

## วัสดุทางเลือกเพิ่มกำไร: อัตราส่วนหญ้าเนวลน้อยในวัสดุเพาะเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*)

### Profit Alternative Material: The Manila Grass Ratio of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Cultivated Materials

ธรรมนุญ กองแก้ว และ อชิรญาณปวีรศกร วัฒนโกศล\*

Thamanoon Kongkaew and Achirayapawariskorn Wattanakosol\*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Department of Biological Science, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

\*Email: achiraya.w@ubu.ac.th

Received: 23 Mar, 2021

Revised: 29 Jun, 2021

Accepted: 07 Aug, 2021

#### บทคัดย่อ

เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) เป็นเห็ดเศรษฐกิจที่บริโภคทุกภูมิภาคในประเทศไทยและทั่วโลก มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและสรรพคุณทางยาหลายประการ เพาะเลี้ยงไม่ยากและให้ผลตอบแทนที่ดี เกษตรกรจึงนิยมเพาะโดยใช้เชื้อเลี้ยงยางพาราเป็นวัสดุเพาะหลักซึ่งปัจจุบันมีราคาสูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาวัสดุทางเลือกที่ลดต้นทุนและเพิ่มกำไรผลผลิตเห็ด โดยใช้เชื้อเลี้ยงยางพาราผสมหญ้านวลน้อยที่เหลือทิ้งและหาได้ในท้องถิ่น 4 อัตราส่วนๆละ 9 ซ้ำ คือ 100:0 (ชุดควบคุม), 75:25, 50:50 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์ แต่ละอัตราส่วนผสมรำละเอียด ยิปซัม ปูนขาว และดีเกลือ น้ำหนัก 6, 2, 1 และ 0.2 กิโลกรัม/วัสดุเพาะหลัก 100 กิโลกรัม ตามลำดับ วัสดุเพาะหนัก 700 กรัม/ก้อน เมื่อเก็บผลผลิตเห็ดจำนวน 3 รุ่น พบว่า เชื้อเลี้ยงไม่ยางพาราผสมหญ้านวลน้อยในอัตราส่วน 75:25 ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดสดและประสิทธิภาพทางชีวภาพเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 48.5 กรัม และ 31.6 เปอร์เซ็นต์/ก้อน/รุ่น ตามลำดับ ให้ดอกเห็ดที่มีความกว้างของหมวกตั้งแต่ 3 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวนเฉลี่ย 4.6 ดอก/ก้อน/รุ่น น้อยกว่าอัตราส่วน 25:75 แต่ดอกเห็ดมีลักษณะสมบูรณ์และขนาดใหญ่กว่า โดยอัตราส่วน 75:25 ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดสด จำนวนดอก และประสิทธิภาพทางชีวภาพ สูงกว่าชุดควบคุม 5.0, 12.2 และ 51.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) หากนำผลการวิจัยนี้ไปปรับใช้ในฟาร์มเห็ดนางรมขนาดเล็กที่มีก้อนเชื้อจำนวน 4,000 ก้อน ช่วยให้กำไรจากการจำหน่ายดอกเห็ดและก้อนเชื้อสูงกว่าการใช้เชื้อเลี้ยงยางพารา 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นจำนวนเงิน 8,120 บาท หรือ 16.1 เปอร์เซ็นต์/ครึ่งรอบการผลิต 3 จาก 6 รุ่น หญ้านวลน้อยจึงเป็นวัสดุทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการลดต้นทุนและเพิ่มกำไรผลผลิตเห็ดนางรมของเกษตรกร โดยเฉพาะในช่วงที่วิกฤตของหนี้ครัวเรือนเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน

