

ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย
Effects of Vermicompost on Quality of Paddy Straw Mushroom
(*Volvariella volvacea*) by Short Stack

นุชจรี ทัดเศษ¹ อาทิตย์ ทูลพุทธา¹ ศิวดล แจ่มจำรัส¹ การันต์ ผึ้งบรรหาร¹ พิพัฒน์ ชนาเทพาร
จันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว² ธนากร วงษ์ศา³ และ สุมนา เหลืองฐิติกาญจน์⁴
Nootjaree Tudsres¹, Artit Toonputta¹, Siwadon Chaemchamrat¹, Karun Phungbunhan¹, Piphat Chanataepapom²,
Janjira Tohwankaew², Thanakorn Wongsas³, and Sumana Leangthitikanchana⁴

บทคัดย่อ

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของไส้เดือนดินซึ่งมีส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ยด้วยการเสริมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเชื้อเห็ดฟาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Designs; CRD) ทำการทดลองในระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2559 พบว่า การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยในเดือนเมษายน 2559 อุณหภูมิภายในกองเห็ดฟาง 38-40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของเส้นใยทุกอัตราส่วนมีการเจริญเติบโตช้าใช้ระยะเวลา 5-7 วัน ในขณะที่การเพาะเห็ดฟางในเดือนมิถุนายน 2559 ซึ่งมีอุณหภูมิภายในกองเห็ดฟาง 35-38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ทุกอัตราส่วนมีการสร้างเส้นใยภายใน 3 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเชื้อเห็ดฟาง ส่งผลให้น้ำหนักรวมของดอกเห็ดฟางเฉลี่ยสูงสุด คือ 444.01 กรัมต่อกอง จำนวนดอกเฉลี่ยสูงสุด คือ 36.67 ดอกต่อกอง จำนวนดอกตูมรูปทรงกระดุมเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.67 ดอกต่อกอง และจำนวนดอกตูมรูปทรงไข่เฉลี่ยสูงสุด 32.00 ดอกต่อกอง ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเพาะเห็ดฟางที่ไม่เติมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (กลุ่มควบคุม) ในขณะที่จำนวนดอกตูมรูปทรงไข่และเปอร์เซ็นต์ดอกตูมรูปทรงไข่ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เติมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

คำสำคัญ : ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน เห็ดฟาง การเพาะแบบกองเตี้ย

Abstract

Vermicompost is produced of composting process using earthworms and contained nutrients-rich organic fertilizer. The experiment aimed to study the effect of vermicompost on quality of paddy straw mushroom cultivation by a short stack. The different concentrations of vermicompost (0, 20, 40, 60, 80 and 100 percents by weight paddy straw mushroom) were tested. The experimental design was complete randomized designs (CRD) during April to June, 2016. The result showed that, in April 2016, the temperature and humidity inside were 38-40 °C and 65-75 %, respectively in April 2016. The mycelial growth was grown slowly taken about 5-7 days. While, the mycelial growth in June 2016 was grew faster than in April. All of the experiments were showed the mycelium increases within 3 days. The temperature and humidity inside were 35-38 °C and 75-80 %, respectively. The ratio at 40 % of vermicompost by weight paddy straw mushroom gave the highest of yield of fruiting body (444.01 g/stack), number of fruiting body/stack (36.67), number of button-shape stage/stack (4.67), and number of egg-shape stage/stack

¹สาขาวิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
²สาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
³โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62000
⁴สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อ.เมือง จ.พะเยา 56000

(32.00) of paddy straw mushroom cultured by short stack. All of the ratios were significantly different when compared with control. While, the number of button-shape stage/stack and percentage of button-shape stage/stack were showed non-significantly different between control and treated vermicompost.

