

ผลของสัดส่วนวัสดุเพาะต่อการเจริญและผลผลิตของเห็ดมิลค์กี้

Effects of substrate proportion on growth and yield of milky mushroom (*Calocybe indica*)

ปณณวิชญ์ เย็นจิตต์^{1*}, นพดล ชุ่มอินทร์¹, สุกัญญา สุจริยา¹ และ ศรัณยา เพ่งผล¹

Punnawich Yenjit^{1*}, Noppadol Chumin¹, Sukanya Sujariya¹, and Sarunya Pengphol¹

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

¹ Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, NakhonSawan 60000

บทคัดย่อ: เห็ดมิลค์กี้เป็นเห็ดขนาดใหญ่ที่สามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย แต่เห็ดมิลค์กี้มีการเจริญช้า จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสูตรอาหารเพาะให้ส่งเสริมการเจริญของเชื้อเห็ดมิลค์กี้ ผลการทดลองในขวดหัวเชื้อ พบว่าสูตร 7 (เมล็ดข้าวฟ่าง 75 กรัม + เมล็ดข้าวเปลือก 25 กรัม + กลูโคส 1 กรัม) และสูตร 6 (เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม + กลูโคส 1 กรัม) มีการเจริญครอบคลุมวัสดุเพาะได้เร็วกว่าสูตร 1 (เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม) ที่ใช้กันทั่วไป การขยายเชื้อเห็ดมิลค์กี้ในถุงพลาสติกพบว่าสูตร 7 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับประรดป่น 20% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%) และสูตร 2 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับประรดป่น 20% + รำข้าว 10%) ที่ผสมกับต้นสับประรดป่น 20% ทำให้เส้นใยของเชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญเป็นตุ่มดอกได้เร็วกว่าสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% + รำข้าว 10%) และทำให้ผลผลิตเห็ดมิลค์กี้ในสูตร 7 (229.40 กรัม/กระถาง) และสูตร 2 (190.90 กรัม/กระถาง) มากกว่าสูตร 1 (135.70 กรัม/กระถาง) สำหรับสัดส่วนของฟางข้าวและต้นสับประรดสับต่อผลผลิตเห็ดในถุงปลูก พบว่าการใช้ฟางข้าว 75% ผสมต้นสับประรดสับ 25% ให้ผลผลิตเห็ดมิลค์กี้มากที่สุดที่ 354.33 กรัม/ถุงปลูก รองลงมาคือฟางข้าว 100% และฟางข้าว 50% ผสมต้นสับประรด 50% ที่ให้ผลผลิตเห็ด เท่ากับ 194.33 และ 156.67 กรัม/ถุงปลูก ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

คำสำคัญ: สัดส่วนวัสดุเพาะ; เห็ดมิลค์กี้; วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร; อาหารเสริมเห็ด; การผลิตเห็ดมิลค์กี้

ABSTRACT: Milky mushroom is a large mushroom that can be grown in every region of Thailand, but milky mushroom has a slow growth. This experiment aimed to improve the cultured formulas of milky mushroom for promoting growth. The results in mother spawn bottle showed that the formula 7 (75 g of sorghum grains + 25 g of paddy grains + 1 g of glucose) and formula 6 (100 g of sorghum grains + 1 g of glucose) had the faster colonization on substrate than that of the commonly used formula 1 (100 g of sorghum grains). The spawn run of milky mushroom in plastic bags found that the formula 7 (70% of rubber sawdust + 20% of crushed pineapple stem + 5% of rice bran + 5% of soybean residue) and formula 2 (70% of rubber sawdust + 20% g of crushed pineapple stem + 10% of rice bran) mixed with the 20% of crushed pineapple stem had the mycelium growth of milky mushroom to be pin head faster than formula 1 (90% of rubber sawdust + 10% of rice bran). The first harvest yields of milky mushrooms in formulas 7 (229.40 g/pot) and 2 (190.90 g/pot) were more than formula 1 (135.70 g/pot). Additionally, the proportion of chopped straw and pineapple stem to mushroom yield showed that using the 75% straw mixed with 25% pineapple stem provided the most yield of milky mushroom at 354.33 g/bag. The lower treatments were 100% rice straw and 50% rice straw mixed with 50% pineapple stem proportions with the mushroom yields of 194.33 and 156.67 g/bag, respectively, which had a significant difference ($P<0.01$).

Keywords: substrate proportion; milky mushroom; agricultural wastes; mushroom supplements; mushroom production

* Corresponding author: punnawich.yenjit@gmail.com

Received: date; January 14, 2021 Accepted: date; June 9, 2021 Published: date; December 5, 2021

