

ผลของน้ำเวย์ในอาหาร PDA ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรด

Effect of Fresh Whey in PDA on Mycelium Growth of *Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc.

คมกฤษณ์ แสงเงิน^{1*}
Komgrit Saeng-ngoen^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรด ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 20 ซ้ำ โดยนำเชื้อเห็ดตีนแรดมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร modified PDA ที่เติมมันฝรั่งและน้ำเวย์ที่ 2:0 (ควบคุม) 1:1 0:2 2:1 และ 1:2 น้ำหนักต่อปริมาตร ในอาหาร 1 ลิตร วางเลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำเส้นใยจาก PDA แต่ละสูตรมาต่อเชื้อลงในเมล็ดข้าวฟ่างและลงก้อนเชื้อ พบว่าอาหาร PDA สูตร control ให้รัศมีการเจริญของเส้นใยสูงสุดเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร หลังจากวางเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน ($p < 0.05$) นำเส้นใยมาต่อเชื้อลงในเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่าเส้นใยจาก PDA สูตรที่เติมมันฝรั่งต่อน้ำเวย์ 2:1 ให้รัศมีการเจริญของเส้นใยสูงสุดเท่ากับ 4.23 เซนติเมตร หลังจากวางเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน ($p < 0.05$) การต่อเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงก้อนเชื้อ พบว่าเส้นใยจาก PDA สูตรที่เติมมันฝรั่งต่อน้ำเวย์ 1:1 มีการเจริญของเส้นใยสูงสุดเท่ากับ 16.7 เซนติเมตร หลังจากวางเลี้ยงเป็นเวลา 35 วัน ($p < 0.01$) แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำเวย์ในอาหาร PDA ส่งเสริมให้เส้นใยเจริญได้ดีขึ้นเมื่อนำมาต่อในเมล็ดข้าวฟ่างและก้อนเชื้อ

คำสำคัญ: เห็ดตีนแรด น้ำเวย์ การเจริญของเส้นใย

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์

* Corresponding author e-mail: komgrit_ps@hotmail.co.th

Received: 20 December 2017, Revised: 28 November 2019, Accepted: 25 December 2019

Abstracts

The purpose of this study was to investigate growth of *Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc. mycelium. The experiments were carried out in a completely randomized design (CRD) with 20 replications. Mycelia were cultured on modified PDA supplemented with potato and raw whey at 1:0 (control), 1:1, 0:2, 2:1 and 1:2 w/v per 1 liter of medium. The cultured were maintained in the dark at 28 ± 2 °C. After that mycelium from each PDA were transferred to sorghum seed and culture material for mushroom cultivation. It was found that control medium gave the best growth of mycelium at 4.5 cm after culture for 15 days ($p < 0.05$). Transferring mycelium from each PDA to sorghum seed gave the highest growth in 2:1 potato-whey supplemented PDA at 4.23 cm after culture for 15 days ($p < 0.05$). Growth in culture material for mushroom cultivation shown that mycelium from 1:1 potato-whey supplemented PDA gave the highest growth at 16.7 cm after culture for 35 days ($p < 0.01$). The results suggest that addition raw whey in PDA promoted growth of mycelium in sorghum seed and culture material for mushroom cultivation.

Keywords: *Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc., Raw whey, Mycelium growth

บทนำ

ประเทศไทยมีความเหมาะสมต่อการเพาะเห็ด ประกอบกับเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากมาย เช่น ตอซังข้าว ตอซังข้าวโพด เศษมันสำปะหลัง และ ทะลายปาล์มน้ำมัน สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาดัดแปลงในการเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี ช่วยเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวทั้งเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพรอง เนื่องจากการเพาะเห็ดใช้เวลาในการผลิตสั้น เห็นผลที่รวดเร็ว จึงเหมาะสมแก่การประกอบเป็นอาชีพอย่างยิ่ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558; ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2556)