Keywords : Vermicompost, Straw mushroom, Short stack

คำนำ

เห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) เป็นเห็ดที่มีผู้บริโภคนิยมมากมีวิธีการเพาะที่ง่าย สะดวก และใช้เวลาสั้น ประมาณ 5-7 วัน การดูแลรักษาง่าย ใช้พื้นที่อุปกรณ์ในการเพาะน้อย การลงทุนต่ำ ประหยัดแรงงาน และให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ การส่งเสริมเห็ดฟางให้เป็นสินค้าที่ได้มาตรฐาน มีคุณภาพและปลอดภัย คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรจึงกำหนดมาตรฐานคุณภาพเห็ดฟางเพื่อยกระดับเห็ดฟางให้เป็นที่ยอมรับทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมากขึ้น ลักษณะของเห็ดฟางที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดขั้นต่ำต้องมีลักษณะเป็นดอกเห็ดฟางทั้งดอก ไม่เป็นดอกบาน เห็ดมีความสด ไม่เน่าเสีย ไม่มีตำหนิหรือเสื่อมคุณภาพ สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ และไม่มีศัตรูเห็ด (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) สำหรับลักษณะของดอกเห็ดฟางที่ตลาดต้องการ คือ ดอกตูมรูปทรงกระดุมเป็นดอกเห็ดฟางที่มีลักษณะกลมคล้ายกระดุมมีคุณภาพดีและราคาสูงที่สุดเนื่องจากดอกเห็ดฟางชนิดนี้สามารถนำไปแปรรูปอัดกระป๋องหรือนำไปทำเห็ดดองได้ดีมาก รองลงมา คือ ดอกตูมรูปทรงไข่มีลักษณะคล้ายไข่ไก่มีขนาดโตกว่าดอกกระดุม น้ำหนักเบากว่า คุณภาพ ราคาปานกลางตลาดมีความต้องการสูง การเพาะเห็ดฟางจึงได้มีการพัฒนารูปแบบและวิธีการเป็นการเพาะในโรงเรือนด้วยวิธีการอบไอน้ำฆ่าเชื้อ ให้ความชื้นและปรับปรุงอุณหภูมิในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของดอกเห็ด แต่อย่างไรก็ตามการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือนนี้ก็ยังมีข้อเสียที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข เช่น มีการลงทุนในขั้นแรกที่ค่อนข้างจะสูง มีหลักวิธีการปฏิบัติและขั้นตอนการเพาะมากพอสมควร และอาจมีปัญหาเรื่องตัวไร ศัตรูเห็ดเกิดขึ้นภายในโรงเรือน ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเห็ดฟางในสภาพแปลงแบบกองเตี้ย มีการพัฒนามาจากการเพาะแบบกองสูง ซึ่งเป็นการประหยัดวัสดุเพาะและง่ายต่อการดูแล สามารถให้อาหารเสริม และให้ผลผลิตที่แน่นอน ในการเพาะเห็ดฟางจำเป็นต้องอาศัยอาหารเสริมเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น อาหารเสริมที่นิยมนำมาเพาะเห็ดฟาง ได้แก่ ไล้หนู เปลือกผักถั่ว ผักตบชวา จอกหูหนู มูลสัตว์ที่แห้ง เช่น มูลวัว เป็นต้น (ภาณุพงศ์, 2556)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (Vermicompost) เป็นผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างๆ โดยผ่านการย่อยสลายในลำไส้ของไส้เดือนดิน (Earthworm) มีลักษณะเม็ดละเอียด มีความร่วนซุยสูง เก็บน้ำได้ดี และมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงเหมาะสำหรับนำไปผสมกับดินหรือปรับสภาพดินในการปลูกพืชได้ดี (อานัฐ, 2549) นอกจากนี้จะเพิ่มความร่วนซุยและความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว มูลไส้เดือนดินสามารถใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชสูง ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนนับว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของธาตุอาหารไนโตรเจน (0.82 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (0.80 เปอร์เซ็นต์) โพแทสเซียม (0.44 เปอร์เซ็นต์) แคลเซียม (16.51 เปอร์เซ็นต์) ซากพืช (7.34 เปอร์เซ็นต์) อินทรีย์วัตถุ (29.93 เปอร์เซ็นต์) และความชื้น (37.06 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ (ศุภวรรณ, 2553) นอกจากนี้ Orozco *et al.* (1996) รายงานว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน (auxin) และกรดฮิวมิก (humic acid) ซึ่งสารเหล่านี้จะส่งผลต่อการงอกทำให้การเจริญเติบโตและแข็งแรงของพืชเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันได้มีการนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนไปใช้กับพืชหลายชนิดโดยเกษตรกรและนักวิชาการบางส่วน แต่ยังมีรายงานการวิจัยที่ยืนยันประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน วิธีการใช้และอัตราการใช้ค่อนข้างน้อย ทำให้ขาดความรู้และแนวทางที่จะนำไปสู่การจัดการปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มีประสิทธิภาพในทางการเกษตรในประเทศไทย ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงสนใจศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ยเพื่อเป็นแนวทาง

