ลักษณะการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหิ้ง บนอาหารสังเคราะห์ชนิดต่างๆ

Mycelium Growth Characteristics of Shelf Fungi on Different Synthetic Media

นิภาพร อามัสสา (Nipaporn Armussa)[1]
นิวัฒ เสนาะเมือง (Niwat Sanoamuang)[2]*

บทคัดย่อ

นำเห็ดหิ้งจำนวน 21 ชนิด และเห็ดที่เพาะเลี้ยงในเชิงการค้าแล้วอีก 2 ชนิด มาศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ ทั้งบนอาหารแข็งและอาหารเหลว การเจริญของเส้นใยบนอาหารแข็ง 5 ชนิดที่ใช้คือ รำข้าว (rice brand dextrose malt peptone agar - RbDMPA) มันสำปะหลัง (cassava dextrose malt peptone agar - CDMPA) มันเทศ (sweet potato dextrose malt peptone agar - SpDMPA) มันฝรั่ง (potato dextrose malt peptone agar - PMPA) และ อาหารพีดีเอ (potato dextrose agar - PDA) หลังจากเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งที่อุณหภูมิห้อง (28+2 °ซ) วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีทุก 24 ชม. เป็นเวลา 96 ชม. พบว่า อาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อการเจริญของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.001$)โดยภาพรวมเห็ดหิ้งเจริญบน RbDMPA, CDMPA, SpDMPA, PMPA และอาหาร PDA มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเฉลี่ยเท่ากับ 47.5+18.1, 47.0+16.3, 46.1+18.2, 44.6+19.0 และ 44.8+19.9 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยเส้นใยของเห็ดที่เจริญบนอาหาร RbDMPA และ PMPA มีลักษณะหนากว่าเส้นใยบนอาหารชนิดอื่น จึงได้เลือกอาหารทั้ง 2 ชนิดมาทำการทดลองผลิตเส้นใย ผลการทดลองพบว่าอาหาร RbDMPB ให้น้ำหนักเส้นใยเฉลี่ยของเชื้อเห็ดทั้ง 23 ชนิดสูงกว่าที่เลี้ยงในอาหาร PMPB อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.001$) โดยมีค่าน้ำหนักเส้นใยเฉลี่ยเท่ากับ 6.36+5.56 และ 2.73+1.73 g/l ตามลำดับ

Abstract

Twenty one species of shelf fungi and two commercial edible mushrooms were cultured and grown on both solid media and in submerged conditions in order to investigate their growth characteristics and mycelium production. The solid media in this experiment were rice brand dextrose malt peptone agar (RbDMPA), cassava dextrose malt peptone agar (CDMPA), sweet potato dextrose malt peptone agar (SpDMPA), potato dextrose malt peptone agar (PMPA) and potato dextrose agar (PDA). All cultures were grown on solid media at room temperature (28+2°C) and their colony diameters were measured at 24 hour intervals up to 96 hours. The growth patterns were significantly different ($p<0.001$) on RbDMPA, CDMPA, SpDMPA, PMPA and PDA and the average colony diameters were 47.5+18.1, 47.0+16.3, 46.1+18.2, 44.6+19.0 and 44.8+19.9 mm, respectively. Mycelium growth was clearly thicker on RbDMPA and PMPA compared to the others so that the two media were selected for further investigation. All fungal species were cultured in submerged conditions in these two selected media and they were shaken on a rotary shaker for 15 days at room temperature. Dry mycelium of each species was weighted and the average bio-mass seen to be significantly different ($p<0.001$) between the two media. The average bio-mass values on RbDMPB and PMPB were 6.36+5.56 and 2.73+1.77 g/l., respectively. Applications are discussed.

คำสำคัญ: เห็ดหิ้ง อาหารสังเคราะห์ การเจริญเติบโต

Keywords: shelf fungi, synthetic media, growth patterns

[1] *นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[2] *รองศาสตราจารย์ ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
* *corresponding author*

บทนำ

เห็ดหิ้ง (shelf fungi หรือ polypores) เป็นเห็ดที่พบได้ทั่วไป มักพบเจริญอยู่ตามตอไม้ ท่อนไม้ กิ่งไม้ที่ล้มกองอยู่ตามพื้นดิน หรือบางครั้งอาจพบเป็นปรสิตกับไม้ยืนต้น ดอกของเห็ดกลุ่มนี้มีลักษณะแข็ง กระด้างยากต่อการขบเคี้ยว จึงไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ แต่เห็ดเหล่านี้ชาวจีนและญี่ปุ่นได้นำมาใช้ประโยชน์เชิงสมุนไพรโบราณมากว่า 3000 ปีแล้ว ชาวจีนและญี่ปุ่นจึงได้ยกย่องให้เห็ดเป็น **ราชาแห่งสมุนไพร** และในช่วง 40 ปีที่ผ่านมามีการศึกษา พิสูจน์เชิงวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าความเชื่อเรื่องสมุนไพรโบราณมีความเป็นไปได้จริง โดยเห็ดหิ้งหลายชนิดมีความสามารถปลดปล่อยสารโพลีแซคคาไรด์ มีการผลิตเอนไซม์ และมีการสร้างสารเบต้ากลูแคน สารดังกล่าวหลายชนิดสามารถปลดปล่อยออกมาในอาหารเหลวเมื่อเลี้ยงในสภาพ submerged culture สารต่างๆที่ได้จากเห็ดมีผลกระตุ้นให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่อโรคหลายชนิด มีผลต่อต้านโรคมะเร็งชนิดต่างๆ ช่วยปรับระบบการทำงานของฮอร์โมนและการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางในร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ ที่สำคัญพบว่าเห็ดมีสารต่อต้านแบคทีเรียและสารต่อต้านไวรัสหลายชนิด การค้นพบสารต่อต้านไวรัสในเห็ดเป็นอีกก้าวหนึ่งของความหวังของมนุษยชาติที่จะเอาชนะไวรัสซึ่งปัจจุบันยังไม่มียาใดๆที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไวรัสได้โดยตรง เห็ดไม่ใช่ทั้งพืชและสัตว์แต่เมื่อตรวจสอบดีเอ็นเอแล้วพบว่าเห็ดมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสัตว์รวมถึงมนุษย์มากกว่าพืช (Stamets, 2005) ดังนั้นโอกาสการเป็นพิษกับสัตว์จากสารที่ได้จากเห็ดจึงมีน้อยกว่าสารที่ได้จากพืช การที่เห็ดหิ้งมีวิวัฒนาการอยู่ในโลกมานาน เส้นใยและดอกของเห็ดหิ้งต้องเผชิญกับจุลินทรีย์และไวรัสมาอย่างยาวนานจึงมีการพัฒนาตนเองให้สามารถสร้างสารบางอย่างเพื่อป้องกันตัวเองได้ดี และสามารถอยู่รอดมาได้จนถึงปัจจุบัน (Stamets, 2001; 2005)