เห็ดตีนแรด (*Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc.) เป็นเห็ดที่มีรสชาติดีชนิดหนึ่ง คุณภาพจัดได้ว่าอยู่ในระดับเดียวกันกับเห็ดป่าหลาย ๆ ชนิด เช่น เห็ดเผาะ เห็ดมันปู และเห็ดขาไก่ เห็ดตีนแรดสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด และเป็นเห็ดที่มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นเห็ดที่ค่อนข้างออกสู่ท้องตลาดน้อยแต่ผู้บริโภคมีความต้องการสูง และเป็นเห็ดพื้นเมืองที่กำลังส่งเสริมให้เป็นเห็ดเศรษฐกิจ หากเก็บในที่เย็นสภาพของเห็ดสดสามารถเก็บไว้ได้นาน 7-10 วัน คุณค่าทางอาหารต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 10.02 กรัม ไขมัน 0.287 กรัม โปรตีน 18.58 กรัม แคลเซียม 2.71 มิลลิกรัมและ เหล็ก 3.35 มิลลิกรัม (Tantiyaporn and Ritthiboon, 2005) เห็ดตีนแรดมีแนวโน้มที่จะสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ที่ให้มูลค่าสูงกว่า เช่น ดอกเห็ดตีนแรดมีสารซีลีเนียม (Selenium-Se) อยู่ระหว่าง 35-180 ไมโครกรัมต่อกรัมของดอกเห็ด (อัจฉรา, 2549) ซึ่งซีลีเนียมสามารถป้องกันและลดความเสี่ยงต่อ

การเกิดมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งต่อมลูกหมาก และจากการวิเคราะห์ดอกเห็ดดินแรด พบว่ามีโพลีแซคคาไรด์ที่สำคัญรวมเฉลี่ย 2-5 กรัมต่อ 100 กรัม ดอกเห็ดสด (อัจฉราและนันท์, 2551; Surajit *et al.*, 2013)

เวย์เป็นผลพลอยได้จากการทำเนยแข็ง (cheese) หลังจากแยกโปรตีนเคซีน (casein) และไขมัน (fat) มีลักษณะเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน ประกอบด้วยโปรตีน แลคโตส ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ รวมทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและกรดอะมิโนชนิด branched-chain (U.S. Department of Agriculture, 2013) หากทำเวย์ที่ได้ให้แห้งจะได้ผงเวย์มีความเข้มข้นของเวย์โปรตีนประมาณ 10-30% เนื่อเวย์ส่วนใหญ่เป็นแลคโตสและไขมัน สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์หรือใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารอื่น ๆ ได้ส่วนเวย์ที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับคนนั้นจะนำเวย์ซึ่งยังเป็นของเหลวไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อดื่มน้ำ แลคโตส และไขมันออกเพื่อทำให้ความเข้มข้นของเวย์โปรตีนสูงขึ้น แล้วผ่านกระบวนการทำให้แห้ง จนได้เป็นผลิตภัณฑ์เวย์ที่ต้องการ (Dairy Council of California, 2004)

อาหารที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดปกติ คือ อาหาร PDA: potato dextrose agar นอกจากนี้ยังมีการใช้ อาหาร WDA: wheat dextrose agar (Furlan *et al.*, 1997) MEA: Malt Extract Agar (Rehana *et al.*, 2007) หรือใช้สูตรดัดแปลงอื่น ๆ ดังเช่น วัชร และประเสริฐ (2561) ศึกษาอาหารเลี้ยงเชื้อทดแทน 3 สูตร ได้แก่ มันฝรั่ง รำข้าว และเมล็ดขนุน ที่มีผลต่อการเจริญเส้นใยเห็ดบางชนิด พบว่าเส้นใยเห็ดบดและขอนด้ามีอัตราการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุดในอาหารรำข้าว เส้นใยเห็ดจึงมีอัตราการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุดบนอาหารมันฝรั่ง สำหรับเส้นใยเห็ดโคนน้อยมีอัตราการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุดบนอาหารเมล็ดขนุน ประกรรชวีต (2550) ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเส้นใยเห็ดโคน (*Termitomyces* spp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 8 สูตร ได้แก่ น้ำต้มกล้วยน้ำว้า มันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วเหลือง มันฝรั่ง มะละกอ หัวไชเท้า และอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดที่สมบูรณ์ ที่ผสมสารเปปโตโนในอัตราส่วนต่าง ๆ คือ 0.0 1.0 1.5 0 และ 2.5 กรัมต่อลิตร พบว่า เส้นใยเห็ดโคนชนิด *T. striatus* เจริญได้ดีที่สุดในอาหารสูตรน้ำต้มหัวไชเท้าที่เติมเปปโตโนเข้มข้น 1.0 กรัมต่อลิตร และเห็ดโคนชนิด *T. globulus* เจริญได้ดีที่สุดในอาหารสูตรน้ำต้มข้าวโพดที่เติมเปปโตโนเข้มข้น 1.0 กรัมต่อลิตร บุญสนอง และอุมาภรณ์ (2553) พบว่า เส้นใยเห็ดนางรมฮังการีเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อรำข้าวแตกต่างจากอาหารเลี้ยงเชื้อฟัตีเอ และอาหารเลี้ยงเชื้อข้าวฟ่าง ดังนั้นการพัฒนาสูตรอาหารที่มีประสิทธิภาพดีกว่าสูตรที่ใช้กันในปัจจุบันจะช่วยส่งเสริมศักยภาพการผลิตเห็ดได้มากยิ่งขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงทำการทดสอบสูตรอาหารที่เติมน้ำเวย์ในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญและเพิ่มปริมาณของเส้นใยเห็ดดินแรด เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุ

นำดอกเห็ดดินแรดในระยะก่อนดอกเริ่มบานที่ไม่มีบาดแผลหรือรอยชำมาฉีกพ่นด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ พอชุ่ม หลังจากนั้นนำเข้าสู่ปลอดเชื้อและใช้มีดผ่าตัดผ่ากึ่งกลางดอกเห็ดตามยาว แล้วตัดแบ่งเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อระหว่างก้านดอกกับหมวกดอกด้านในขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร เพื่อนำไปเลี้ยงบนอาหารรุ่นต่อไป

2. การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเวย์ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยบนอาหาร PDA

นำชิ้นส่วนเห็ดดินแรดมาวางเลี้ยงบนอาหาร modified PDA ที่มีองค์ประกอบของ กลูโคส 20 กรัม ผงวุ้น 15 กรัม และน้ำต้มมันฝรั่งกับน้ำเวย์ 5 อัตราส่วน คือ 2:0 (น้ำต้มมันฝรั่ง 200 กรัม) 1:1 (น้ำต้มมันฝรั่ง 100 กรัม และน้ำเวย์ 100 มิลลิลิตร) 0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร) 2:1 (น้ำต้มมันฝรั่ง 200 กรัม และน้ำเวย์ 100 มิลลิลิตร) และ 1:2 (น้ำต้มมันฝรั่ง 100 กรัม และน้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร) วางเลี้ยงเชื้อให้ตกลงจุดกึ่งกลางของจานเพาะเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ แล้วเก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิ 25 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ทำการวัดการเจริญเติบโตของเส้นใยทุก ๆ 3 วัน พร้อมกับบันทึกภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD) จำนวน 20 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant difference (LSD)

3. การศึกษาการเจริญของเส้นใยในเมล็ดข้าวฟ่าง

นำเส้นใยเห็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA แต่ละสูตรขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร มาย้ายเลี้ยงลงในเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว วางเลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 25 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ทำการวัดการเจริญเติบโตของเส้นใยทุก ๆ 3 วัน พร้อมกับบันทึกภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 20 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

4. การศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดดินแรดในก้อนเชื้อ

นำหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างจำนวน 20 เมล็ด ใส่ลงไปในก้อนเชื้อปิดจุกแล้วนำก้อนเชื้อไปบ่มในโรงเรือนวางเลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 30 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ทำการวัดการเจริญเติบโตของเส้นใยทุก ๆ 7 วัน พร้อมกับบันทึกภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 20 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

ผลการวิจัย

จากการทดลองการศึกษาผลของน้ำเวย์ในอาหาร PDA ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดดินแรดได้ผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดดินแรดบนอาหาร PDA

การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดดินแรดหลังจากเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA สูตรต่าง ๆ เป็นเวลา 3 วัน พบว่าเส้นใยเห็ดเจริญได้ดีโดยมีรัศมีความยาวอยู่ที่ 0.3-0.42 เซนติเมตร เมื่อทำการเพาะเลี้ยงต่อไป พบว่าอาหาร PDA สูตร 2:0 ส่งผลให้เส้นใยเห็ดเจริญได้ดีที่สุดในทุกระยะที่ทำการศึกษาคือ 6 9 12 และ 15 วัน เส้นใยเห็ดเจริญได้ดีโดยมีรัศมีความยาวอยู่ที่ 1.54 3.07 4.24 และ 4.5 เซนติเมตรตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรอาหารอื่น ๆ (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณา ถึงลักษณะของเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารทุกสูตร พบว่ามีความหนาแน่นของเส้นใยไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดบนอาหาร PDA แต่ละสูตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน

สูตรอาหาร	การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)				
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
2:0 (มันฝรั่ง 200 g)	0.42±0.083	1.54±0.28 ^a	3.07±0.36 ^a	4.24±0.32 ^a	4.5 ^a
1:1 (มันฝรั่ง 100 g และเวย์ 100 ml)	0.39±0.13	1.02±0.30 ^b	1.92±0.65 ^c	2.94±0.89 ^c	3.8±0.69 ^c
0:2 (น้ำเวย์ 200 ml)	0.36±0.11	1.21±0.45 ^b	2.47±0.65 ^b	3.73±0.85 ^{ab}	4.29±0.44 ^{ab}
2:1 (มันฝรั่ง 200 g และเวย์ 100 ml)	0.30±0.18	0.98±0.54 ^b	2.05±0.87 ^{bc}	3.15±0.87 ^{bc}	3.86±0.76 ^{bc}
1:2 (มันฝรั่ง 100 g และเวย์ 200 ml)	0.31±0.18	0.97±0.31 ^b	2.12±0.52 ^{bc}	3.42±0.56 ^{bc}	4.23±0.37 ^{abc}
F-test	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	40.70	34.50	27.30	21.09	18.32

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดบนอาหาร PDA สูตรต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน (ก) 2:0 (มันฝรั่ง 200 กรัม) (ข) 1:1 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (ค) 0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร) (ง) 2:1 (มันฝรั่ง 200 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (จ) 1:2 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 200 มิลลิลิตร)

2. การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดในเมล็ดข้าวฟ่าง

จากการต่อเชื้อที่เลี้ยงบนอาหาร PDA แต่ละสูตรลงในเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่าในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตร 0:2 เจริญได้ดีที่สุดในเมล็ดข้าวฟ่าง มีรัศมีความยาวของเส้นใย 0.86 และ 1.64 เซนติเมตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 และ 6 วัน ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ ในช่วงกลางของการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตร 1:2 เจริญได้ดีที่สุด มีรัศมีความยาวของเส้นใย 2.59 และ 3.47 เซนติเมตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับในวันที่ 15 ของการเพาะเลี้ยง พบว่าเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตร 2:1 เจริญได้ดีที่สุด มีรัศมีความยาวของเส้นใย 4.23 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 2) และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของเส้นใยเห็ดที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่างทุกสูตร พบว่าเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตร 2:1 มีความหนาแน่นของเส้นใยมากกว่าสูตรอื่น ๆ (ภาพที่ 2)

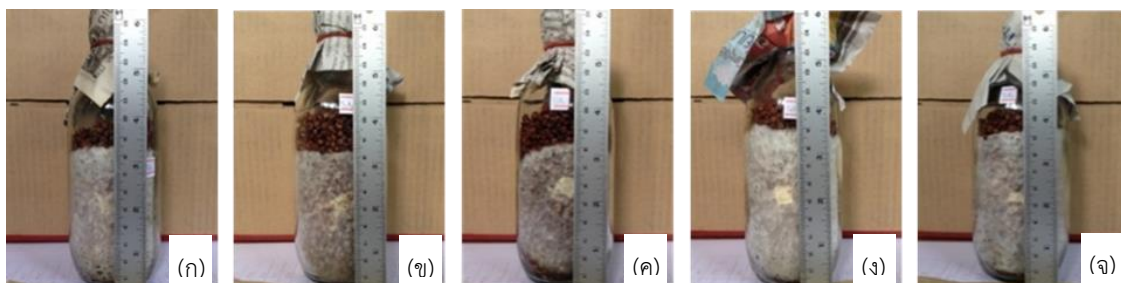
ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดในเมล็ดข้าวฟ่างแต่ละสูตรหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน

สูตรอาหาร	การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรด หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)				
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
2:0 (มันฝรั่ง 200 กรัม)	0.75±0.05 ^b	1.41±0.18 ^b	2.18±0.27 ^c	3.14±0.24	3.91±0.34 ^{ab}
1:1 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร)	0.74±0.14 ^b	1.42±0.31 ^b	2.27±0.68 ^{bc}	3.13±0.92	3.69±0.95 ^b
0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร)	0.86±0.06 ^a	1.64±0.19 ^a	2.45±0.28 ^{ab}	3.29±0.36	4.21±0.48 ^a
2:1 (มันฝรั่ง 200 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร)	0.76±0.09 ^b	1.58±0.21 ^{ab}	2.51±0.41 ^{ab}	3.46±0.61	4.23±0.81 ^a
F-test	*	*	*	ns	*
C.V. (%)	13.16	14.71	17.73	17.05	16.09

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตรต่าง ๆ ในเมล็ดข้าวฟ่างหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน (ก) 2:0 (มันฝรั่ง 200 กรัม) (ข) 1:1 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (ค) 0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร) (ง) 2:1 (มันฝรั่ง 200 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (จ) 1:2 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 200 มิลลิลิตร)

3. การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดในก้อนเชื้อ

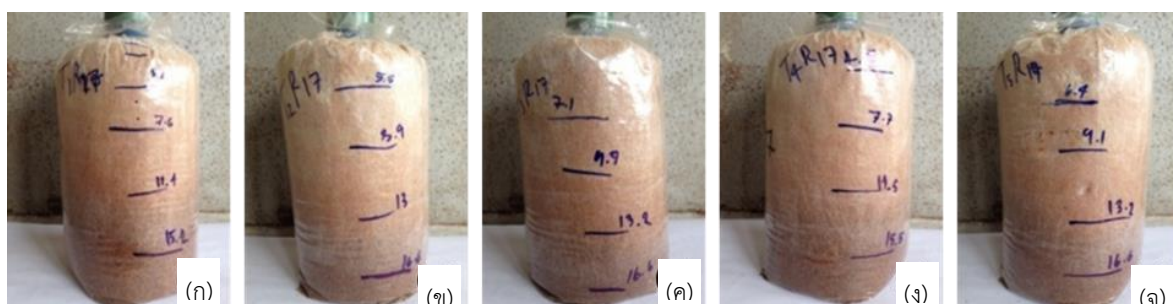
การต่อเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงก้อนเชื้อ พบว่าในวันที่ 7 เส้นใยเห็ดตีนแรดเจริญได้ดีที่สุดในก้อนเชื้อ จาก PDA สูตร 2:1 มีความยาวของเส้นใย 2.57 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ หลังจากนั้น เส้นใยเห็ดตีนแรดเจริญได้ดีที่สุดในก้อนเชื้อจาก PDA สูตร 1:1 มีความยาวของเส้นใย 5.68 8.97 12.88 และ 16.7 เซนติเมตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 14 21 28 และ 35 วัน ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 3) แต่เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของเส้นใยเห็ดที่เจริญในก้อนเชื้อทุกสูตร พบว่าความหนาแน่นของเส้นใยไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดในก้อนเชื้อแต่ละสูตร

สูตรอาหาร	การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรด (เซนติเมตร)				
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28	วันที่ 35
2:0 (มันฝรั่ง 200 กรัม)	2.32±0.55 ^{ab}	4.73±1.11 ^c	7.69±1.59 ^b	11.45±1.58 ^b	15.34±1.37 ^{bc}
1:1 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร)	2.38±0.45 ^{ab}	5.68±0.88 ^a	8.97±1.01 ^a	12.88±1.01 ^a	16.70±1.01 ^a
0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร)	2.15±0.52 ^b	4.98±1.22 ^{bc}	7.78±1.49 ^b	11.44±1.61 ^b	15.13±1.48 ^c
2:1 (มันฝรั่ง 200 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร)	2.57±0.38 ^a	5.54±0.82 ^{ab}	8.66±0.81 ^{ab}	12.65±0.80 ^a	16.40±0.88 ^a
1:2 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 200 มิลลิลิตร)	2.15±0.25 ^b	5.33±0.64 ^{abc}	8.23±0.88 ^{ab}	12.31±1.18 ^{ab}	16.02±1.06 ^{ab}
F-test	*	*	*	*	*
C.V. (%)	19.35	18.31	14.52	10.53	7.46