เลือกหนึ่งให้กับเกษตรกรได้นำไปปรับใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพต่อการเพาะเห็ดฟาง สำหรับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการเสริมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในปริมาณที่แตกต่างกันต่อการผลิตเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ผลิตจากไส้เดือนดิน (*Eudrilus eugeniae*) สายพันธุ์ African Night Crawler โดยใช้มูลโคเป็นที่อยู่และอาหารของไส้เดือน ได้รับความอนุเคราะห์จากสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ความชื้น (Moisture) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) โพแทสเซียม (Potassium) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

2. การเตรียมวัสดุเพาะและการจัดหน่วยทดลอง

นำฟางแช่น้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ฟางเกิดการอิมมิดัวและอ่อนนิ่ม ทำการชั่งน้ำหนักของอาหารเสริม ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว 0.5 กิโลกรัม และรำละเอียด 1 กิโลกรัม ผสมกับเชื้อเห็ดฟาง 1 กิโลกรัม ร่วมกับการเติมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Designs, CRD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง ดังนี้ 0 20 40 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักกับเชื้อเห็ดฟาง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2559

3. การเตรียมแปลงเพาะ

ปรับพื้นที่บริเวณแปลงเพาะให้เรียบและกำจัดวัชพืชออกให้หมดและเป็นพื้นที่ไม่มีปัญหาของเรื่องแมลง เช่น ปลวก มด ไ้ และโรคศัตรูพืช หรือบริเวณที่น้ำท่วมถึงแปลงเพาะ ทำการรดน้ำบริเวณที่จะทำแปลงเพาะเห็ดฟางให้ดินเปียกชุ่ม โดยรดน้ำ 3 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้นดินดูดความชื้นจากกองวัสดุเพาะ

4. วิธีการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย

การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยทำทั้งหมด 3 ชั้น โดยชั้นที่ 1 นำฟางที่แช่น้ำจนอิมมิดัวลงในไม้แบบพิมพ์ขนาดฐานกว้าง 35 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร ด้านบนกว้าง 30 เซนติเมตร และแบบไม้ยาว 120 เซนติเมตร กัดฟางให้แน่นหนา 9 เซนติเมตร จากนั้นนำเชื้อเห็ดฟางจากข้อ 2 โรยให้ทั่วบริเวณขอบของไม้แบบทั้งสี่ด้าน โดยโรยให้หนาประมาณ 1 นิ้ว นับเป็นชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 นำฟางลงทับให้หนา 9 เซนติเมตร และนำเชื้อเห็ดฟางจากข้อ 2 โรยให้ทั่วบริเวณขอบของไม้แบบทั้งสี่ด้าน เป็นชั้นที่ 2 สำหรับชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นชั้นบนสุดให้โรยเชื้อเห็ดฟางจากข้อ 2 ให้ทั่วแล้วนำฟางมาทับหนา 3 เซนติเมตร ใช้มือกดให้แน่นพอสมควร เมื่อเพาะเห็ดฟางกองที่ 1 เรียบร้อย ให้ยกไม้แบบพิมพ์ออก เพื่อทำการเพาะเห็ดฟางกองต่อไป โดยเว้นระยะห่างระหว่างกองประมาณ 15 เซนติเมตร จำนวน 18 กอง จากนั้นใช้พลาสติกคลุมแปลงเพาะให้เรียบร้อย และใช้ฟางแห้งคลุมทับบนแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อพรางแสง รักษาความชื้น และอุณหภูมิภายในแปลงเพาะเห็ด เมื่อครบ 3 วัน ทำการถ่ายเทอากาศโดยเปิดพลาสติกคลุมเพื่อระบายอากาศ เอาอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในกะโหลก และกองเพาะเห็ดฟางจะมีเส้นใยเกิดขึ้นมาจากเชื้อของเห็ดฟาง โดยมีลักษณะคล้ายใยแมงมุมหรือปูฝ้ายสีขาว ทำการตัดเส้นใยโดยใช้กระบอกลูกขีดขีดพ่นน้ำเป็นละอองน้ำระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงและเพิ่มความชื้นภายในกองเห็ด

