโนซีนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชชนิดอื่น (ตารางที่ 3 และ 4) โดยให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 16.27 และ 2.69 กรัม และดอกเห็ดให้สารคอร์เดเซปินและอะดีโนซีนมากที่สุด เท่ากับ 37.51 และ 14.22 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนวัสดุเพาะให้สารสำคัญดังกล่าว เท่ากับ 11.94 และ 2.83 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวกล้องหอมมะลิ โดยดอกเห็ดที่เพาะเลี้ยงด้วยข้าวไรซ์เบอร์รี่ให้สารคอร์เดเซปินและอะดีโนซีน เท่ากับ 23.34 และ 10.53 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องหอมมะลิให้สารสำคัญดังกล่าว เท่ากับ 22.31 และ 12.30 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับข้าว กข. 43 ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 8.43 และ 1.75 กรัม ทั้งให้สารสำคัญคอร์เดเซปินในดอกเห็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 16.85 กรัม/กิโลกรัม สำหรับข้าวขาวเสาไห้ให้สารสำคัญอะดีโนซีนในดอกเห็ดน้อยที่สุด เท่ากับ 10.17 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 4)

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตต่อขวด พบว่า ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวญี่ปุ่นและลูกเด็ย มีราคาต้นทุนต่อขวดมากที่สุด คือ 6.218 บาท/ขวด แต่ลูกเด็ยให้ปริมาณผลผลิตและสารสำคัญมากกว่า ส่วนข้าวเสาไห้ มีราคาต้นทุนต่อขวดน้อยที่สุด เท่ากับ 5.468 บาท/ขวด และให้ผลผลิตและสารสำคัญน้อยเช่นกัน เห็ดถังเช่าสีทองสามารถเจริญได้บนเมล็ดธัญพืช 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวมันปู ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมนิล ข้าวสาลีและลูกเด็ย

โดยเฉพาะเมล็ดข้าวหอมนิล ให้จำนวน stroma มากกว่าสูตรอื่น อาจเนื่องมาจากมีโปรตีน 12.56 กรัม และ โปแทสเซียม 339.40 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ที่มากกว่าข้าวสาลี ข้าวสังข์หยด ข้าวมันปูและลูกเดี๋ยวนอกจากนี้ยังมีเมล็ดพืชชนิดอื่นที่หึ่งดั่งเช่าสีทองสามารถเจริญได้ เช่น ข้าวฟ่างไม้กวาด ข้าวฟ่าง ข้าวโพดและข้าวเหนียว ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นและราคาต่อหน่วยไม่แพง ประกอบกับราคาจำหน่ายหึ่งดั่งเช่าสีทองมีราคาสูงจึงเป็นแรงจูงใจต่อผู้ที่จะเพาะเลี้ยง อย่างไรก็ตามหากมีการเติมอาหารเสริม เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน ได้แก่ glucose แหล่งไนโตรเจน ได้แก่ peptone และ yeast extract แหล่งแร่ธาตุ ได้แก่ dihydrogen potassium phosphate และ magnesium sulfate และแหล่งวิตามิน ได้แก่ thiamine เนื่องจากอาหารเสริมดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมการเจริญของหึ่งดั่งเช่าสีทอง (รัฐพล และคณะ, 2559)

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นข้อมูลชนิดของวัสดุเพาะ (ธัญพืช) ที่หาง่าย ราคาไม่แพงและเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของหึ่งดั่งเช่าสีทอง อีกทั้งให้ปริมาณผลผลิตและสารสำคัญสูง เพื่อนำเทคโนโลยีที่ได้ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ

11. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา พิระศักดิ์ ฉายประสาธ และ บุญส่ง แสงอ่อน . 2559. ผลของสูตรอาหารเทียมต่อการเกิดดอกและการผลิตสารสำคัญทางยาของหึ่งดั่งเช่าสีทอง. ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์, ปีที่ 3, (ฉบับพิเศษ III) : M02 34 - 64 หน้า
- ปวีณา น้อยทัพ เพชรรุ่ง เสนานุช และ จตุรพร รัชการ. 2561. การเจริญของเส้นใยหึ่งดั่งเช่าสีทองบนอาหารแข็งธัญพืชต่างชนิด. ว. วิทย. กษ. 49 : 1 (พิเศษ) : 168 - 171 หน้า
- รัฐพล ศรประเสริฐ สยาม อรุณศรีมรกต และ อนงค์น หัมพานนท์. 2559. การเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* ด้วยเมล็ดธัญพืชและแมลงไนท้องถิ่นและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Trichophyton rubrum* และ *Staphylococcus aureus*. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 26, ฉบับที่ 2 พ.ค. - ส.ค. : 239 - 251 หน้า
- รัตนะ ยศเมธากุล และ ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. 2561. การผลิตสารคอร์โดเซปินในหึ่งดั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งธัญพืช. ว. วิทย. กษ. 49 : 3 (พิเศษ) : 112 - 117 หน้า
- ยุพดี สิทธิบุศย์. 2526. รายงานวิเคราะห์เมล็ดเดี๋ย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- วรรณภา เสนาดี. 2555. เพาะหึ่งดั่งเช่าสีทองได้ก็โลกรั่มละเป็นแสน. วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 36 (3 มี.ค.) 128 - 132 หน้า
- ศิริวรรณ ศรีสัจจะเลิศวาจา ปวีณา เตชะยา และรัตนพร วิจิตรประชา. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกเดี๋ยวนึ่งดั่งเช่าสีทองและการประยุกต์ใช้เพื่อ ทดแทนแป้งสาลีในขนมอบ. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 4 ประจำปี 2560, 1 เมษายน 2560 : 751 - 759 หน้า
- สุภาพร อวรัญ. 2562. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีการที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงหึ่งดั่งเช่าสีทอง. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2562 ; 15 - 23 หน้า