มีการเพาะเลี้ยงเห็ดหิ้งเพื่อให้เกิดดอกและวางขายอยู่ในตลาด มูลค่าของการตลาดในปัจจุบันสูงถึง 400,000 ล้านบาทต่อปี โดยประเทศจีนและญี่ปุ่นครองความเป็นเจ้าตลาด เห็ดหิ้งเกือบทุกชนิดปลดปล่อยเอนไซม์เมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งอาหารแข็งและอาหารเหลว (Jarosz –Wilkoazka et al., 2002; Couto et al., 2003; Blanqueza et al., 2004; Dodor et al., 2004; Novotny et al., 2004; Rosales et al., 2005) นอกจากนี้ยังมีรายงานมากมายเกี่ยวกับการผลิตสารโพลีแซคคาร์ไรด์เพื่อการใช้เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในมนุษย์และสัตว์ในอาหารที่มีองค์ประกอบต่างๆ (Cui and Chisti, 2003; Hwang et al., 2003; Jaouani et al., 2003; Liu et al., 2004) เห็ดที่ใช้ในการศึกษาเช่นเห็ดกระถินพิมาน – *Phelllinus linteus* (Berk. et Curt.) Teng, เห็ดคาวาราตาเกะ – *Trametes versicolor* (L.:Fr.) Pilat, เห็ดชากาไซบีเรีย – *Inonotus obliquus* (Pers.:Fr.) Pil. และเห็ดอีกหลายชนิดเช่นเห็ด *Bjerkandera adusta* (Fr.) Karst, *Deadalea quercina* L.:Fr., *Pycnoporus cinnabarinus* และ *Lenzites betulina* (L.:Fr.) Fr. ซึ่งได้ผลไปในทำนองเดียวกัน เห็ดหลายชนิดดังที่กล่าวมาข้างต้นมีอยู่มากมายในประเทศไทย หากมีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเห็ดเหล่านี้ก็จะเป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศมาสร้างเป็นรายได้ และหากใช้อย่างเหมาะสมก็จะเป็นการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างยั่งยืนโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างเหมาะสม

การเจริญเติบโตของเห็ดหิ้งมี 2 ระยะที่สำคัญ การเจริญเติบโตในระยะแรกอยู่ในรูปของเส้นใย แทรกอยู่ตามเนื้อไม้หรือแหล่งอาหารที่แตกต่างกันไป ทำหน้าที่ทั้งหาอาหารและเจริญเติบโตแผ่ขยายอยู่ในแหล่งอาหารและมักไม่เห็นด้วยตาเปล่า ส่วนการเจริญเติบโตในระยะที่สองเป็นดอกเห็ดพร้อมที่จะแพร่กระจายเชื้อพันธุ์ออกไปยังแหล่งอาหารอื่น เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดหิ้งในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 แล้ว แม้ว่าดอกเห็ดในระยะที่ 2 จะมีลักษณะแข็งกระด้าง ยากต่อการขบเคี้ยว แต่เส้นใยของเห็ดหิ้งในช่วงการเจริญระยะที่ 1 มีลักษณะนิ่ม สามารถเพาะเลี้ยงได้ภายใต้สภาพควบคุม การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดสามารถเพาะเลี้ยงได้ทั้งในอาหารสังเคราะห์แข็ง (Couto

et al., 2003) อาหารสังเคราะห์เหลว (Hwang et al., 2003) และจากวัสดุธรรมชาติ (Yang et al., 2003) เส้นใยของเห็ดเหล่านี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับที่มีอยู่ในดอกของเห็ดหิ้งและเห็ดอื่นๆ มีโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นครบสมบูรณ์และสามารถปลดปล่อยสารโพลีแซคคาไรด์ออกมามากมาย (Armussa et al., 2003; 2004)

อาหารที่ใช้เลี้ยงเห็ดหิ้งที่มีรายงานแล้วส่วนมากจะประกอบไปด้วยแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน และมีแร่ธาตุบางชนิดที่ต้องการศึกษาแตกต่างกันไป ธาตุอาหารที่ผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของเส้นใยหรืออาจกระตุ้นให้สร้างสารโพลีแซคคาไรด์ (Chang et al., 2006) ที่มาของแหล่งคาร์บอนอาจเป็นทางเลือกที่สำคัญจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อรองรับการผลิตที่อาจมีมากขึ้นในอนาคต ประเทศไทยสามารถผลิตข้าว มันสำปะหลัง มันเทศ หรือแม้กระทั่งธัญพืชได้มากมายหลายชนิด การนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงเห็ดเป็นการเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับแหล่งอาหารเหล่านี้ ดังนั้นจึงต้องการศึกษาการเจริญของเห็ดหิ้งในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆโดยใช้ รำข้าว มันสำปะหลัง มันเทศ มันฝรั่งและมันฝรั่งผสมมอลท์และเปปโตน เพื่อทดสอบการเจริญของเห็ดหิ้งและเลือกใช้แหล่งอาหารที่มีอยู่ในท้องถิ่นสามารถหาได้ง่ายทุกฤดูกาลและมีราคาถูก เป็นการสร้างเทคโนโลยีการผลิตเห็ดแนวทางใหม่ต่อไป ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหิ้งในอาหารต่างชนิดในสภาพห้องปฏิบัติการ เป็นข้อมูลเบื้องต้นสู่การพัฒนาใช้ต่อไปตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ชนิดของเห็ด