5. วิธีการเก็บดอกเห็ดฟาง

เมื่อเพาะเลี้ยงเห็ดฟางเป็นเวลา 10 วัน ทำการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดฟางโดยใช้มือสอดเข้าไปที่ฐานของดอกเห็ด จากนั้นใช้นิ้วมือทั้ง 5 นิ้ว โดยใช้นิ้วข้อมือบริเวณโคนดอกเห็ดพร้อมกับหมุนไปมาซ้ายขวา ไม่ใช้วิธีดึงเนื่องจากวัสดุเพาะจะติดขึ้นมา ในกรณีที่ดอกเห็ดเกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ให้ดูดอกเห็ดส่วนใหญ่ว่าเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว แต่อาจมีบางส่วนยังโตไม่เต็มที่หรือบางส่วนอาจโตเกินไป ให้ทำการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดพร้อมกันทั้งหมดเพราะถ้าเก็บเฉพาะดอกเห็ดที่โตออกมาจะทำให้ ดอกเห็ดที่เหลือไม่โตและฝ่อตายไป

6. การบันทึกข้อมูลและการประเมินคุณภาพของเห็ด

บันทึกข้อมูลของคุณหนุมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกระโถมทุกระยะการทดลอง น้ำหนักรวมของเห็ดฟาง จำนวนดอกเห็ดฟาง จำนวนเห็ดฟางดอกตูมรูปทรงกระดุม ดอกตูมรูปทรงไข่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเห็ดฟาง แต่ละดอกเห็ดฟาง โดยให้รหัสดังนี้ เส้นผ่าศูนย์กลาง > 3.5 เซนติเมตร รหัสขนาด 1 เห็ดฟางเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-3.5 รหัสขนาด 2 และเห็ดฟางเส้นผ่าศูนย์กลาง < 2.5 เซนติเมตร รหัสขนาด 3 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) ทำการเก็บผลผลิตเห็ดฟางต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 11 วัน

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์หาความแปรปรวนสถิติ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

จากการนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ผลิตจากไส้เดือนดิน (*E. eugeniae*) สายพันธุ์ African Night Crawler โดยให้มูลโคเป็นที่อยู่และอาหารของไส้เดือน พบว่า มีความชื้น 17.67 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 7.48 ค่าการนำไฟฟ้า 2.18 dS/m ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 31.61 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน 1.53 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.60 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 1.18 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 11.95 (Table 1)

Table 1 Chemical properties of cow-manure vermicompost.

Chemical properties	cow-manure vermicompost
Moisture (%)	17.67
pH	7.48
Electrical Conductivity (dS/m)	2.18
Organic Matter (%)	31.61
Nitrogen (%)	1.53
Phosphorus (%)	0.60
Potassium (%)	1.18
C/N ratio	11.95