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสมมุติเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตีนแรดจาก PDA สูตรต่าง ๆ ในก้อนเชื้อหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 35 วัน (ก) 2:0 (มันฝรั่ง 200 กรัม) (ข) 1:1 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (ค) 0:2 (น้ำเวย์ 200 มิลลิลิตร) (ง) 2:1 (มันฝรั่ง 200 กรัม และเวย์ 100 มิลลิลิตร) (จ) 1:2 (มันฝรั่ง 100 กรัม และเวย์ 200 มิลลิลิตร)

การอภิปรายผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเห็ดตีนแรดบนอาหาร PDA เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเส้นใยเห็ดตีนแรดเจริญได้ดีที่สุดบนอาหาร PDA สูตร 2:0 ส่งเสริมให้เส้นใยแผ่รัศมีเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นอาหารสูตรอาหารปกติ แต่ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่เติมเวย์ 200 มิลลิลิตร ซึ่งให้ลักษณะของเส้นใยที่หนาแน่นกว่า (ภาพที่ 1ค) เมื่อนำเส้นใยที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA สูตรต่าง ๆ ไปขยายเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่าเส้นใยจากอาหาร PDA สูตร 2:1 มีการเจริญดีที่สุดเมื่อต่อเชื้อลงเมล็ดข้าวฟ่าง ให้การเจริญของเส้นใยเท่ากับ 4.23 เซนติเมตร หลังจากเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 15 วัน เห็นได้ว่าอาหาร PDA ที่เติมเวย์ส่งเสริมให้เส้นใยมีความสามารถในการเจริญได้ดียิ่งขึ้นเมื่อนำมาเพาะเลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่าง เมื่อนำเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่างไปหยอดในก้อนเชื้อ พบว่าเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างจาก PDA สูตร 1:1 มีการเจริญของเส้นใยดีที่สุดเมื่อต่อเชื้อลงก้อนเชื้อ ให้เส้นใยเจริญเท่ากับ 16.7 เซนติเมตร หลังจากเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 35 วัน เห็นได้ว่าเส้นใยที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่เติมมันฝรั่ง

ร่วมกับเวย์ในทุกสูตรมีความสามารถในการเจริญได้ดียิ่งขึ้นเมื่อนำมาเพาะเลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่างแล้วเพาะต่อในก้อนเชื้อเห็ด อาจเนื่องมาจากในเวย์มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว วิตามินและเกลือแร่ที่ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์รวมทั้งกรดอะมิโนและโปรตีนจำนวนมาก (National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, 2016) เช่นเดียวกันกับที่นิยมใช้เป็นสารตัวเติมในอาหารหลายๆ ชนิด (Linden and Lorient, 1994; McIntosh *et al.*, 1998) หรือนำไปเพิ่มมูลค่าด้วยการหมักกับจุลินทรีย์เพื่อผลิตเอนไซม์และสารสำคัญทางยา (Rao *et al.*, 1998) ทำให้เมื่อเส้นใยเห็ดดูดธาตุอาหารต่าง ๆ ในอาหารสูตรที่เติมเวย์ จึงมีการสะสมสารอาหารต่าง ๆ ในรูปที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบภายในเส้นใยของเห็ดทั้งกรดนิวคลีอิก โปรตีน กรดอะมิโนจำเป็นและเอนไซม์ ส่งเสริมให้เส้นใยที่เพาะเลี้ยงมีความสมบูรณ์และแข็งแรงเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้าม หากใช้เวย์ในปริมาณที่สูงขึ้นอาจมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเห็ดได้ เนื่องจากในเวย์มีสารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา เช่น lactoferrin (ธนกร, 2558)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษานี้กระบวนการเพาะเห็ดตีนแรดที่เหมาะสม คือ นำเชื้อเห็ดตีนแรดมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร modified PDA ที่เติมมันฝรั่งต่อน้ำเวย์ที่ 2:1 วางเลี้ยงในที่มืด ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน หลังจากนั้น นำเส้นใยมาต่อเชื้อลงในเมล็ดข้าวฟ่างเป็นเวลา 15 วัน แล้วต่อเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงก้อนเชื้อเป็นเวลา 35 วัน พบว่า เส้นใยเห็ดตีนแรดมีการเจริญในเมล็ดข้าวฟ่างได้ดีที่สุด มีรัศมีความยาวของเส้นใย 4.23 เซนติเมตร การต่อเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงก้อนเชื้อให้การเจริญของเส้นใยเท่ากับ 16.4 เซนติเมตร ซึ่งการเติมเวย์เพิ่มเติมในอาหารส่งผลให้เส้นใยเห็ดมีการสะสมสารอาหารต่าง ๆ ส่งเสริมให้มีความสมบูรณ์ และแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทำให้มีความหนาแน่นของเส้นใยมากกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ จึงสามารถนำไปใช้เพื่อการผลิตเห็ดตีนแรดที่มีคุณภาพต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภณิดา พัฒน ที่ได้ให้ข้อมูล ความรู้ คำแนะนำ และตัวอย่างเวย์ในการทำวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558). *การเพาะเห็ดเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ธนกร ศิริสมุทร. (2558). คุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ทางการแพทย์ของเวย์โปรตีน. *ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ*, 10(2), 75-80.
- บุญสนอง ช่วยแก้ว และอุมาภรณ์ แก้วถาวร. (2553). อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเส้นใยเพื่อการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมฮังการี. *วิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 7(1), 27-35.