**คำสำคัญ:** เห็ดนางรม หญ้านวลน้อย วัสดุเพาะ

#### Abstract

Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) is an economic mushroom that is consumed in every region of Thailand and around the world. It has a high nutritional value and several medicinal properties. The cultivation is not difficult and gives a good return. Farmers prefer to use Para rubber sawdust as the main cultivated material, which is now more expensive. This Research aimed to study alternative materials that reduced material costs and increased mushroom yields by using Para rubber sawdust mixed with Manila grass which was leftover and locally available, 4 ratios of 9 repetitions as 100:0 (control), 75:25, 50:50, and 25:75 percent, Each ratio was mixed with rice bran, gypsum, lime and magnesium sulfate 6, 2, 1 and 0.2 kg/100 kg of main cultivated material, respectively. The cultivated materials weight of 700 g/block. After harvesting of 3 flushes, it was found that the 75:25 ratio of the Para rubber sawdust and Manila grass promoted the highest weight of fresh flush, and the biological efficiency averages were 48.5 g and 31.6 percent/block/flush, respectively. The average of fruiting bodies number with a pileus width of 3 cm or more was 4.6 fruiting body/block/flush, less than the ratio of 25:75, but the fruiting bodies were larger and more complete. The ratio of 75:25 promoted a higher weight of fresh flush, the number of fruiting bodies, and biological efficacy than the control group which was 5.0, 12.2, and 51.2 percent, respectively. These results were significantly different, ( $p < 0.05$ ). If this research result had been applied to a small mushroom farm, with 4,000 blocks, the profit would have come from the sale of mushroom yields and blocks higher than the ratio of 100:0 amount of 8,120 baht or 16.1 percent/half crop; 3 of 6 flushes. Therefore, Manila grass is an interesting alternative material for reducing costs and increasing the profitability of Oyster mushroom yields of farmers during the current crisis of household debt.

**Keywords:** Oyster mushroom, Manila grass, Cultivated material

## 1. บทนำ

เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) เป็นเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคทุกภูมิภาคในประเทศไทยและทั่วโลก มีเนื้อสัมผัสและรสชาติที่ดี ใช้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสรรพคุณทางยาหลายประการ เช่น ปรับสมดุลภูมิคุ้มกัน ต้านอนุมูลอิสระ มะเร็ง และจุลินทรีย์ ช่วยบำรุงสุขภาพตา ลดคอเลสเตอรอล อาการเบาหวานและข้อเสื่อม เป็นต้น [1]-[4] ส่วนด้านราคาของเห็ดนางรม จากข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ 2564 ของตลาดไทที่ค้าส่งสินค้าเกษตร รายใหญ่ที่สุดในอาเซียน ราคาอยู่ในช่วงกิโลกรัมละ 50-60 บาท ในเดือนตุลาคม 2563 ราคาผันผวนสูงถึง 100 บาท [5] ส่วนตลาดท้องถิ่นและตลาดค้าปลีกทั่วไป ราคาอยู่ในช่วงกิโลกรัมละ 60-70 บาท จึงเป็นเห็ดที่เกษตรกรนิยมเพาะอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่ใช้เชื้อเลี้ยงยางพาราเป็นวัสดุเพาะหลัก ซึ่งในปัจจุบันมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากรวมค่าขนส่งที่สัมพันธ์กับราคาน้ำมันของตลาดโลก นอกจากนี้ ยังมีการปลอมปนกับเชื้อไม้อื่นชนิดอื่น และหากนำมาจากโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ผ่านการอบสารเคมีควบคุมเชื้อรา เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะทำให้ผลผลิตเห็ดลดลง [6]

มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการนำพืชวงศ์หญ้ามาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรม (*P. ostreatus*) โดยใช้เศษหญ้าเหลือทิ้งจากการตัดแต่งสนามที่ประกอบด้วย หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon*) หญ้าไธรม (*Lolium persicum*) หญ้ามีดัว (*Poa sinica*) และหญ้าเฟสคิว (*Festuca drymeia*) พบว่าส่งเสริมการสร้างตุ่มดอกเห็ดในระยะเวลาสั้นที่สุด 16 วัน และมีประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (Biological efficiency) สูงที่สุด 1,188.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมฟางข้าว [7] การใช้หญ้าน้ำคา (*Imperata cylindrica*) ผสมรำข้าวสาลี 10 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักดอกเห็ดสูงที่สุด 921.5 กรัม/กิโลกรัมของวัสดุแห้ง และประสิทธิภาพทางชีวภาพ 92.1 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าชุดควบคุมฟางข้าวสาลี [8] และ การใช้หญ้านาเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) ผสมกากฟ้ายในอัตราส่วน 30:70 ส่งเสริมจำนวนเห็ดนางรมสูงที่สุด 60 ดอก สูงกว่าชุดควบคุมกากเมล็ดฟ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ [9] ส่วนการนำพืชวงศ์หญ้ามาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรม (*P. sajor-caju*) โดยใช้หญ้านาเปียร์ ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ด 232.4 กรัม ผลผลิตภาพ (Productivity) 23.2 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพทางชีวภาพ 92.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขานอ้อยให้น้ำหนักดอกเห็ด 31.6 กรัม ผลผลิตภาพ 3.16 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพทางชีวภาพ 15.8 เปอร์เซ็นต์ [10] การใช้หญ้านาเปียร์ผสมวัสดุเพาะที่ประกอบด้วย รำข้าวสาลี:ปุนขาว: น้ำตาลในอัตราส่วน 5: 1: 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ด 48.6 กรัม/วัสดุเพาะ 400 กรัม และประสิทธิภาพทางชีวภาพ 95.2 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าใช้เชื้อเลี้ยงไม้ *Triplochiton scleroxylon* ผสมวัสดุเพาะให้น้ำหนักดอกเห็ด 45.1 กรัม และประสิทธิภาพทางชีวภาพ

40.0 เปอร์เซ็นต์ [11] และ การใช้หญ้าแพรก ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดรวม 3 รุ่น สูงที่สุด 160 กรัม/วัสดุแห้ง 200 กรัม หลังเปิดดอกเป็นเวลา 18 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมฟางข้าวสาลีที่นิยมใช้เท่ากับ 123 กรัม [12]

จากแนวทางการวิจัยข้างต้น ประกอบกับยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำหญ้านวลน้อยมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมและศึกษาเปรียบเทียบกับเชื้อเลี้ยงยางพารา ผู้วิจัยจึงศึกษาหญ้านวลน้อย (*Zoysia matrella*) ซึ่งมีการเจริญเติบโตเร็ว ทนต่อการเหยียบย่ำ นิยมใช้ทำสนามหญ้า สนามกีฬา สนามกอล์ฟ สนามเด็กเล่น สวนสาธารณะ และสวนหย่อมทั่วไปตามบ้าน สถานที่ราชการ สวนอาหาร และโรงแรม [13] เศษหญ้าจากการตัดแต่งสนามทุก 1-2 สัปดาห์ทำให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งที่ทำได้ในท้องถิ่น สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะหลักผสมกับเชื้อเลี้ยงยางพารา

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของหญ้านวลน้อยในวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตเห็ดนางรม ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเลี้ยงยางพาราและต้นทุนการผลิตเห็ด สามารถใช้เป็นวัสดุทางเลือกที่ช่วยให้เกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้นหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ดชนิดอื่นต่อไป

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 2.1 การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

คัดเลือกดอกเห็ดสดมีลักษณะสมบูรณ์ตรงตามความต้องการของห้องทดลอง นำมาย้ายเนื้อเยื่อภายในดอกเห็ดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อพีดีเอ (PDA: Potato dextrose agar) ในจานเพาะเชื้อ ความเป็นกรดต่าง 5.5 บ่มเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์