2. การสร้างเส้นใยและการรวมตัวของเส้นใยของเห็ดฟาง

จากการทดลองของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อการสร้างเส้นใยของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ยระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2559 พบว่า การเจริญเติบโตของเส้นใยทุกอัตราส่วนในเดือนเมษายน 2559 มีการเจริญเติบโตช้าและเส้นใยไม่สามารถเกิดการรวมตัวของเส้นใยเป็นจุดสีขาวขนาดเล็กเป็นระยะหัวเข็มหมุด (Primordia) ได้ เนื่องจากอุณหภูมิภายในกระโจมเห็ดฟาง ประมาณ 38-40 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65-75 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของเส้นใยใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน ในขณะที่การเพาะเห็ดฟางในเดือนมิถุนายน 2559 พบว่า อุณหภูมิภายในกระโจมเห็ดฟาง ประมาณ 35-38 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ทุกอัตราส่วนมีการสร้างเส้นใยเพิ่มขึ้นภายใน 3 วัน (Figure 1A) ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดฟาง ประมาณ 34-38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการตัดเส้นใยเพาะเห็ดฟางหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 วัน เพื่อลดอุณหภูมิภายในกระโจมเห็ดฟางให้ต่ำลงและเพิ่มความชื้นทำการเปิดวัสดุคลุมกองเห็ดออกเพื่อระบายความร้อนและถ่ายเทอากาศภายใน ในวันที่ 9 เส้นใยของเห็ดฟางที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีการรวมตัวของเส้นใยเห็ดฟางเป็นจุดสีขาวขนาดเล็กๆ เป็นระยะหัวเข็มหมุด (Primordia) (Figure 1B) ในขณะที่การเพาะเห็ดฟางที่เสริมด้วยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 0, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการรวมตัวของเส้นใยเห็ดฟางเป็นจุดสีขาวขนาดเล็กๆ เป็นระยะหัวเข็มหมุด (Primordia) วันที่ 10-12 นับจากวันที่เริ่มทำการทดลอง

จากการทดลองในเดือนมิถุนายน 2559 เริ่มเก็บผลผลิตดอกเห็ดฟางโดยเก็บเห็ดฟางดอกตูมในขณะรูปทรงกระดุม (button-shape stage) และระยะรูปทรงไข่ (egg-shape stage) (Figure 1C) ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 23 วัน นับจากวันเริ่มทำการทดลอง เชื้อเห็ดฟางกองที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำการเก็บดอกเห็ดฟางได้เร็วกว่าเชื้อเห็ดฟางกองที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์



Figure 1 Mycelial growth on June 2016 (A) Primordia formation (B) and Fruiting body of paddy straw mushroom development were cultured by short stack (C) for 23 days in June 2016.

3. น้ำหนักรวมของเห็ดฟางและจำนวนดอกรวมของเห็ดฟาง

จากการทดลองผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักรวมและจำนวนดอกรวมของเห็ดฟางในเดือนมิถุนายน 2559 ทำการเก็บผลผลิตเห็ดฟางต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักรวมของดอกเห็ดฟางเฉลี่ยสูงสุดคือ 444.06 กรัมต่อกอง และจำนวน

ดอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 36.67 ดอกต่อกอง รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20, 0, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักรวมของดอกเห็ดฟางเฉลี่ยเท่ากับ 396.81, 144.18, 90.90, 43.84 และ 12.52 กรัมต่อกอง ตามลำดับ และจำนวนดอกรวมเฉลี่ยเท่ากับ 33.67, 18.33, 5.33, 3.33 และ 0.67 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Table 2 Efficiency of different vermicompost concentrations on yield of fruiting body and number of fruiting body of paddy straw mushroom cultured by short stack.

Vermicompost concentration (%)	Yield of fruiting body (g/stack)	No. fruiting body/ stack
0 (control)	144.18±93.34b	18.33±13.05b
20	396.81±143.29a	33.67±7.09a
40	444.01±88.23a	36.67±8.08a
60	90.90±92.90b	5.33±6.11bc
80	43.84±75.93b	3.33±5.77c
100	12.52±21.69b	0.67±1.15c
F-test	*	*
CV (%)	23.85	23.42

Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at $p < 0.05$. Each value is expressed as mean±standard deviation (SD), $n=3$.