บทนำ

เห็ดมิลค์กี้ (milky mushroom) เป็นเห็ดขนาดใหญ่สายพันธุ์หนึ่งที่ถูกพัฒนาให้ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย มีสัดส่วนของโปรตีนมาก มีแร่ธาตุ (P, K, Ca, Ir, Zn) และวิตามิน (B2, E, A, C) ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ มีสารเบต้ากลูแคน ซึ่งเป็นสารช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้ต้านการกลายพันธุ์ของยีน ช่วยต้านการเกิดเซลล์มะเร็งและต้านการเกิดเนื้องอก มีสารกลูต้าไทโอนช่วยบำรุงตับให้ขจัดสารพิษออกจากร่างกาย และเนื่องจากเห็ดมิลค์กี้ให้ผลผลิตมากและอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน จึงมีบทบาทสำคัญในการตอบสนองความต้องการของตลาด สำหรับธาตุอาหารสำคัญที่เห็ดจำเป็นต้องได้รับเพื่อใช้ในการเจริญ ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียม กำมะถัน แคลเซียม แมกนีเซียม และวิตามิน ความสำคัญของธาตุอาหารเหล่านี้เกี่ยวเนื่องโดยตรงกับการเลือกสรรวัสดุที่จะนำมาใช้เพาะเห็ด และไม่ว่าจะใช้วัสดุชนิดใดก็ควรให้มีธาตุอาหารสำคัญอย่างครบถ้วน ดังนี้ 1) คาร์บอน ใช้ในการเจริญ โดยเฉพาะการสร้างเซลล์ที่เป็นโครงสร้างของเห็ด เป็นแหล่งพลังงานแก่เห็ด วัสดุเพาะที่พบ เช่น ฟางข้าว ชี้เลื่อยไม้ยางพารา ขานอ้อย ชังข้าวโพด เปลือกถั่วเขียว เปลือกมัน ฯลฯ 2) ไนโตรเจน ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน เพื่อดูดซึมในรูปอินทรีย์สาร วัสดุเพาะที่พบ เช่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง ใบกระถิน ฯลฯ 3) ธาตุอาหารที่ใช้ในปริมาณเล็กน้อย เช่น ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียม กำมะถัน แคลเซียม แมกนีเซียม นิยมเสริมด้วย ปูนขาว ดินเกลือ และ 4) วิตามิน เสริมสร้างการเจริญของเส้นใยและดอกเห็ด เช่น วิตามินบี 1 ฯลฯ (ณัฐภูมิและคมสัน, 2552) โดยเชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่ประกอบด้วยแหล่งคาร์บอน (C) 1% และไนโตรเจน (N) 0.25% มีความต้องการความเป็นกรดต่ำ (pH) ในการเพาะเลี้ยงอยู่ในช่วง 5.5-8.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใยและการผลิตเห็ดประมาณ 30 - 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 80-85% (Subbiah and Balan, 2015) แต่การผลิตเห็ดในบางจังหวัดประสบกับปัญหาด้านทุนการผลิตที่เกิดจากชี้เลื่อยไม้ยางพาราที่อยู่ห่างไกลและราคาสูงขึ้น (นันท์นิ และศิริกานต์, 2554) จึงควรศึกษาการใช้วัสดุทางการเกษตรอื่นมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อลดต้นทุนการผลิต ซึ่งประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้เพาะเห็ด ได้แก่ ข้าวเปลือก ฟางข้าว ต้นสับปะรด เปลือกถั่วเขียว และกากถั่ว เป็นต้น Sint and Moe (2017) พบว่าเชื้อเห็ดมิลค์กี้ใช้เวลาในการเจริญจนเต็มขวดเมล็ดข้าวเปลือกที่ 28 วัน Vijaykumar et al. (2014) ใช้ฟางข้าวเพาะเห็ดมิลค์กี้ให้ผลผลิตมากกว่าเปลือกถั่วเหลือง เปลือกมะพร้าว เศษฝ้าย และขานอ้อย ส่วนรัฐพล และคณะ (2560) รายงานว่าการเสริมกากถั่วเหลืองในวัสดุเพาะทำให้เส้นใยเป็นตุ่มดอกเร็วขึ้นและให้น้ำหนักดอกเห็ดมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่เติมกากถั่วเหลือง และกาญจน์เจริญ (2561) รายงานว่าการใส่รำข้าว 10-20% ทำให้ได้ผลผลิตเห็ดมิลค์กี้มากกว่าการใส่รำข้าว 5% นอกจากนี้ Josephine and Sahana (2014) รายงานว่าฟางข้าวมีเฮมิเซลลูโลส (26%) เซลลูโลส (33%) และโปรตีน (3.44%) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญในการเพาะเห็ด ส่วนปรีชาและคณะ (2542) รายงานว่าส่วนประกอบทางเคมีของต้นสับปะรด มีโปรตีน 6.30% เฮมิเซลลูโลส 53.90% และเซลลูโลส 30.80% ซึ่งต้นสับปะรดมีโปรตีนมากกว่าฟางข้าว ขณะที่ในชี้เลื่อยไม้ยางพารา มีปริมาณคาร์บอน 59.74% ไนโตรเจน 0.08% ฟอสฟอรัส 0.07% โพแทสเซียม 0.32% และแคลเซียม 1.23% (วรรณ, 2546) ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์จะศึกษาผลของสูตรอาหารเพาะเห็ดที่ประกอบด้วยวัสดุเพาะและอาหารเสริมแตกต่างกันต่อการเจริญและผลผลิตเห็ดมิลค์กี้

วิธีการศึกษา

ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญของเชื้อเห็ดมิลค์กี้ในขวดหัวเชื้อ