### 2.2 การเตรียมเชื้อเห็ดขยาย

เตรียมเชื้อเห็ดขยาย (spawn) โดยย้ายชิ้นอาหารวุ้นพีดีเอ ขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตร ลงบนเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง ต้มเป็นเวลา 20 นาที แล้วทำให้ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนเส้นใยเห็ดเจริญปกคลุมเมล็ดข้าวฟ่าง

### 2.3 การเตรียมวัสดุเพาะเห็ด

แบ่งออกเป็น 4 สิ่งทดลอง ตามอัตราส่วนของวัสดุหลักเชื้อเลี้ยงยางพาราและหญ้านวลน้อย ได้แก่ 100:0 (ชุดควบคุม), 75:25, 50:50 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์ ทุกอัตราส่วนเติมรำละเอียด ยิปซัม ปูนขาว และดีเกลือ ในอัตราส่วน 6, 2, 1 และ 0.2 กิโลกรัม/วัสดุเพาะหลัก 100 กิโลกรัม ตามลำดับ ปรับความชื้นของวัสดุเพาะ 55 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรน้ำที่ใช้ปรับความชื้น คำนวณจากน้ำหนักวัสดุเพาะอบแห้งสนิท 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน) บรรจุวัสดุเพาะ 700 กรัม/ก้อน วัสดุเพาะที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

#### 2.4 การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ด

ย้ายเชื้อเห็ดขยาย 20 เมล็ด ลงบนวัสดุเพาะแต่ละอัตราส่วน บ่มเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จนเส้นใยเห็ดเจริญปกคลุมวัสดุเพาะเห็ด

#### 2.5 การเปิดดอกเห็ดและตรวจสอบผลผลิต

เปิดดอกในโรงเรือน รดน้ำให้ความชื้นทุกวัน และเก็บผลผลิตดอกเห็ดสดในแต่ละอัตราส่วน จำนวน 3 รุ่นๆละ 9 ซ้ำ โดยตรวจสอบค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกเห็ดสด ที่มีขนาดหมวกดอกเห็ดบริเวณกว้างที่สุด [14] ตั้งแต่ 3 เซนติเมตรขึ้นไป น้ำหนักดอกเห็ดสด (กรัม) และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (Biological efficiency; BE) (เปอร์เซ็นต์) ซึ่งคำนวณจาก (น้ำหนักดอกเห็ดสด (กรัม) x 100) / น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ (กรัม)

#### 2.6 แผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test; DMRT ( $p < 0.05$ )

### 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลผลิตเห็ดนางรมด้าน น้ำหนักดอกเห็ดสดเฉลี่ยสูงที่สุดของเห็ดแต่ละรุ่น (Table 1) พบในวัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงอย่างพาราผสมหญ้าฉนวนน้อยในอัตราส่วนแตกต่างกัน ได้แก่ รุ่นที่ 1 อัตราส่วน 100:0 ให้น้ำหนักดอกเห็ดสด 72.8 กรัม/ก้อน รุ่นที่ 2 อัตราส่วน 75:25 ให้น้ำหนักดอกเห็ดสด 50.8 กรัม/ก้อน และรุ่นที่ 3 อัตราส่วน 50:50 ให้น้ำหนักดอกเห็ดสด 41.4 กรัม/ก้อน ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดออกดอกรุ่นเดียวกันไม่พร้อมกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมด้านความชื้นและแสงสว่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงผันผวนอย่างรวดเร็ว ในระหว่างการเปิดดอกเห็ด ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการและน้ำหนักดอกเห็ด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาน้ำหนักดอกเห็ดสดสูงสุดเฉลี่ยจาก 3 รุ่น เท่ากับ 48.5 กรัม/ก้อน/รุ่น พบในอัตราส่วน 75:25 แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของหญ้าฉนวนน้อยที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุเพาะหลักเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมดอกเห็ดให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกับรายงานการใช้หญ้าเบนท์ (*Agrostis* sp.) 50 กรัม ผสมวัสดุเพาะเห็ดนางรมที่ประกอบด้วยกากเมล็ดฝ้าย เศษกระดาษ รำข้าวสาลี ในอัตราส่วน 450:150:150 กรัม และปูนขาว 1 เปอร์เซ็นต์ ส่งเสริมน้ำหนักดอกสูงสุด 2,050 กรัม/วัสดุเพาะแห้ง 800 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าเบนท์เพิ่มขึ้นเป็น 450 กรัม ผสมวัสดุเพาะข้างต้นในอัตราส่วน 50:150:150 กรัม กลับทำให้น้ำหนักดอกเห็ดลดลงเหลือ 1,590 กรัม [15] และรายงานการเพาะเห็ด *P. pulmonarius* โดยการใช้พืชวงศ์หญ้า: ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ใช้ใบตะไคร้ผสมกากฝ้ายในอัตราส่วน 50:50 เปอร์เซ็นต์ ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดรวม 3 รุ่น เท่ากับ 385.2 กรัม/ก้อน สูงกว่า