เห็ดที่นำมาทดสอบการเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ประกอบด้วยเห็ดหิ้ง 21 ชนิด ที่เก็บรวบรวมมาจากป่าเทือกเขาภูพาน อ.กุดบาก อ.พรรณนา อ.ภูพาน และ อ. เมือง จังหวัดสกลนคร คือ *Amauroderma rugosum* (Fr.) Tor., *Bjerkandera adusta* (Fr.) Karst., *Daedalea quercina* L.:Fr., *Daedaleopsis confragosa* (Bolton:Fr.) Schrst, *Fomitopsis feei* (Fr.) Kreisel, *Fomitopsis nivosa* (Berk./ Gilb & Ryvarden, *Ganoderma lucidum* (W.Curtis: Fr.) P. Karst., *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *Hexagonia apiaria* (Pers.) Fr., *Hexagonia tenuis* (Hook.) Fr., *Lenzites acuta* Berk., *Lenzites betulina* (L.:Fr.) Fr., *Microporus xanthopus* (Fr.) Kunt., *Phellinus gilvus* (Schwein.) Pat., *Phellinus* cf. *hartigii* (Allesch. & Schnabl.) Bondazev., *Pycnoporus sanguineus* (L.:Fr.) Murrill., *Schizophyllum commune* Fr.:Fr., *Trametes hirsuta* (Fr.) Pilat, *Trametes versicolor* (L.:Fr.) Pilat., *Trichaptum byssogenum* (Jungh.) Ryv. และ *Tyromyces pelliculosus* (Berk.) Cunningh. พร้อมเปรียบเทียบด้วยเห็ดขอนขาว - *Lentinus squarrosulus* Mont. และเห็ดนางรม - *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fries) Kummer

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่นำมาใช้ประกอบด้วย อาหาร 5 ชนิดคือ Potato Dextrose Agar (PDA), Potato Dextrose Malt Peptone Agar (PMPA), Cassava Dextrose Peptone Agar (CDMPA), Rice-brand Dextrose Malt Peptone Agar (RbDMPA) และ Sweet-potato Malt Peptone Agar (SpMPA) โดยมีองค์ประกอบหลักดังนี้ ในอาหารทุกสูตรจะใช้แป้ง 20% น้ำตาล dextrose 2%, malt extract 1%, peptone 0.1% และผงวุ้น 2% ยกเว้น PMPAจะใช้ Potato broth 2.4% ส่วน PDA จะไม่มี malt extract และ peptone เนื่องจากเป็นอาหารมาตรฐานที่ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อราโดยทั่วไป ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่คัดเลือกมา 2 ชนิดเพื่อการทดลองต่อไปนั้นยังคงมีองค์ประกอบเหมือนกับอาหารแข็งเดิมยกเว้นไม่มีผงวุ้น

การทดสอบการเจริญเติบโตบนอาหารแข็ง

นำเห็ดทั้ง 23 ตัวอย่าง มาเลี้ยงและเพิ่มปริมาณเส้นใยในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และบ่มเชื้อที่

อุณหภูมิประมาณ 28+2 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน จากนั้นตัดชิ้นส่วนวุ้นที่มีเส้นใยบริเวณรอบนอกของโคโลนีด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร แล้วใช้เข็มเขี่ยตัดชิ้นวุ้นเชื้อเห็ดย้ายลงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อบนอาหารแข็งชนิดต่าง ๆ และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28+2 องศาเซลเซียส แล้ววัดอัตราการเจริญเติบโตของเส้นทุกวันจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ 23 x 5 Factorial Complete Randomized Design บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 5 ชนิด ใช้เชื้อ 23 ชนิด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของโคโลนีทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 96 ชั่วโมง สังเกตลักษณะการฟู และความหนาแน่นของเส้นใย

การทดสอบการเจริญเติบโตบนอาหารเหลว

นำเชื้อเห็ดทั้ง 23 ชนิด มาเลี้ยงและเพิ่มปริมาณเส้นใยในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิประมาณ 28+2 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน จากนั้นตัดชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยบริเวณรอบนอกของโคโลนีด้วย cork borrer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร แล้วใช้เข็มเขี่ยตัดชิ้นวุ้นเห็ดย้ายลงในอาหาร RbDMPB และ PMPB ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อและปล่อยให้เย็น อาหารทั้ง 2 ชนิด ที่ได้รับการคัดเลือกว่าดีที่สุดจากการทดสอบบนอาหารแข็ง 5 ชนิดมาก่อน นำอาหารเหลวที่ปลูกเชื้อแล้วไปเลี้ยงในสภาพเขย่า (shake culture) ที่ความเร็วรอบประมาณ 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน การทดลองแบบ 23 x 2 Factorial Complete Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำเมื่อครบตามกำหนดแล้วนำมากรองและล้างเส้นใยให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำเส้นใยไปชั่งน้ำหนัก และวิเคราะห์ค่าการเจริญเติบโตทางสถิติต่อไป