แยกเชื้อเห็ดมิลค์กี้จากเนื้อเยื่อดอกเห็ดให้บริสุทธิ์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) และเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำเมล็ดข้าวฟ่างและเมล็ดข้าวเปลือกมาแช่น้ำไว้ 12-18 ชั่วโมง และนำมาต้มให้สุก แล้วผึ่งให้หมาดจึงนำมาใส่ขวดแก้ว ดังนี้ คือ สูตร 1 : เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม สูตร 2 : เมล็ดข้าวฟ่าง 75 กรัม และเมล็ดข้าวเปลือก 25 กรัม สูตร 3 : เมล็ดข้าวฟ่าง 50 กรัม และเมล็ดข้าวเปลือก 50 กรัม สูตร 4 : เมล็ดข้าวฟ่าง 25 กรัม และเมล็ดข้าวเปลือก 75 กรัม สูตร 5 : เมล็ดข้าวเปลือก 100 กรัม สูตร 6 : เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม สูตร 7 : เมล็ดข้าวฟ่าง 75 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก 25 กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม สูตร 8 : เมล็ดข้าวฟ่าง 50 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก 50 กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม สูตร 9 : เมล็ดข้าวฟ่าง 25 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก 75 กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม สูตร 10 : เมล็ดข้าวเปลือก 100

กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) จำนวน 5 ซ้ำ และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยจะใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เมื่อวัสดุเพาะมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส จึงทำการตัดชิ้นวันอาหาร PDA ที่มีเส้นใยเชื้อเห็ดมิลค์กี้ อายุ 7 วัน ด้วยเข็มเย็บให้มีขนาด 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้น ใส่ลงในขวด (ขนาด 325 มิลลิลิตร) ที่มีสูตรอาหารต่างกันและมีวัสดุเพาะสูงประมาณ 10-14 เซนติเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 องศาเซลเซียส) บันทึกระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะ

ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญของเชื้อเห็ดมิลค์กี้ในก้อนเชื้อเห็ด

ทำการบดต้นสับปรดด้วยเครื่องตีปั่นและตากให้แห้ง และทำการบดกากถั่วเหลืองให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (blender) จากนั้นนำมาผสมกับวัสดุเพาะอื่น ดังนี้ สูตร 1 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% และรำข้าว 10% สูตร 2 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% ต้นสับปรดปน 20% และรำข้าว 10%, สูตร 3 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 45% ต้นสับปรดปน 45% และรำข้าว 10%, สูตร 4 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 20% ต้นสับปรดปน 70% และรำข้าว 10%, สูตร 5 : ต้นสับปรดปน 90% และรำข้าว 10%, สูตร 6 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% รำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองปน 5%, สูตร 7 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% ต้นสับปรดปน 20% รำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองปน 5% สูตร 8 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 45% ต้นสับปรดปน 45% รำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองปน 5%, สูตร 9 : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 20% ต้นสับปรดปน 70% รำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองปน 5%, สูตร 10 : ต้นสับปรดปน 90% รำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองปน 5% วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ จำนวน 5 ซ้ำ คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน ปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้มีค่าเท่ากับ 7.0 ด้วยปูนขาว แล้วเติมน้ำให้ได้ความชื้น 70% จึงนำมาอัดก้อนให้ได้ก้อนละ 1 กิโลกรัม และนำมานึ่งฆ่าเชื้อด้วยตู้นึ่งเห็ดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้ถูงอาหารเห็ดเย็นลง นำหัวเชื้อเห็ดมิลค์กี้ อายุ 12 วัน ที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง มาหยอดลงในก้อนเชื้อ จำนวน 25 เมล็ด/ถูง และนำก้อนเชื้อเห็ดไปบ่มไว้ในโรงเรือน (28 ± 2 องศาเซลเซียส) ทำการจดบันทึกระยะเวลาที่เชื้อเจริญเต็มวัสดุเพาะ เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถูงจึงนำก้อนเชื้อเห็ดมิลค์กี้ไปกลบผิวหน้าก้อน (casing) โดยนำก้อนเชื้อเห็ดมากรีดถูงพลาสติกครึ่งบนของถูงออกแล้วนำก้อนเชื้อมาใส่ในกระถางขนาด 12 นิ้ว จำนวน 2 ถูง/กระถาง แล้วนำดินผสมซึ่งประกอบด้วยดินร่วน ขุยมะพร้าว ปุ๋ยคอกถ่านกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 มากลบก้อนเชื้อเห็ดโดยรอบ ส่วนด้านบนใช้ดินผสมกลบหนา 2 เซนติเมตร หลังจากนั้นพ่นน้ำให้ดินผสมที่กลบก้อนเชื้อมีความชื้นเพียงพอและนำกระถางไปไว้ในโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 80% วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ จำนวน 5 ซ้ำ ทำการจดบันทึกระยะเวลาที่เชื้อเริ่มเกิดตุ่มดอกและนำหนักดอกเห็ดมิลค์กี้รุ่นแรกต่อกระถาง (กาญจน์เจริญ, 2561)