การใช้ใบตะไคร้ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักดอกเห็ดรวมลดลงเหลือ 264.8 กรัม/ก้อน [16] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานการใช้พืชวงศ์หญ้าส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดให้สูงกว่า การใช้วัสดุเพาะจำพวกไม้ โดยใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เช่น การใช้หญ้า *Hyparrhenia hirta* ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดนางรม 3,944 กรัม/ก้อนเชื้อ 7 กิโลกรัม สูงกว่าการใช้เศษไม้ ที่ให้น้ำหนักดอกเห็ดเพียง 361 กรัม [17] และรายงานการใช้หญ้าเนเปียร์ผสมวัสดุเพาะที่ประกอบด้วย รำข้าวสาลี ปูนขาว น้ำตาล ในอัตราส่วน 5:1:1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ด 48.6 กรัม/วัสดุเพาะ 400 กรัม สูงกว่าเชื้อเชื้อเห็ด *T. scleroxylon* ผสมวัสดุเพาะข้างต้น ที่ให้น้ำหนักดอกเห็ดเพียง 45.1 กรัม [11]

**Table 1** Oyster mushroom flush weight of 4 Para rubber sawdust and Manila grass ratios

Para rubber sawdust and Manila grass ratio (%)	Weight (g/block)			
	1 <sup>st</sup> Flush	2 <sup>nd</sup> Flush	3 <sup>rd</sup> Flush	Average
100 : 0	72.8 ±10.9 <sup>a</sup>	32.3 ±13.6 <sup>b</sup>	33.5 ±11.9 <sup>b</sup>	46.2 ±12.1 <sup>ab</sup>
75 : 25	63.2 ±16.6 <sup>b</sup>	50.8 ±9.5 <sup>a</sup>	31.5 ±8.7 <sup>b</sup>	48.5 ±11.6 <sup>a</sup>
50 : 50	56.7 ±11.7 <sup>c</sup>	31.3 ±7.6 <sup>b</sup>	41.4 ±16.9 <sup>a</sup>	43.2 ±12.1 <sup>b</sup>
25 : 75	52.1 ±5.9 <sup>c</sup>	26.0 ±5.8 <sup>c</sup>	27.1 ±7.8 <sup>c</sup>	35.1 ±6.5 <sup>c</sup>

Means within a column followed by different letters differ significantly at  $p < 0.05$