4. ลักษณะดอกเห็ดฟาง

จากการทดลองผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อจำนวนดอกตูมรูปทรงกระดุม และจำนวนดอกตูมรูปทรงไข่ของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย ทำการเก็บผลผลิตเห็ดฟางต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนดอกตูมรูปทรงกระดุมเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.67 ดอกต่อกอง จำนวนดอกตูมรูปทรงไข่เฉลี่ยสูงสุด 32.00 ดอกต่อกอง รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20, 0, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนดอกตูมรูปทรงกระดุมเฉลี่ยเท่ากับ 4.67, 2.33, 0.67, 0.67, 2.67 และ 0.67 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่จำนวนดอกตูมรูปทรงไข่เฉลี่ยเท่ากับ 29.00, 16.00, 4.67, 2.67 และ 0.67 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกตูมรูปทรงไข่พบมากที่สุดเท่ากับ 91.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ 87.18, 85.61, 61.11, 33.33 และ 26.67 ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ดอกตูมรูปทรงกระดุมพบมากที่สุดเท่ากับ 14.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ 12.82, 8.21, 6.67, 5.55 และ 0.00 ตามลำดับซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 3 Efficiency of different vermicompost concentrations on number of button-shape stage, number of egg-shape stage, Percentage of button-shape stage and Percentage of egg-shape stage of paddy straw mushroom cultured by short stack.

Vermicompost concentration (%)	No. of button-shape stage/stack	No. of egg-shape stage/stack	Percentage of button-shape stage/stack (%)	Percentage of egg-shape stage / stack (%)
0	2.33±3.21ab	16.00±10.00b	8.21±9.59	91.79±9.59a
20	4.67±0.58a	29.00±7.21a	14.39±4.23	85.61±4.23a
40	4.67±1.15a	32.00±7.21a	12.82±2.01	87.18±2.01a
60	0.67±1.15ab	4.67±5.03bc	5.55±9.62	61.11±53.58ab
80	0.67±1.54ab	2.67±4.61c	6.67±11.54	26.67±46.19b
100	0.00±0.00b	0.67±1.15c	0.00±0.00	33.33±57.74b
F-test	*	*	ns	*
CV (%)	25.65	23.33	23.74	15.21

Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at $p < 0.05$. Each value is expressed as mean±standard deviation (SD), $n=3$.

5. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเห็ดฟาง

จากการทดลองผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่ต่างกันต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเห็ดฟาง ทำการเก็บผลผลิตเห็ดฟางต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเส้นผ่าศูนย์กลาง > 3.5 เซนติเมตร รหัสขนาด 1 เฉลี่ยสูงสุด 3.33 ดอกต่อกอง รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40, 60, 80, 0 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเฉลี่ยเท่ากับ 3.00, 1.00, 0.67, 0.67 และ 0.00 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 4)

ในขณะที่เห็ดฟางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-3.5 เซนติเมตร รหัสขนาด 2 พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเฉลี่ยสูงสุด 27.33 ดอกต่อกอง รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20, 0, 60, 80, และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเฉลี่ยเท่ากับ 22.33, 9.00, 3.33, 2.00 และ 0.67 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 4) สำหรับเห็ดฟางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง < 2.5 เซนติเมตร รหัสขนาด 3 พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเฉลี่ยสูงสุด 8.67 ดอกต่อกอง รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 0, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ดอกเห็ดฟางเฉลี่ยเท่ากับ 8.00, 6.33, 1.00, 0.67, และ 0.00 ดอกต่อกอง ตามลำดับ (Table 4) ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในปริมาณที่ต่างกันต่อคุณภาพของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย พบว่า การเพาะเห็ดฟางในเดือนเมษายน 2559 อุณหภูมิภายในกองเห็ดฟาง ประมาณ 38-40 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เส้นใยมีการเจริญเติบโตช้า ในขณะที่การเพาะเห็ดฟางในเดือนมิถุนายน 2559 พบว่า อุณหภูมิภายในกองเห็ดฟาง ประมาณ 35-38 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ทุกอัตราส่วนมีการสร้างเส้นใยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการงอกของสปอร์และการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดฟาง ประมาณ 34-38 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสะสมอาหารเส้นใย (หลังจากโรยเชื้อเห็ดประมาณ 5-8 วัน) เนื่องจากน้ำมีความจำเป็นอย่างมากต่อขบวนการต่างๆ และ