ศึกษาผลของสัดส่วนวัสดุเพาะต่อผลผลิตของเห็ดมิลค์กี้ในถูงปลูก

เพาะเห็ดมิลค์กี้ในถูงพลาสติก (ขนาด 9×13 นิ้ว) ตามกรรมวิธีของ Subbiah and Balan (2015) โดยทำการสับฟางข้าวและต้นสับปรด (ขนาด 2 – 4 เซนติเมตร) นำมาแช่น้ำ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ปรับค่า pH ให้มีค่า 7.0 และนำมาผึ่งให้มีความชื้น 70% ทำการผสมวัสดุเพาะ ดังนี้ สูตรที่ 1 ฟางข้าว 100%, สูตรที่ 2 ฟางข้าวสับ 75% ผสมกับต้นสับปรดสับ 25%, สูตรที่ 3 ฟางข้าวสับ 50% ผสมกับต้นสับปรดสับ 50%, สูตรที่ 4 ฟางข้าวสับ 25% ผสมกับต้นสับปรดสับ 75% และสูตรที่ 5 ต้นสับปรดปน 100% ใส่วัสดุเพาะถูงละ 500 กรัม (น้ำหนักแห้ง) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ จำนวน 5 ซ้ำ ทำการมัดปากถูงแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยตู้นึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิวัสดุเพาะประมาณ 45 องศาเซลเซียสให้นำหัวเชื้อเห็ดมิลค์กี้ที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างมาโรยในปริมาณ 1 ขวด/ถูงปลูก และมัดปากถูง จากนั้นทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 องศาเซลเซียส) ในที่มีดเป็นเวลา 7 วัน จึงใช้เข็มเจาะบริเวณปากถูงจำนวน 30 ครั้ง และเมื่อเชื้อเจริญเต็มถูงแล้วจึงนำดินร่วนผสมปูนขาว (CaCO_3) ปริมาณ 3.5% ใส่ด้านบนถูงเชื้อเห็ดมิลค์กี้ให้หนา 2 เซนติเมตร และเปิดดอกในโรงเรือนที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80% เป็นเวลา 14 วัน จึงทำการจดบันทึกระยะเวลาที่เชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญเต็มวัสดุเพาะนำหนักดอกเห็ดต่อถูง และคำนวณประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักสดดอกเห็ด}}{\text{น้ำหนักแห้งวัสดุเพาะ}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสถิติ Sirichai_6 (ปณณวิญญู และคณะ 2561)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดมิลค์กี้ในขวดหัวเชื้อ

การผลิตหัวเชื้อเห็ดมิลค์กี้โดยใช้สัดส่วนวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน พบว่า สูตร 6 (เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม และกลูโคส 1 กรัม) สูตร 7 (เมล็ดข้าวฟ่าง 75 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก 25 กรัม และกลูโคส 1 กรัม) สูตร 2 (เมล็ดข้าวฟ่าง 75 กรัม และเมล็ดข้าวเปลือก 25 กรัม) และสูตร 1 (เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม) ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์กี้ใช้เวลาเจริญเต็มวัสดุเพาะ เท่ากับ 10.85, 10.02, 11.79 และ 11.63 วัน ซึ่งรวดเร็วกว่าสูตร 9 (เมล็ดข้าวฟ่าง 25 กรัม เมล็ดข้าวเปลือก 75 กรัม และกลูโคส 1 กรัม) สูตร 4 (เมล็ดข้าวฟ่าง 25 กรัม และเมล็ดข้าวเปลือก 75 กรัม) สูตร 10 (เมล็ดข้าวเปลือก 100 กรัม และน้ำตาลกลูโคส 1 กรัม) และสูตร 5 (เมล็ดข้าวเปลือก 100 กรัม) ที่มีเวลาการเจริญเต็มวัสดุเพาะ เท่ากับ 13.00, 13.84, 14.75 และ 15.13 วัน ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1 และ Figure 1) การเพิ่มสัดส่วนเมล็ดข้าวเปลือกทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดมิลค์กี้ช้าลง เนื่องจากในเมล็ดข้าวฟ่างมีน้ำตาลและโปรตีนสูงกว่าในเมล็ดข้าวเปลือก (Kent 1983) และ Sint and Moe (2017) รายงานว่าเชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญจนเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่างใช้เวลาประมาณ 12-18 วัน ในการทดลองนี้อาหารสูตร 6 และ 7 ที่ผสมน้ำตาลกลูโคส 1% ของวัสดุเพาะ ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญได้เร็วขึ้น 10.85 และ 10.02 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Katiyar et al. (2018) ที่พบว่าน้ำตาลกลูโคส 1% ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์กี้เจริญเร็วกว่าการเสริมน้ำตาลแลคโตสและมอลโทส ส่วน Srivastava (2015) ได้ทำการศึกษาการเจริญของเห็ดมิลค์กี้สองสายพันธุ์ *Calocybe indica* APK-2 และ CI-14 ในน้ำตาลสี่ชนิด ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส มอลโทส และซูโครส ผสมในเมล็ดข้าวสาลี และในเมล็ดข้าวสาลีที่ไม่มีน้ำตาล พบการเจริญสูงสุดในกรรมวิธีที่ผสมกลูโคส 1% ในสายพันธุ์ APK-2 รองลงมาคือในน้ำตาลมอลโทส