- ประกรรชวัต จันทร์ประไพ. (2550). *ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเส้นใยเห็ดโคน Termitomyces spp. ในอาหารเหลว*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วัชรีย์ หาญเมืองใจ และประเสริฐ หาญเมืองใจ. (2561). การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์ในการผลิตเห็ดโรงเรือน ของชุมชนในตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)*. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- ศุภนัยศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2556). *การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ*. จันทบุรี: ศุภนัยศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- อัจฉรา พยัพพานนท์. (2549). ซีลีเนียมในเห็ดป้องกันมะเร็งต่อมลูกหมาก. *ข่าวสารเพื่อผู้เพาะเห็ด*, 11(1), 1-6.
- อัจฉรา พยัพพานนท์ และนันทินี ศรีจุมปา. (2551). รวบรวมคัดเลือกพันธุ์เห็ดดินแสดจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นพันธุ์ทางการค้า. ใน *การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 46* (หน้า 513-520). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dairy council of california. (2004). *Whey protein: waste product of the past is nutritional powerhouse of the future*. Retrieved 1 December 2017, from: <https://www.healthyeating.org>.
- Furlan, S.A., Virmond, L.J., Miers, D.A., Bonatti, M., Gern, R.M.M. and Jonas, R. (1997). Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13(6), 689-692.
- Linden, G. and Lorient, D. (1994). Biochimie agro-industrielle. In Masson, S.A. (ed.). *Valorisation alimentaire de la production agricole*, pp. 215-230. Paris: Industries alimentaires et biologiques.
- Mcintosh, M.A., Royle, P.J., Lelen, R.K., Regester, G.O., Jhonson, M.A., Grinstead, R.L., Kenward, R.S. and Smithers, G.W. (1998). Whey proteins as functional food ingredients. *International Dairy Journal*, 8(5-6), 425-434.
- National nutrient database for standard reference release 28. (2016). *Whey, acid, fluid*. Retrieved 1 December 2017, from: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- Rao, M., Tanksale, A., Ghatge, M. and Deshpande, V. (1998). Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiology and molecular biology reviews*, 62(3), 597-635.
- Rehana, A., Muhammad, T. and Tahir, R. (2007). Propagation of *Pleurotus sajocajii* (Oyster mushroom) through tissue culture. *Pakistan Journal of Botany*, 39(4), 1383-1386.
- Surajit, S., Kousik, M., Ashis, K.N., Ipsita, K.S.K., Sanjana, P.D., Shreemoyee, M., Tapas, K.M., Krishnendu, A. and Syed, S.I. (2013). A glucan from an ectomycorrhizal

edible mushroom *Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc.: isolation, characterization, and biological Studies. *Carbohydrate Research*, 367, 33-40.

Tantiyaporn, M. and Ritthiboon, A. (2005). Mating system and genetic variations of *Tricholoma crassum* (Berk.) Sacc. in some area of Thailand by Isozyme Electrophoresis and PCR-RFLP Method. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 7(3), 473-474.

U.S. department of agriculture. (2013). *Composition of foods raw, processed, prepared USDA national nutrient database for standard reference, release 21*. Maryland: Beltsville.