รักษาสภาพอุณหภูมิภายในเซลล์หรือระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ของเห็ดฟาง โดยน้ำจะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ดังนั้นเห็ดฟางจึงต้องการความชื้นค่อนข้างสูงทุกระยะการเจริญเติบโต สำหรับความชื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและออกดอกตลอดทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิตของเห็ดฟางมี 2 อย่างด้วยกัน คือ ความชื้นในวัสดุเพาะและความชื้นสัมพัทธ์หรือความชื้นในอากาศ ดังนั้นการเพาะเห็ดฟางต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (ไพโรจน์, 2553) นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแล้วการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพิ่มเข้าไปจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตเห็ดได้ สำหรับธาตุอาหารหลักสำคัญที่เห็ดต้องใช้ในการเจริญ ได้แก่ คาร์บอนและไนโตรเจนซึ่งมีความจำเป็นในแต่ละช่วงของการเจริญแตกต่างกันโดยทั่วไปเห็ดต้องการธาตุไนโตรเจนในรูปของอินทรีย์สารซึ่งสามารถดูดซึมจากวัสดุเพาะที่เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนจากสมมติฐานของ Royse (2002) กล่าวว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีความสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาและการผลิตเห็ด *Pleurotus cornucopiae* เมื่อพิจารณาค่า C/N ratio ของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน พบว่า มีค่าสูงเนื่องจากวัสดุเพาะมีธาตุคาร์บอนสูงแต่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ การเติมอาหารเสริมที่เป็นแหล่งไนโตรเจนในวัสดุเพาะจะเป็นการเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้เพียงพอต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดและดอกเห็ด ดังนั้นธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจึงมีปริมาณเพียงพอต่อการเจริญของเห็ดฟาง จากผลการทดลองการเสริมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าส่งผลให้การสร้างเส้นใย การรวมตัวของเส้นใยของเห็ดฟางได้เร็วและให้ผลผลิตสูงกว่าเชื้อเห็ดฟางกองที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ De la Fuente and Gordillo (2002) ศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเชื้อ ส่งผลทำให้ผลผลิตของเห็ดนางฟ้า *Pleurotus ostreatus* และ *P. pulmonarius* น้อยลง ในขณะที่ Ukoima *et al.* (2009) ศึกษาผลของการใช้อาหารเสริมอื่นๆ และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสำหรับวัสดุเพาะเห็ดฟางที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง พบว่า การใช้ทะเลสาบปาล์ม แกลบ รำ แคลเซียมคาร์บอเนต ซีลีเนียม และน้ำตาล ส่งผลต่อผลผลิตเห็ดฟางแตกต่างกัน ทั้งนี้การใช้อาหารเสริมหลายชนิดส่งผลทำให้ระยะเวลาในการให้ผลผลิตนานขึ้น ต่อมา Ahlawat *et al.* (2011) และ Singh and Singh (2012) ได้รายงานการใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันในการผลิตเห็ดฟาง ได้แก่ ฟาง ข้าว เศษกะหล่ำปลี เศษฝ้ายและฟางข้าวสาลี พบว่า การใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันส่งผลต่อความชื้น อุณหภูมิ การรวมตัวของเส้นใยเห็ดฟาง ระยะเวลาการเกิดดอกเห็ดฟางและผลผลิตแตกต่างกัน

ดังนั้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเสริมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตของเห็ดฟางและจำนวนดอกต่อกองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเสริมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ในวัสดุเพาะเห็ดฟางส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีปริมาณสูงขึ้น จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยผลผลิตของเห็ดฟาง จำนวนดอกต่อกอง และจำนวนดอกต่อมูรูปร่างทรงไข่เพิ่มสูงขึ้น

Table 4 Efficiency of different vermicompost concentrations on quality of paddy straw mushroom cultured by short stack.