Table 1 Effect of cultured formulas on the mother swan growth of Milky mushroom

Treatments	Fully growth time on substrates (days)
Formula 1: sorghum grains 100 g	11.63 ^b
Formula 2: sorghum grains 75 g + paddy grains 25 g	11.79 ^b
Formula 3: sorghum grains 50 g + paddy grains 50 g	12.63 ^{bc}
Formula 4: sorghum grains 25 g + paddy grains 75 g	13.84 ^d
Formula 5: paddy grains 100 g	15.13 ^e
formula 6: sorghum grains 100 g + glucose 1 g	10.85 ^a
Formula 7: sorghum grains 75 g + paddy grains 25 g + glucose 1 g	10.02 ^a
Formula 8: sorghum grains 50 g + paddy grains 50 g + glucose 1 g	11.98 ^b
Formula 9: sorghum grains 25 g + paddy grains 75 g + glucose 1 g	13.00 ^c
Formula 10: paddy grains 100 g + glucose 1 g	14.75 ^d
F-test	**
CV (%)	5.31

** = Significant difference at $P \leq 0.01$

Mean values within the same columns followed by the different superscript letters are significantly different according to the Duncan's new multiple range test ($P < 0.01$)

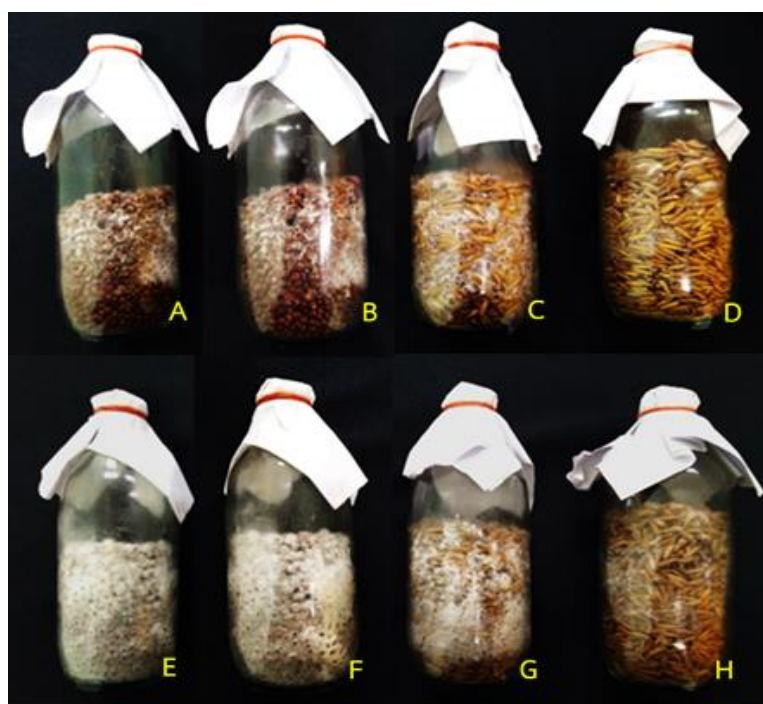


Figure 1 Mother swan growth of milky mushroom on cultured formulas, A = sorghum grains 100 g, B = sorghum grains 75 g + paddy grains 25 g, C = sorghum grains 50 g + paddy grains 50 g, D = paddy grains 100 g, E = sorghum grains 100 g + glucose 1 g, F = sorghum grains 75 g + paddy grains 25 g + glucose 1 g, G = sorghum grains 50 g + paddy grains 50 g + glucose 1 g, H = paddy grains 100 g + glucose 1 g

ผลของสูตรอาหารเพาะที่ต่างกันต่อการเจริญของเชื้อเห็ดมิลค์ก้ในถุงก้อนเชื้อเห็ด

การทดลองใช้สูตรอาหารเพาะเห็ดมิลค์ก้ที่ต่างกัน พบว่า สูตร 7 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับปะรดป่น 20% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%), สูตร 2 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับปะรดป่น 20% + รำข้าว 10%) และสูตร 6 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%) ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เจริญเต็มวัสดุเพาะที่ 30.75, 31.42 และ 34.14 วัน ซึ่งเร็วกว่าสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% + รำข้าว 10%), สูตร 8 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 45% + ต้นสับปะรดป่น 45% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%), สูตร 9 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 20% + ต้นสับปะรดป่น 70% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%) และสูตร 4 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 20% + ต้นสับปะรดป่น 70% + รำข้าว 10%) ซึ่งทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เจริญเต็มวัสดุเพาะที่ 40.58, 47.08, 54.25 และ 58.94 วัน ตามลำดับ ในขณะที่สูตร 5 (ต้นสับปะรดป่น 90% + รำข้าว 10%) ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เจริญเต็มวัสดุเพาะช้าสุดที่ 81.58 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2 และ Figure 2) ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ต้นสับปะรดป่นผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราในสัดส่วน 20% ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เจริญเร็วขึ้น Zainuddin et al. (2014) พบว่าในต้นสับปะรดมีโปรตีน (2.3-4.0%) สูงกว่าขี้เลื่อยไม้ยางพารา (0.25%) จึงมีส่วนช่วยส่งเสริมการเจริญและให้น้ำหนักเห็ดมากขึ้น ส่วนจารูภา และคณะ (2555) รายงานการใช้กากใบสับปะรดผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราในสัดส่วน 20% ทำให้เส้นใยเห็ดมิลค์ก้มีลักษณะหนาแน่นกว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100%