ผลการศึกษา

การเจริญของเส้นใยเห็ดหิ้งบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

การทดสอบการเจริญของเส้นใยเห็ดหิ้งบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง 5 ชนิดพบว่า เห็ดทั้ง 23 ชนิดเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีรำข้าว มันสำปะหลัง หรือมันเทศเป็นองค์ประกอบ มีเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 47.5+18.1, 47.0+16.4 และ 46.1+18.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่1) แต่ความหนาแน่นของเส้นใยหนาและฟูมากเฉพาะในอาหารที่มีรำข้าวเป็นองค์ประกอบ ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เชื้อเห็ดหิ้งเจริญได้ดีในกลุ่มรองลงมาคืออาหารมันเทศ PMPA และมันฝรั่ง โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีได้ 46.1+18.3, 44.6+19.0 และ 44.8+19.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยอาหาร PMPA มีลักษณะของเส้นใยเจริญหนาฟู ขณะที่ลักษณะโคโลนีของเส้นใยเห็ดบนอาหารเลี้ยงเชื้อมันสำปะหลัง มันเทศและมันฝรั่งมีลักษณะบางและราบไปกับผิวหน้าอาหาร เมื่อทำการวิเคราะห์หลังปลูกเชื้อ 72 ชั่วโมงพบว่าทั้งชนิดของเห็ดหิ้ง ชนิดของอาหารและปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของทั้ง 2 ปัจจัย ส่งผลต่อขนาดการเจริญเติบโตของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.001$) ชนิดของเห็ดหิ้งกลุ่มที่เจริญได้ดีที่สุดคือ *T. pelliculosus*, *T. byssogenum*, *T. versicolor* และ *D. quercina* โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยได้เท่ากับ 90.0+0.0, 85.3+0.5, 69.5+2.0 และ 64.0+1.6 มิลลิเมตรตามลำดับ เห็ดหิ้งกลุ่มที่เจริญได้ช้าบนอาหารเลี้ยงเชื้อคือ *H. tenius*, *B. adusta*, *M. xanthopus*, *F. feei* และ *H. apiaria* ซึ่งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยได้เท่ากับ 29.3+1.1, 27.7+1.4, 26.9+1.6, 26.8+1.6 และ 25.6+1.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่2) เชื้อเห็ดหิ้งชนิดเดียวกันตอบสนองต่ออาหารชนิดต่าง ๆมักเป็นไปในทำนองเดียวกัน ยกเว้นอาหารที่มีมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบมีผลต่อการเจริญของเชื้อ *H. annosum* มากกว่าปกติ และมีผลต่อการเจริญของเชื้อ *T. byssogenum* น้อยกว่าปกติเมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 2)

การเจริญของเส้นใยเห็ดหิ้งบนอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว

เห็ดหิ้งมีการเจริญได้ดีในอาหารเหลวรำข้าวได้ดีกว่าอาหาร PMPB อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง($P<0.001$) มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยบนอาหารรำข้าวและอาหาร PMPB เท่ากับ 6.36+5.56 และ 2.73+1.37 กรัมต่อลิตรตามลำดับ ชนิดของเห็ดหิ้งทั้ง 23 ชนิดตอบสนองต่ออาหารทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.001$) *F. nivosa* และ *L. acuta* ตอบสนองต่ออาหารเหลวทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุด ให้น้ำหนักเส้นใยแห้งเฉลี่ยถึง 12.74+8.75 และ 12.06+10.13 กรัมต่อลิตรตามลำดับ รองลงมาเป็นกลุ่มของเชื้อ *P. sanguineus*, *T. versicolor*, *S. commune*, *T. pelliculosus* และ *H. annosum* ที่ให้น้ำหนักเส้นใยแห้งเฉลี่ย 7.66+4.92, 7.58+6.58, 7.33+1.72, 5.80+0.92 และ 5.53+3.72 กรัมต่อลิตรตามลำดับ เห็ดหิ้งที่มีการเจริญและมีน้ำหนักของเส้นใยแห้งมากที่สุดคือ *L. acuta* และ *F. nivosa* ในอาหารรำข้าว มีน้ำหนักเส้นใยเฉลี่ย 21.23+2.06 และ 20.73+0.42 กรัมต่อลิตร ตามลำดับที่ความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว PMPB พบว่า เห็ดหิ้งที่มีการเจริญและมีน้ำหนักของเส้นใยมากที่สุดคือ *S. commune* รองลงมาคือ *T. pelliculosus*, *P. gilvus* และ *H. tenuis* โดยมีน้ำหนักเส้นใยเฉลี่ยคือ 6.20+0.5, 5.0+0.3, 4.5+0.2 และ 3.56+0.3 กรัมต่อลิตร ตามลำดับที่ความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่3) ผลการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดอาหารกับชนิดของเห็ดหิ้ง ($P>0.05$)

วิจารณ์ผล

จากการทดสอบการเจริญของเส้นใยเห็ดหิ้งทั้ง 23 ชนิด บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง 5 ชนิด พบว่า เห็ดหิ้งมีการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) เมื่อเชื้อมีอายุที่ 72 ชม. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 25.6+1.4 – 90.0+0.0 มิลลิเมตร เห็ดมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหารรำข้าว มันสำปะหลัง มันเทศ มันฝรั่ง และ PMP ตามลำดับ และมีความหนาแน่นของเส้นใยมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของอาหาร ส่วนน้ำหนักของเส้นใยของเชื้อทั้ง 23 ชนิด ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว PMP และรำข้าว ก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) โดยเฉลี่ย 2.73+1.37 และ 6.36+5.56 กรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าเห็ดหิ้งแต่ละชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป และมีความสามารถในการใช้อาหารแตกต่างกันไปด้วย ในที่นี้อาหารที่ได้มาจากรำข้าวส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหิ้งได้มากที่สุด

ชนิดของเห็ดหิ้งที่นำมาทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเห็ดหิ้งที่ทำให้เนื้อไม้เน่าเป็นสีน้ำตาล (brown rotter) และเน่าเป็นสีขาว (white rotter) เนื่องจากความสามารถในการใช้อาหารที่ต่างกัน โดยเฉพาะการใช้เซลลูโลส และความสามารถในการย่อยสลายลิกนินในพืช นอกจากนี้ชนิดของเห็ดมีอัตราการเจริญที่ช้า เร็วแตกต่างกันไป