Vermicompost concentration (%)	No. of Size 1 (>3.5 cm)	Percentage of Size1 (>3.5 cm)	No. of Size 2 (2.5-3.5 cm)	Percentage of Size 2 (2.5-3.5 cm)	No. of Size 3 (>3.5 cm.)	Percentage of Size 3 (>3.5 cm)
0	0.67±1.15bc	3.92±3.92	9.00±7.00b	45.42±10.58	8.67±6.43a	50.65±15.70a
20	3.33±1.53a	10.93±7.40	22.33±10.69a	64.05±18.49	8.00±4.00a	25.02±13.13b
40	3.00±1.73ab	7.73±3.67	27.33±2.89a	75.98±9.90	6.33±4.16ab	16.29±7.64bc
60	1.00±1.00bc	19.44±26.79	3.33±4.16b	38.89±34.40	1.00±1.73b	8.33 ±14.43bc
80	0.67±1.15bc	6.67±11.54	2.00±3.46b	20.00±34.64	0.67±1.15b	6.67±11.55bc
100	0.00±0.00c	0.00±0.00	0.67±1.15b	33.33±57.73	0.00±0.00b	0.00±0.00c
F-test	*	NS	*	NS	*	*
CV (%)	26.97	35.89	25.66	16.99	27.66	26.11

Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at $p < 0.05$. Each value is expressed as mean±standard deviation (SD), $n=3$.

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2559 พบว่า ในเดือนเมษายน 2559 คุณหมักและความชื้นมีผลต่อการสร้างเส้นใยและการรวมตัวของเส้นใย (Primordia) โดยการเพาะแบบกองเตี้ย ส่งผลให้การเจริญเติบโตของเส้นใยทุกอัตราส่วนมีการเจริญเติบโตช้าและเส้นใยไม่สามารถเกิดการรวมตัวของเส้นใยเป็นจุดสีขาวขนาดเล็ก ในขณะที่ประสิทธิภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพของเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ยในเดือนมิถุนายน 2559 เชื้อเห็ดฟางกองที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตดอกเห็ดฟางได้ก่อนเมื่อเทียบกับทุกอัตราส่วน ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้นำหนักรวมของดอกเห็ดฟาง จำนวนดอกเห็ดฟาง และจำนวนดอกตูมรูปทรงไข่สูงสุด สำหรับการศึกษานี้ครั้งต่อไปวิเคราะห์ปริมาณสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะร่วมกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารต่อผลผลิตของเห็ดฟาง และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดมูลไส้เดือนต่อคุณภาพและการเพิ่มผลผลิตของเห็ดฟาง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ได้อุดหนุนทุนวิจัยจากโครงการวิจัย นวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ 2559 รหัสโครงการ R2559A041

เอกสารอ้างอิง

- ไพโรจน์ ตันศิริศิลป์. 2553. การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย. เกษตรสยามบุ๊ค. กรุงเทพฯ. 104 น.
- ภาณุพงศ์ เลิศลีลาภูษิต. 2556. คู่มือเห็ดฟาง. เกษตรสยาม. กรุงเทพฯ. 128 น.
- ศุภวรรณ ใจแสน. 2553. คู่มือการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนเงินล้าน. บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ, 96.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. มาตรฐานสินค้าเกษตรเห็ดฟาง. แหล่งที่มา: <http://www.acfs.go.th/standard/download/STRAW-MUSHROOM.pdf>, 19 มิถุนายน 2559.
- อานัฐ ตันโช. 2549. การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- Ahlawat, O. P., R. Singh and S. Kumar. 2011. Evaluation of *Volvariella volvacea* strains for yield and diseases/insect-pests resistance using composted substrate of paddy straw and cotton mill wastes. *Indian J. Microbiol.* 51(2):200–205.
- De la Fuente, M. and R. M. Gordillo. 2002. Developing technology to grow mushrooms from recycled urban waste and food scraps-paper wastes (vermicompost). Available online at <http://www.calrecycle.ca.gov/organics/farming/agdemos/Mushroom/MushPoster.pdf>, 20th January 2017.
- Orozco, S.H., J., Cegarra, L.M., Trujillo and A. Roig. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biol Fert Soil.* 22(1): 162-166.
- Royse, D.J. 2002. Influence of spawn rate and commercial delayed release nutrient levels on *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) yield, size, and time to production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 58: 527–531.
- Singh K.P., and S. Singh. 2012. Effect of different substrates on yield parameters of paddy straw mushroom under natural conditions. *Crop Res.* 43(1, 2 & 3): 289-292.
- Ukoima, H.N., L.O. Ogbonnaya, G.E. Arikpo and F.N. Ikpe. 2009. Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on various farm wastes in Obubra Local Government of Cross River State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition.* 8 (7): 1059-1061.