นอกจากนี้หลังจากนำถุงก้อนเชื้อเห็ดมิลค์ก้มาเปิดดอกในกระถาง พบว่า สูตร 7 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับปะรดป่น 20% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%) ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เกิดตุ่มดอกเร็วสุดที่ 14.96 วัน และน้ำหนักเห็ดดอกแรกมากที่สุดที่ 229.40 กรัม รองลงมาคือสูตร 2 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับปะรดป่น 20% + รำข้าว 10%) และสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 90% + รำข้าว 10%) ซึ่งทำให้เชื้อเห็ดมิลค์ก้เกิดตุ่มดอกที่ 15.25 และ 19.47 วัน และมีน้ำหนักเห็ดในการเก็บครั้งแรก เท่ากับ 190.90 และ 135.70 กรัม ในขณะที่สูตร 5 (ต้นสับปะรดป่น 90% + รำข้าว 10%) เกิดตุ่มดอกช้าสุดที่ 35.70 วัน และมีน้ำหนักเห็ดดอกแรกน้อยสุดที่ 70.23 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) รัฐพล และคณะ (2560) พบว่าการผสมกากถั่วเหลืองป่นในวัสดุเพาะทำให้เส้นใยเป็นตุ่มดอกเร็วขึ้นและให้น้ำหนักดอกเห็ดมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่มีกากถั่วเหลือง และกาญจนาเจริญ (2561) รายงานว่าการใส่รำละเอียด 10-20% ทำให้ได้ผลผลิตเห็ดมิลค์ก้มากกว่าการใส่รำละเอียด 5% ส่วนการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการผสมรำข้าว 5% และกากถั่วเหลืองป่น 5% ให้น้ำหนักเห็ดมิลค์ก้ในการเก็บครั้งแรก สูงกว่าการเสริมรำข้าว 10% กากถั่วเหลืองมีโปรตีนสูงกว่ารำข้าว ซึ่งการเจริญของเส้นใยเห็ดต้องอาศัยไนโตรเจนเป็นอาหารในรูปอินทรีย์สารที่ได้จากวัสดุเหลือใช้หรือผลพลอยได้ทางการเกษตร เช่น ส่าเหล้า กากถั่วป่น กากเมล็ดฝ้าย นุ่น ละหุ่ง ปาล์มน้ำมัน ใบกระถินป่น และรำข้าว เป็นต้น (กาญจนาเจริญ, 2561) ซึ่งสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2558) รายงานว่ากากถั่วเหลืองมีโปรตีน 42.0-45.0% ไขมัน 2.5% แคลเซียม 0.25% และฟอสฟอรัส 0.20% ขณะที่ในรำข้าวมีปริมาณคาร์บอน 56.68% ไนโตรเจน 0.33% ฟอสฟอรัส 0.28% โพแทสเซียม 0.19% และแคลเซียม 0.10%

Table 2 Effect of cultured formulas on the spawn run and the first harvest of Milky mushroom

Treatments	Fully growth time on substrates (days)	Mycelium to be primordium (days)	Fruit bodies weight of the first harvest (g/pot)
Formula 1: Rubber sawdust 90% + rice bran 10%	40.58 ^b	19.47 ^c	135.70 ^c
Formula 2: Rubber sawdust 70% + pineapple stem 20% + rice bran 10%	31.42 ^a	15.25 ^{ab}	190.90 ^a
Formula 3: Rubber sawdust 45% + pineapple stem 45% + rice bran 10%	58.94 ^d	26.55 ^e	85.45 ^d
Formula 4: Rubber sawdust 20% + pineapple stem 70% + rice bran 10%	65.00 ^e	23.13 ^d	89.80 ^d
Formula 5: Pineapple stem 90% + rice bran 10%	81.58 ^g	35.70 ^g	70.23 ^e
Formula 6: Rubber sawdust 90% + rice bran 5% + soybean residue 5%	34.14 ^a	16.78 ^b	164.50 ^b
Formula 7: Rubber sawdust 70% + pineapple stem 20% + rice bran 5% + soybean residue 5%	30.75 ^a	14.96 ^a	229.40 ^a
Formula 8: Rubber sawdust 45% + pineapple stem 45% + rice bran 5% g + soybean residue 5%	47.08 ^c	22.84 ^d	90.80 ^d
Formula 9: Rubber sawdust 20% + pineapple stem 70% + rice bran 5% + soybean residue 5%	54.25 ^{cd}	28.92 ^{ef}	80.55 ^{de}
Formula 10: Pineapple stem 90% + rice bran 5% + soybean residue 5%	76.30 ^f	30.38 ^f	75.80 ^e
F-test	**	**	**
CV (%)	10.63	9.56	12.84

** = Significant difference at $P \leq 0.01$

Mean values within the same columns followed by the different superscript letters are significantly different according to the Duncan's new multiple range test ($P < 0.01$)