องค์ประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงเห็ดหิ้งเพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ต้องการการศึกษาอีกมาก มีรายงานหลายชิ้นได้ทดลองเลี้ยงเห็ดหิ้งในอาหารเหลว (Wagner et al., 2003; Kim et al., 2005a; 2005b; Mao and Zhong, 2006) เพื่อเลี้ยงเชื้อเห็ดชนิดต่างๆ Chang et al. (2006) ที่ได้ทดสอบส่วนประกอบของสารอาหารชนิดต่างๆ เพื่อการเลี้ยงเห็ด *G. lucidum* ในอาหารเหลวและได้พบว่า ชนิดและปริมาณของสารประกอบคาร์บอน ไนโตรเจน และไขมันมีผลต่อการเจริญของเส้นใยของเห็ดหลินจือ เส้นใยของเห็ดหลินจือต้องการน้ำตาลและสารสกัดจากมอลต์เป็นแหล่งธาตุอาหารคาร์บอนและหางนมเป็นแหล่งธาตุอาหารไนโตรเจน รวมทั้งต้องการแคลเซียมคาร์บอเนต โดยส่วนประกอบของอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญของเส้นใยเห็ดหลินจือคือ แคลเซียมคาร์บอเนต =1.88 กรัมต่อลิตร น้ำตาล = 71.4 กรัมต่อลิตร สารสกัดจากมอลต์ = 12.1 กรัมต่อลิตร สารสกัดจากยีสต์ = 2.28 กรัมต่อลิตร หางนม = 18.4 กรัมต่อลิตร น้ำมันเมล็ดทานตะวัน = 3.44 กรัมต่อลิตร และน้ำมันมะกอก =

3.96 กรัมต่อลิตร เมื่อใช้อาหารตามสูตรนี้แล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเส้นใยของเห็ดหลินจือได้ถึงประมาณ 12 เท่า จากผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าหากต้องการเพิ่มปริมาณของเส้นใยของเห็ดให้มากขึ้นจากวัสดุที่มีอยู่ในประเทศ จะเลือกวัสดุชนิดใดและจะใช้เลี้ยงเห็ดหิ้งชนิดไหนจึงจะเหมาะสมต่อไปตามสถานการณ์ของแต่ละพื้นที่และแต่ละวัตถุประสงค์ เช่น เพาะเลี้ยงเห็ดเพื่อการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (นิคม, 2542; Berovic et al., 2003; Ghorashi et al., 2003; Klinhom et al., 2003; Yang et al., 2004; Peng et al., 2005) ทดสอบการสร้างและผลิตเอนไซม์ (Kim et al., 2002; Blanqueza et al., 2004; Cohen et al., 2004; Dodor et al., 2004; Novotny et al., 2004; Rosales et al., 2005) การสร้างสาร anti-oxidant (Pe?as et al., 2002; Jean-Philippe, 2005; Mau et al., 2005) การสร้างสารปฏิชีวนะ (ธนาวดี, 2545; Liu et al., 2004) หรือแม้แต่การผลิตโพลีแซคคาไรด์ (Fang et al., 2002; Wagner et al., 2003; Kim et al., 2005a, 2005b; Chang et al., 2006)

จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าอาหารที่ได้จากรำข้าวทั้งอาหารแข็งและอาหารเหลวส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดหิ้งโดยรวม รำข้าวเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ง่ายจากภายในประเทศและน่าจะมีธาตุอาหารที่หลากหลายกว่ามันสำปะหลังและอื่นๆ จึงน่าจะเป็นวัตถุดิบที่มีความเหมาะสม ใช้ในการผลิตเห็ดต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตามเนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาหารกับเห็ดหิ้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) การเลือกชนิดของอาหารที่จะนำมาใช้เลี้ยงกับเห็ดหิ้งเฉพาะชนิดอาจต้องมีการศึกษาในรายละเอียดให้มากขึ้นโดยเฉพาะสภาพของอาหาร ชนิดของอาหาร ความเป็นกรดเป็นด่างและวัตถุประสงค์ที่จะเพาะเลี้ยงเห็ด และอาหารเฉพาะต่อเห็ดแต่ละชนิดอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสกลนคร ที่ได้อำนวยความสะดวกให้ใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหิ้งบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

ธนาวดี ฮั่นตรี. 2545. **ผลยับยั้งของน้ำเลี้ยงเส้นใยเห็ดที่รับประทานได้ต่อการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิคม พุทธิมา. 2542. **การเก็บรวบรวมและเพาะเลี้ยงเห็ดจากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Armussa, N. and Sanoamuang, N. 2003. Appropriate synthetic media, exo-biopolymer synthesis, mycelial production and protein content analysis of some bracket fungi from Sakon Nakhon, Thailand. **Proceedings of the 2nd International Conference on Medicinal Mushroom and the International Conference on Biodiversity and Bioactive Compounds,** 17-19 July 2003. Peach, Pattaya, Thailand.

Armussa, N., Thammasirirak, S. and Sanoamuang, N. 2003. Mycelium and fruiting body of mushrooms sources of protein. **Abstracts of the IV Asia Pacific Mycological Congress and the IX International Marine and Freshwater Mycology Symposium,** 14-19 November 2004.

Berovic, M., Habijanic, J., Zore, I., Wraber, B., Hodzar, D., Boh, B. and Pohleven, F. 2003. Submerged cultivation of *Ganoderma lucidum* biomass and immunostimulatory effects of fungal polysaccharides. **Journal of Biotechnology** 103: 77-86.

Blanqueza, P., Casasa, N., Fontc, X., Gabarrella, X., Sarra, M., Caminalb, G. and Vicenta, T. 2004. Mechanism of textile metal dye biotransformation by *Trametes versicolor*. **Water Research** 38: 2166-2172.

Chang, M.Y., Tsai, G.J. and Houng, J.Y. 2006. Optimization of the medium composition for the submerged culture of *Ganoderma lucidum* by Taguchi array design and steepest ascent method. **Enzyme and Microbial Technology** 38: 407-414.