ผลผลิตเห็ดนางรมด้านจำนวนดอก โดยงานวิจัยนี้ กำหนดเกณฑ์การนับจำนวนดอกที่มีความกว้างหมวกเห็ดขนาด 3 เซนติเมตรขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนางานวิจัยต่อยอดในครั้งต่อไป ในการปรับปรุงขนาดดอกเห็ดโดยรวมในช่อดอกให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [14] จากการตรวจสอบจำนวนดอกเห็ดเฉลี่ยสูงที่สุดในแต่ละรุ่น (Table 2) พบในวัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงอย่างพาราผสมหญ้าฉนวนน้อยในอัตราส่วนแตกต่างกัน โดยรุ่นที่ 1 อัตราส่วน 25:75 ให้เห็ดจำนวน 9.9 ดอก/ก้อน รุ่นที่ 2 อัตราส่วน 75:25 ให้เห็ดจำนวน 5.8 ดอก/ก้อน และรุ่นที่ 3 อัตราส่วน 50:50 ให้เห็ดจำนวน 4.4 ดอก/ก้อน ซึ่งอธิบายด้วยเหตุผลในทำนองเดียวกันผลผลิตน้ำหนักดอกเห็ดสดข้างต้น และเมื่อพิจารณาจำนวนดอกเห็ดสูงสุดเฉลี่ยจาก 3 รุ่น เท่ากับ 6.0 ดอก/ก้อน/รุ่น พบในอัตราส่วน 25:75 แสดงให้เห็นว่า การใช้หญ้าฉนวนน้อยในทุกอัตราส่วนช่วยกระตุ้นให้เห็ดสร้างดอกจำนวนมากกว่าการใช้เชื้อเลี้ยงอย่างพาราอย่างเดียว สอดคล้องกับรายงานการใช้หญ้า *H. hirta* ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตเห็ดเท่ากับ 392 ดอก/ก้อน 7 กิโลกรัม สูงกว่าเศษไม้ที่ให้ผลผลิตเพียง 91.5 ดอก [17] อย่างไรก็ตาม ดอกเห็ดที่เจริญจากวัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงอย่างพาราผสมหญ้าฉนวนน้อยในอัตราส่วน 25:75 สร้างหมวกดอกเห็ดขนาดเล็ก จึงมีน้ำหนักดอกน้อยกว่าอัตราส่วนอื่น นอกจากนี้ หญ้าฉนวนน้อยซึ่งเป็นวัสดุเพาะที่ถูกย่อยสลายได้ง่ายกว่าเชื้อเลี้ยงอย่างพารา เมื่อใช้ในอัตราส่วน 75

เปอร์เซ็นต์ และเปิดดอกเห็ดเป็นเวลานาน ก้อนเชื้อบางส่วน ยุบตัวลงเล็กน้อย ทำให้เกิดดอกเห็ดขนาดเล็กเจริญแทรก บริเวณช่องว่างระหว่างก้อนเชื้อและถุงพลาสติก ซึ่งดอกเห็ด เหล่านี้มีลักษณะสัณฐานที่ไม่สมบูรณ์และพัฒนาการช้ามาก

**Table 2** Oyster mushroom fruiting bodies number of 4 Para rubber sawdust and Manila grass ratios

Para rubber sawdust and Manila grass ratio (%)	Number (fruiting bodies/block)			
	1 <sup>st</sup> Flush	2 <sup>nd</sup> Flush	3 <sup>th</sup> Flush	Average
100 : 0	7.2 ±1.6 <sup>b</sup>	2.8 ±2.0 <sup>c</sup>	2.3 ±0.7 <sup>c</sup>	4.1 ±1.4 <sup>c</sup>
75 : 25	4.1 ±2.0 <sup>c</sup>	5.8 ±2.0 <sup>a</sup>	3.8 ±0.9 <sup>b</sup>	4.6 ±1.6 <sup>b</sup>
50 : 50	5.6 ±2.0 <sup>c</sup>	4.8 ±2.4 <sup>b</sup>	4.4 ±2.1 <sup>a</sup>	4.9 ±2.1 <sup>b</sup>
25 : 75	9.9 ±2.2 <sup>a</sup>	4.7 ±1.7 <sup>b</sup>	4.1 ±1.7 <sup>ab</sup>	6.0 ±1.9 <sup>a</sup>

Means within a column followed by different letters differ significantly at p<0.05