Figure 2 Spawn run of Milky mushroom in the cultured formulas after incubation for 31 days, A = Rubber sawdust 90% + rice bran 10%, B = Rubber sawdust 70% + pineapple stem 20% + rice bran 10%, C = Rubber sawdust 45% + pineapple stem 45% + rice bran 10%, D = Rubber sawdust 20% + pineapple stem 70% + rice bran 10%, E = Pineapple stem 90% + rice bran 10%, F = Rubber sawdust 90% + rice bran 5% + soybean residue 5%, G = Rubber sawdust 70% + pineapple stem 20% + rice bran 5% + soybean residue 5%, H = Rubber sawdust 45% + pineapple stem 45% + rice bran 5% + soybean residue 5%, I = Rubber sawdust 20% + pineapple stem 70% + rice bran 5% + soybean residue 5%, J = Pineapple stem 90% + rice bran 5% + soybean residue 5%

ผลของวัสดุเพาะต่อการเจริญและปริมาณผลผลิตของเห็ดมิลค์กิ้งในถุงปลูก

การทดสอบวัสดุเพาะเห็ดมิลค์กิ้ง โดยใช้ฟางข้าวสับและต้นสับปะรดสับ พบว่าการใช้ฟางข้าวสับ 75% ผสมกับต้นสับปะรดสับ 25% ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์กิ้งเจริญเต็มวัสดุเพาะเร็วสุดที่ 37.50 วัน รองลงมาคือการใช้ฟางข้าวสับ 100% และการใช้ฟางข้าวสับ 50% ผสมกับต้นสับปะรดสับ 50% ซึ่งทำให้เชื้อเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะที่ 41.10 และ 46.20 วัน ในขณะที่การใช้ต้นสับปะรดสับ 100% ทำให้เชื้อเห็ดมิลค์กิ้งเจริญเต็มวัสดุเพาะช้าสุดที่ 65.17 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้หลังจากทำการเก็บเกี่ยวครั้งแรก พบว่าการใช้ฟางข้าวสับ 75% ผสมกับต้นสับปะรดสับ 25% ให้ผลผลิตเห็ดสูงสุดที่ 354.33 กรัม/ถุง รองลงมาคือการใช้ฟางข้าวสับ 100% และการใช้ฟางข้าวสับ 50% ผสมกับต้นสับปะรดสับ 50% ที่ให้ผลผลิตเห็ดมิลค์กิ้ง เท่ากับ 194.33 และ 156.67 กรัม ในขณะที่การใช้ต้นสับปะรดสับ 100% ให้ผลผลิตเห็ดมิลค์กิ้งและประสิทธิภาพการผลิตน้อยสุดที่ 66.33 กรัม/ถุง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีประสิทธิภาพการผลิต เท่ากับ 70.87 38.87 31.33% และ 13.27% ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งจรรยา และคณะ (2555) รายงานการใช้กากใยสับปะรดในสัดส่วน 40% และ 20% ให้ผลผลิตเห็ดมากกว่าการใช้กากใยสับปะรด 100% ส่วน Josephine and Sahana (2014) รายงานว่าฟางข้าวเป็นวัสดุเพาะเห็ดมิลค์กิ้งที่ดีเนื่องจากมีเฮมิเซลลูโลส (26%) เซลลูโลส (33%) และโปรตีน (3.44%) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญในการเพาะเห็ด ส่วนปรีชญาและคณะ (2542) รายงานว่าส่วนประกอบทางเคมีของต้นสับปะรด มีโปรตีน 6.30% เฮมิเซลลูโลส 53.90% และเซลลูโลส 30.80% จึงสามารถนำมาใช้ในการเพาะเห็ดมิลค์กิ้งได้ แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ต้นสับปะรดสับในสัดส่วนที่สูงกว่า 50% ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำกว่าการใช้ฟางข้าวสับ 100% อาจเป็นเพาะ

ว่าการมีแหล่งไนโตรเจน (N) ที่มากเกินไปทำให้เห็ดเจริญได้ช้าลง ซึ่งสัดส่วนของคาร์บอน และไนโตรเจน (C : N ratio) ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ดมีล็คก็คือ 12 : 1 (Subbiah and Balan, 2015)

Table 3 Effect of substrate ratios on growth and yield of Milky Mushrooms in cultivated bags

Treatments	Fully growth time on substrates (days)	Fruit bodies weight of the first harvest (g/bags)	Biological efficiency (%)
Rice straw 100%	41.10 ^{ab}	194.33 ^b	38.87 ^b
Rice straw 75% + pineapple stem 25%	37.50 ^a	354.33 ^a	70.87 ^a
Rice straw 50% + pineapple stem 50%	46.20 ^b	156.67 ^c	31.33 ^b
Rice straw 25% + pineapple stem 75%	54.52 ^c	72.33 ^d	14.47 ^c
pineapple stem 100%	65.17 ^d	66.33 ^d	13.27 ^c
F-test	**	**	**
CV (%)	15.33	21.35	24.29

** = Significant difference at $P \leq 0.01$

Mean values within the same columns followed by the different superscript letters are significantly different according to the Duncan's new multiple range test ($P < 0.01$)