Cohen, R., Suzuki, M.R. and Hammel, K.E. 2004. Differential stress-induced regulation of two quinine reductases in the brown rot basidiomycete *Gloeophyllum trabeum*. **Applied and Environmental Microbiology** 70(1): 324-331.

Couto, S., Gund?n, R., Lorenzo M. and Sanroman, M.A. 2003. Screening of supports and inducers for laccase production by *Trametes versicolor* in semi-solid-state conditions. **Process Biochemistry** 38: 249- 255.

Cui, J. and Chisti, Y. 2003. Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: physiological activity, uses, and production. **Biotechnology Advances** 21: 109-122.

Dodor, D.E., Hwang, H-M. and Ekunwe, S.I.N. 2004. Oxidation of anthracene and benzo [a] pyrene immobilized laccase from *Trametes versicolor*. **Enzyme and Microbial Technology** 35: 210-217.

Fang, Q.H. and Zhong, J.J. 2002. Effect of initial pH on production of ganoderic acid and polysaccharide by submerged fermentation of *Ganoderma lucidum*. **Process Biochemistry** 37: 769-774.

Ghorashi, S., Bucke, C. and Keshavarz, T. 2003. Isolation of biologically active compounds from *Ganoderma* sp. **Proceedings of the 2nd International conference on Medicinal Mushroom and the International Conference on Biodiversity and Bioactive Compounds 17-19 July 2003**. Peach, Pattaya, Thailand.

Hwang, H.-J., Kim, S.-W., Choi, J.-W. and Yun, J.W. 2003. Production and characterization of exopolysaccharides from submerged culture of *Phelllinus linteus* KCTC 6190. **Enzyme and Microbial Technology** 33: 309-319.

Jarosz-Wilkolazka, A., Kochmanska-Rdest, J., Malarczyk, E., Wardas, W. and Leonowicz, A. 2002. Fungi and their ability to decolourize azo and anthraquinonic dyes. **Enzyme and Microbial Technology** 30: 566-572.

Jaouani, A., Sayadi, S., Vanthournhout, M. and Penninckx, M. 2003. Potent fungi for decolourisation of olive oil mill wastewaters. **Enzyme and Microbial Technology** 33: 802-809.

Jean-Phillippe, S.R. 2005. **Antioxidant Properties of some Edible Fungi in the Genus *Pleurotus*.** A thesis presented for the Master of Science degree. The University of Tennessee, Knoxville.

Kim, H.O., Lim, J.M., Joo, J.H., Kim, S.W., Hwang, H.J., Choi, J.W. and Yun, J.W. 2005a. Optimization of submerged culture

condition for the production of mycelial biomass and exopolysaccharides by *Agrocybe cylindracea*. **Bioresource Technology** 96: 1175-1182.

Kim, K., Leem, Y., Kim, K., Kim, K., and Choi, H.T. 2002. Transformation of the medicinal basidiomycete *Trametes versicolor* to hygromycin B resistance by restriction enzyme mediated integration. **FEMS Microbiology Letters** 209: 273-276.

Kim, Y.O., Han, S.B., Lee, H.W., Ahn, H.J., Yoon, Y.D., Jung, J.K., Kim, H.M. and Shin, C.S. 2005b. Immuno-stimulating effect of the endo-polysaccharide produced by submerged culture of *Inonotus obliquus*. **Life Sciences** 77: 2438-2456.

Klinhom, U., Klinhom, W. and Kanchanamayoon, W. 2003. Mushroom and Traditional Knowledge in Northeast Thailand. **Proceedings of the 2nd International Conference on Medicinal Mushroom and the Internatioal Conference on Biodiversity and Bioactive Compounds**, 17-19 July 2003. Peach, Pattaya, Thailand.

Liu, J., Yang, F., Ye, L.B., Yang, X.J., Timani, K.A., Zheng, Y. and Wang, Y.H. 2004. Possible mode of action of antiherpetic activities of a proteoglycan isolated from the mycelia of *Ganoderma lucidum* in vitro. **Journal of Ethnopharmacology** 95: 265-272.

Mao, X.B. and Zhong, J.J. 2006. Significant effect of NH_4^+ on cordycepin production by submerged cultivation of medicinal mushroom *Cordyceps militaris*. **Enzyme and Microbial Technology** 38: 343-350.

Mau, J.L., Tsai, S.Y., Tseng, Y.H. and Huang, S.J. 2005. Antioxidant properties of hot water extracts from *Ganoderma tsugae* Murrill. **LWT-Food Science and Technology** 38: 589-597.

Novotny, C., Svobodova, K., Erbanova, P., Cajthaml, T., Kasinath, A., Lang, E. and Sasek, V. 2004. Ligninolytic fungi in bioremediation: extracellular enzyme production and degradation rate. **Soil Biology and Biochemistry** 36: 1545-1551.

Pe as, M.M., Rust, B., Larraya, L.M. Ram rez, L. and Pisabarro, A.G. 2002. Differentially regulated, vegetative-mycelium-specific hydrophobins of the edible basidiomycete *Pleurotus ostreatus*. **Applied and environmental Microbiology** 68(8): 3891-3898.

Peng, Y., Zhang, L., Zeng, F. and Kennedy, J.F. 2005. Structure and antitumor activities of the water-soluble polysaccharides from *Ganoderma tsugae* mycelium. **Carbohydrate Polymers** 59: 385-392.

Rosales, E., Couto, S.R. and Sanroman, M.A. 2005. Re-utilisation of food processing wastes for production of relevant metabolites: application to laccase production by *Trametes hirsuta*. **Journal of Food Engineering** 66: 419-423.

Stamets, P. 2001. Insights into the cultivation of Polyporaceae mushrooms: the ancient ones. **International Journal of Medicinal Mushrooms** 3: 92.

Stamets, P. 2005. Medicinal Polyporaceae of the forests of North America: Screening for novel antiviral activity. **International Journal of Medicinal Mushrooms** 7: 362.