สุนทร ตรีนันทวัน. 2561. คุณค่าทางโภชนาการของข้าว. แหล่งที่มา:

<http://www.scimath.org/article-biology/item/517-nutritional> 11 มีนาคม 2561.

อนุสรณ์ วัฒนกุล กรกรช จันทร และวราพร ไชยมา. 2559. ลักษณะทางสรีรวิทยาและสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยถึงเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*). รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด, สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ, กรมวิชาการเกษตร. 17 หน้า

Huang, J. 2010. Safety assessment of the *Cordyceps militaris* fruit body. *Toxicol. Lett.*, 196 suppl.: S332-S333.

Sornprasert, R., P. Saenkamon, C. Chanbamrung, M. Sanguankaew, and A. Hambananda. 2012. Cultivation of *Cordyceps militaris* (L.) Link BCC 18247 mycelium with different grains. *Chandrakasem Rajabhat Univ. J.* 18 (35): 83-91.

Tapingkae, T., M. Yachai, S. Sritiwong, K. Uponsril, A. Pornpanawich, A. Thongtub and W. Tapingkae. 2014. Study on cultivation and utilization of medicinal mushroom *Cordyceps militaris*. Research report, Chang Mai Rajabhat Univ., 157 pp.

12. ภาคผนวก

1. ราคาจำหน่ายเมล็ดธัญพืช จำนวน 7 ชนิด

ชนิดธัญพืช	ราคา/กิโลกรัม (บาท)	ราคา/25 กรัม (บาท)
ข้าวกล้องหอมมะลิ	60	1.50
ข้าวขาวหอมมะลิ	43	1.07
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	50	1.25
ข้าวขาวเส้าไห้	30	0.75
ข้าวญี่ปุ่น	60	1.50
ข้าว กข. 43	50	1.25
ลูกเดือย	60	1.50

2. สูตรอาหาร MMN (Modified Melin Norkran medium) และราคาสารเคมี

ชนิดสาร	จำนวน	ราคา	ต้นทุน
(NH ₄) ₂ HPO ₄	250 mg/L	940 บาท/500 กรัม	0.47 บาท/250 มิลลิกรัม
KH ₂ PO ₄	500 mg/L	1,120 บาท/กิโลกรัม	0.56 บาท/500 มิลลิกรัม
MgSO ₄ · 7H ₂ O	150 mg/L	1,000 บาท/กิโลกรัม	0.15 บาท/150 มิลลิกรัม
CaCl ₂ · 2H ₂ O	50 mg/L	1,200 บาท/กิโลกรัม	0.06 บาท/50 มิลลิกรัม
NaCl	25 mg/L	280 บาท/กิโลกรัม	0.007 บาท/25 มิลลิกรัม
FeEDTA	20 mg/L	650 บาท/กิโลกรัม	0.013 บาท/20 มิลลิกรัม

Glucose	10 g/L	60 บาท/454 กรัม	1.32 บาท/10 กรัม
Malt extract	3 g/L	3,000 บาท/500 กรัม	18 บาท/กรัม
Thiamine HCl	0.1 µg/L	890 บาท/100 กรัม	0.00089 บาท/100 กรัม

Adjusted pH to 5.8

หมายเหตุ : ราคาต่อลิตร เท่ากับ 20.58 บาท/ลิตร และราคาต่อขวด เท่ากับ 0.51 บาท/ขวด

3. สูตรอาหารแข็ง PDA (Potato Dextose Agar) และราคา

ชนิดสาร	จำนวน	ราคา	ต้นทุน (บาท)
มันฝรั่ง	400 g/2L	30 บาท/กิโลกรัม	12
ผงวุ้น	40 g/2L	45 บาท/25 กรัม	72
Glucose	40 g/2L	60 บาท/454 กรัม	5.28

4. สูตรอาหารเหลว PDB (Potato Dextose Broth) และราคา

ชนิดสาร	จำนวน	ราคา	ต้นทุน (บาท)
มันฝรั่ง	800 g/4L	30 บาท/กิโลกรัม	24
Glucose	80 g/4L	60 บาท/454 กรัม	10.56

5. สูตรคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิต (biological efficiency)

$$B. E. (\%) = \frac{\text{fresh wt. mushroom}}{\text{dried wt. substrates}} \times 100$$