สรุป

สูตรอาหารที่เสริมน้ำตาลกลูโคส 1% ของสูตรที่ 7 (เมล็ดข้าวฟ่าง 750 กรัม + เมล็ดข้าวเปลือก 250 กรัม + น้ำตาลกลูโคส 1 กรัม) และสูตร 6 (เมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม + น้ำตาลกลูโคส 1 กรัม) ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดมีล็คก็ การผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราด้วยต้นสับประรดป่น 20% ของสูตรที่ 7 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับประรดป่น 20% + รำข้าว 5% + กากถั่วเหลืองป่น 5%) และสูตรที่ 2 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 70% + ต้นสับประรดป่น 20% + รำข้าว 10%) ในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีล็คก็ และการผสมฟางข้าวสับด้วยต้นสับประรดสับ 25% ในการเปิดดอกเห็ดมีล็คก็ ทำให้ใช้ระยะเวลาในการเจริญของเชื้อเห็ดมีล็คก็สั้นลงและให้ผลผลิตเห็ดมีล็คก็มากกว่าการใช้สูตรเดิมที่ใช้วัสดุเพาะหลักคือ เมล็ดข้าวฟ่าง ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และฟางข้าว 100% จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มผลิตเห็ดมีล็คก็ด้วยสูตรผสมวัสดุเพาะใหม่ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตจากวัสดุเพาะหลักที่มีราคาแพงในบางพื้นที่

คำขอบคุณ

คณะวิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และเครื่องมือในการทำงานวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กาญจน์เจริญ ศรีอ่อน. 2561. ผลของปริมาณรำข้าวและจำนวนก้อนเชื้อเห็ดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดมีล็คก็. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49(2): 193-206.
- จารุภา ศรีนาค, รสสุคนธ์ ศรีสุขใจ, วาสนา อยู่มั่น และอรุณิย์ ผาจันทร์. 2555. การเพาะเห็ด (นางฟ้าภูฐาน) ด้วยกากใยสับประรดจากโรงงานทอผ้าฝ้าย จำกัด. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

- ณัฐภูมิ สุดแก้ว และคมสัน หุตะแพทย์. 2552. การเพาะเห็ดสวนครัว. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.
- นันท์นิ ศรีจุมปา และศิริกานต์ ขยันการ. 2554. การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อการผลิตเห็ด. วารสารวิชาการเกษตร. 29(2): 108-118.
- ปรัชญา ปรัชญาลักษณ์, มนตรี เชาวลิท และประเสริฐ กาลวิบูลย์. 2542. การใช้ต้นและใบสับปะรดเสริมหญ้าสดในอาหารโครีดนม. น. 143-152 ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ปณณวิทย์ เย็นจิตต์, ธิดา เดชฮวบ และวาริน อินทนา. 2561. การประยุกต์ใช้ร่วมกันของผงเชื้อ *Trichoderma* sp. และ *Bacillus* sp. ต่อการ ควบคุมโรคเมล็ดด่างที่เกิดจาก *Bipolaris oryzae* ในข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49(1): 15-26.
- รัฐพล ศรประเสริฐ, อนงคนธ์ หัมพานนท์, กิตติพล กสิการ และพวง แสนกมล. 2560. เปรียบเทียบการเพาะเห็ดตีนแรด (*Macrocybe crassa* (Berk.) ด้วยอาหาร 6 สูตร. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 34(3): 1-12.
- วรรณฯ สุวรรณวิจิตร. 2546. ผลของอาหารเสริมบางชนิดที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดเป๋าฮื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2558. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.8802-2558 กากกล้วยเหลือง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Josephine, R. M., and B. Sahana. 2014. Cultivation of Milky mushroom using paddy straw waste. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 3(12): 404-408.
- Katiyar, S., G. Singh, M. Kumar, S. Kumar, and A. Soam. 2018. Effect of different sugars on spawn growth (mm) of milky mushroom (*Calocybe indica*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(5): 595-597.
- Kent, N. L. 1983. Technology of Cereals. 3rd Edition. Pergamon Press, Oxford.
- Sint, Y. Y. , and M. M. Moe. 2017. Study on mycelium growth of *Calocybe indica* P&C (milky mushroom) on different substrates. P. 1-20. In: 1st Myanmar-Korea Conference. Botany Department, Dagon University, Myanmar.
- Srivastava, A. K. 2015. Studies on production technology and casing quality of milky mushroom (*Calocybe indica*). Ph. D. thesis, College of Agriculture, SVPUAT Meerut.
- Subbiah, K. A., and V. Balan. 2015. A comprehensive review of tropical milky white mushroom (*Calocybe indica* P&C). Mycobiology. 43(3): 184-194.
- Vijaykumar, G., P. John, and K. Ganesh. 2014. Selection of different substrates for the cultivation of Milky mushroom (*Calocybe indica* P&C). Indian Journal of Traditional Knowledge. 13: 434-436.
- Zainuddin, M. F., R. Shamsudin, M.N. Mokhtar, and D. Ishmail. 2014. Physicochemical properties of pineapple plant waste fiber from the leaves and stems of different varieties. BioResource. 9(3): 5311- 5324.