Wagner, R., Mitchell, D.A., Sassaki, G.L., Amazonas, M.A.L.A. and Berovic, M. 2003. Current techniques for the cultivation of *Ganoderma lucidum* for the production of biomass, ganoderic acid and polysaccharides. **Food Technology and Biotecnology** 41(4): 371-382.

Yang, F.-C., Hsieh, C. and Chen, H.M. 2003. Use of stillage grain from rice-spirit distillery in the silid state fermentation of *Ganoderma lucidum*. **Process Biochemistry** 39: 21-26.

Yang, F.-C., Ke, Y.F., and Kuo, S.S. 2004. Effect of fatty acids on the mycelial growth and polysaccharide formation by *Ganoderma lucidum* in shake flask culture. **Enzyme and Microbial Technology** 27: 295-301.

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหิ้งในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง 5 ชนิดคือ รำข้าว มันสำปะหลัง มันเทศ PMPA และ PDA

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)				ความหนาแน่นของเส้นใย หลังอายุ 4 วัน
	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	
รำข้าว	$16.2^{a}\pm5.58$	$32.2^{a}\pm13.24$	$47.5^{a}\pm18.10$	$69.2^{a}\pm18.47$	+++
มันสำปะหลัง	$15.2^{b}\pm7.10$	$30.3^{bc}\pm12.39$	$47.0^{a}\pm16.38$	$62.0^{ab}\pm18.80$	+
มันเทศ	$16.2^{a}\pm6.97$	$31.2^{ab}\pm15.66$	$46.1^{ab}\pm18.28$	$60.6^{ab}\pm18.21$	++
PMP	$15.1^{b}\pm6.78$	$29.2^{c}\pm14.56$	$44.6^{b}\pm19.06$	$58.9^{b}\pm19.56$	++
PDA	$14.9^{b}\pm6.57$	$29.1^{c}\pm14.59$	$44.8^{b}\pm19.94$	$57.9^{b}\pm20.44$	++

หมายเหตุ +++ หมายถึง มาก
++ หมายถึง ปานกลาง
+ หมายถึง น้อย

ตารางที่ 2 เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเห็ดหิ้งที่เลี้ยงในอาหารแข็ง ณ 72 ชั่วโมง

Species	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีบนอาหารชนิดต่างๆ (มม.)					
	รำข้าว	มันสำปะหลัง	มันเทศ	PMP	PDA	**เฉลี่ย**
Amauroderma rugosum (Fr.) Tor.	40.50 ± 1.32	43.50 ± 1.73	47.50 ± 1.80	31.00 ± 0.87	27.66 ± 1.89	**38.03 ± 8.40**
Bjerkandera adusta (Fr.) Karst.	30.66 ± 1.76	31.16 ± 1.26	29.16 ± 1.04	24.00 ± 1.50	23.66 ± 1.61	**27.72 ± 3.63**
Daedalea quercina L.:Fr.	63.50 ± 1.50	65.00 ± 1.00	61.33 ± 1.04	63.83 ± 1.44	66.66 ± 2.89	**64.06 ± 1.96**
Daedaleopsis confragosa (Bolton:Fr) Schrst.	59.83 ± 0.29	58.83 ± 0.76	58.16 ± 0.76	61.83 ± 2.31	60.16 ± 1.26	**59.76 ± 1.40**
Fomitopsis feei (Fr.) Kresel	25.33 ± 1.26	26.50 ± 1.32	28.83 ± 1.04	24.66 ± 2.75	25.50 ± 1.80	**26.16 ± 1.62**
Fomitopsis nivosa (Berk.) Gilb & Ryv.	29.83 ± 2.25	32.16 ± 1.26	37.33 ± 2.08	29.00 ± 1.32	22.66 ± 2.02	**30.20 ± 5.31**
Ganoderma lucidum (W.Curtis: Fr.) P. Karst.	47.66 ± 2.25	44.16 ± 0.76	41.83 ± 1.76	43.50 ± 1.50	43.66 ± 1.76	**44.16 ± 2.14**
Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.	38.16 ± 1.26	65.66 ± 1.44	38.16 ± 1.76	34.66 ± 1.61	35.16 ± 1.04	**42.36 ± 13.12**
Hexagonia apiaria (Pers.) Fr.	26.16 ± 1.26	26.33 ± 1.26	24.16 ± 2.02	25.83 ± 1.04	25.50 ± 1.32	**25.59 ± 0.86**
Hexagonia tenuis (Hook.) Fr.	33.33 ± 1.04	33.33 ± 1.89	29.66 ± 0.29	24.16 ± 1.26	26.16 ± 1.15	**29.32 ± 4.14**
Lentinus squarrosulus Mont.	34.00 ± 1.50	36.50 ± 1.50	38.16 ± 6.37	34.33 ± 1.26	35.16 ± 1.04	**35.63 ± 1.71**
Lenzites acuta Berk.	57.00 ± 0.50	57.66 ± 1.89	59.50 ± 0.87	56.50 ± 1.00	61.00 ± 3.04	**58.33 ± 1.87**
Lenzites betulina (L.: Fr.) Fr.	43.50 ± 1.50	33.16 ± 2.02	32.50 ± 2.50	32.66 ± 2.75	35.00 ± 2.50	**35.36 ± 4.65**
Microporus xanthopus (Fr.) kunt.	30.16 ± 1.26	27.83 ± 2.02	25.16 ± 1.61	26.33 ± 1.26	25.16 ± 1.89	**26.92 ± 2.11**
Phellinus gilvus (Schwein.) Pat.	49.50 ± 2.50	48.83 ± 2.75	49.66 ± 0.58	44.83 ± 1.44	40.16 ± 1.44	**46.59 ± 4.10**
Phellinus cf. *hartigii* (Allesch. & Schnab) Bondartzew.	40.00 ± 0.00	33.66 ± 2.02	34.16 ± 0.76	36.66 ± 1.04	39.50 ± 1.00	**36.79 ± 2.93**
Pleurotus ostreatus (Jacquin ex Fries) Kummer	45.33 ± 1.04	45.33 ± 0.76	40.16 ± 5.80	45.00 ± 0.50	45.33 ± 1.04	**44.23 ± 2.27**
Pycnoporus sanguineus (L.:Fr.) Murrill	57.33 ± 3.33	57.16 ± 1.53	50.00 ± 0.00	53.83 ± 3.18	54.66 ± 2.02	**54.59 ± 2.99**
Schizophyllum commune Fr.:Fr.	45.66 ± 4.25	47.33 ± 2.02	47.66 ± 1.76	46.66 ± 1.61	47.33 ± 1.26	**46.92 ± 0.79**
Trametes hirsuta (Fr.) Pilat	41.66 ± 2.93	44.00 ± 1.50	36.83 ± 3.88	40.66 ± 0.76	40.33 ± 1.26	**40.68 ± 2.58**
Trametes versicolor (L.:Fr.) Pilat	73.66 ± 2.25	66.83 ± 1.89	70.66 ± 1.76	64.50 ± 2.00	72.00 ± 2.18	**69.53 ± 3.37**
Trichaptum byssogenum (Jungh.) Ryvarden	90.00 ± 0.00	66.50 ± 2.65	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	**85.30 ± 10.50**
Tyromyces pelliculosus (Berk.) Cunningh.	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	90.00 ± 0.00	**90.00 ± 0.00**
เฉลี่ย	**47.51 ± 18.10**	**47.02 ± 16.38**	**46.11 ± 18.28**	**44.54 ± 19.06**	**44.89 ± 19.94**	**46.01 ± 1.29**
CV = 3.65 %	**ชนิดเห็ดหิ้ง**		(P<0.001)			
N = 345	**อาหาร**		(P<0.001)			
	ชนิดเห็ดหิ้ง*อาหาร		(P<0.001)			

ตารางที่ 3 น้ำหนักเส้นใยของเห็ดหิ้งที่เลี้ยงในอาหารรำข้าว (Rice bran dextrose malt peptone, RbDMPB) และ PMPB (potato dextrose malt peptone)

Species	น้ำหนักของเส้นใยแห้ง (กรัม/ลิตร) ในอาหารต่างๆ		
	รำข้าว	PMPB	เฉลี่ย
Amauroderma rugosum (Fr.) Tor.	1.46 ± 0.06	1.36 ± 0.06	**1.42 ± 0.07**
Bjerkandera adusta (Fr.) Karst.	5.70 ± 0.53	3.53 ± 0.32	**4.61 ± 1.25**
Daedalea quercina L.:Fr.	2.53 ± 0.15	1.40 ± 0.10	**1.96 ± 0.63**
Daedaleopsis confragosa (Bolton:Fr) Schrst	4.80 ± 0.70	2.46 ± 0.31	**3.63 ± 1.37**
Fomitopsis feei (Fr.) Kresel	2.40 ± 0.36	1.60 ± 0.26	**2.00 ± 0.52**
Fomitopsis nivosa (Berk.) Gilb & Ryv.	20.73 ± 0.42	4.76 ± 0.38	**12.74 ± 8.75**
Ganoderma lucidum (W.Curtis: Fr.) P. Karst.	1.96 ± 0.15	1.33 ± 0.12	**1.64 ± 0.37**
Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.	8.90 ± 0.52	2.16 ± 0.40	**5.53 ± 3.72**
Hexagonia apiaria (Pers.) Fr.	2.73 ± 0.49	1.70 ± 0.17	**2.21 ± 0.65**
Hexagonia tenuis (Hook.) Fr.	4.83 ± 0.12	3.56 ± 0.31	**4.19 ± 0.72**
Lentinus squarrosulus Mont.	3.70 ± 0.62	1.23 ± 0.25	**2.46 ± 1.42**
Lenzites acuta Berk.	21.23 ± 2.06	2.90 ± 0.17	**12.06 ± 10.13**
Lenzites betulina (L.: Fr.) Fr.	4.60 ± 0.10	3.26 ± 0.23	**3.93 ± 0.88**
Microporus xanthopus (Fr.) Kunt.	2.16 ± 0.32	1.66 ± 0.15	**1.91 ± 0.35**
Phellinus gilvus (Schwein.) Pat.	4.60 ± 0.20	4.50 ± 0.20	**4.55 ± 0.15**
Phellinus cf. *hartigii* (Allesch.&Schnab) Bondartzew.	2.47 ± 0.55	1.86 ± 0.12	**2.16 ± 0.48**
Pleurotus ostreatus (Jacquin ex Fries) Kummer	2.60 ± 0.10	2.03 ± 0.25	**2.31 ± 0.35**
Pycnoporus sanguineus (L.:Fr.) Murrill	12.03 ± 1.86	3.30 ± 0.17	**7.66 ± 4.92**
Schizophyllum commune Fr.:Fr.	9.26 ± 0.25	6.20 ± 0.53	**7.33 ± 1.72**
Trametes hirsuta (Fr.) Pilat	4.50 ± 0.20	3.23 ± 0.06	**3.86 ± 0.71**
Trametes versicolor (L.:Fr.) Pilat	13.56 ± 0.95	1.60 ± 0.10	**7.58 ± 6.58**
Trichaptum byssogenum (Jungh.) Ryvarden	3.06 ± 0.31	2.20 ± 0.61	**2.63 ± 0.64**
Tyromyces pelliculosus (Berk.) Cunningh.	6.60 ± 0.17	5.00 ± 0.36	**5.80 ± 0.92**
เฉลี่ย	**6.36 ± 5.56**	**2.73 ± 1.37**	**4.55 ± 4.43**
CV = 11.74 %	**ชนิดเห็ดหิ้ง**	(P<0.0001)	
N = 138	**อาหาร**	(P<0.0001)	
	ชนิดเห็ดหิ้ง * อาหาร	(P>0.05)	