ประสิทธิภาพทางชีวภาพสูงสุดของวัสดุเพาะในการผลิตดอกเห็ดแต่ละรุ่น (Table 3) พบในอัตราส่วน 75:25 ได้แก่ รุ่นที่ 1 และ 2 มีประสิทธิภาพทางชีวภาพ 41.2 และ 33.1 เปอร์เซ็นต์/ก้อน ตามลำดับ ส่วนรุ่นที่ 3 อัตราส่วน 75:25 มีประสิทธิภาพทางชีวภาพ 20.5 เปอร์เซ็นต์/ก้อน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับอัตราส่วน 50:50 ที่มีประสิทธิภาพทางชีวภาพ 22.3 เปอร์เซ็นต์/ก้อน อัตราส่วน 75:25 จึงมีประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ สูงที่สุดเฉลี่ยจาก 3 รุ่น เท่ากับ 31.6 เปอร์เซ็นต์/ก้อน/รุ่น ในทำนองเดียวกับรายงานวิจัยการใช้หญ้าเบนท์ 50 กรัม ผสมวัสดุเพาะเห็ดนางรมที่ประกอบด้วย กากเมล็ดฝ้าย เศษกระดาษ รำข้าวสาลี ในอัตราส่วน 450:150:150 กรัม และ ปูนขาว 1 เปอร์เซ็นต์/วัสดุเพาะแห้ง 800 กรัม ส่งเสริมประสิทธิภาพทางชีวภาพสูงสุด 250 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการใช้หญ้าเบนท์มากขึ้นเป็น 450 กรัม ผสมวัสดุเพาะข้างต้นในอัตราส่วน 50:150:150 กรัม มีประสิทธิภาพทางชีวภาพลดลงเหลือ 197 เปอร์เซ็นต์ [15] การใช้หญ้าชิกแนลตั้ง (*Brachiaria brizantha*) เพาะเห็ดนางรม โดยผสมกับขานอ้อยและรำข้าวสาลี ในปริมาณที่ทำให้อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 60:1 ส่งเสริมประสิทธิภาพทางชีวภาพ 123.9 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการใช้หญ้าฟางข้าวสาลีผสมวัสดุข้างต้นและมีค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากัน ให้ประสิทธิภาพทางชีวภาพลดลงเหลือ 77.4 เปอร์เซ็นต์ [18] และ การใช้หญ้าเนเปียร์ผสมวัสดุเพาะที่ประกอบด้วย รำข้าวสาลี ปูนขาว น้ำตาล ในอัตราส่วน 5:1:1 ตามลำดับ มีประสิทธิภาพทางชีวภาพ 95.2 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าใช้เชื้อไม้ *T. scleroxylon* ผสมวัสดุเพาะ มีประสิทธิภาพทางชีวภาพลดลงเหลือ 40.0 เปอร์เซ็นต์ [11]

**Table 3** Oyster mushroom biological efficiency of 4 Para rubber sawdust and Manila grass ratios

Para rubber sawdust and Manila grass ratio (%)	Biological efficiency (% /block)			
	1 <sup>st</sup> Flush	2 <sup>nd</sup> Flush	3 <sup>th</sup> Flush	Average
100 : 0	32.9 ±4.9 <sup>b</sup>	14.6 ±6.2 <sup>c</sup>	15.2 ±5.4 <sup>b</sup>	20.9 ±5.5 <sup>c</sup>
75 : 25	41.2 ±10.8 <sup>a</sup>	33.1 ±6.2 <sup>a</sup>	20.5 ±5.6 <sup>a</sup>	31.6 ±7.5 <sup>a</sup>
50 : 50	30.5 ±6.3 <sup>c</sup>	16.8 ±4.1 <sup>b</sup>	22.3 ±9.1 <sup>a</sup>	23.2 ±6.5 <sup>b</sup>
25 : 75	30.9 ±3.5 <sup>c</sup>	15.4 ±3.4 <sup>c</sup>	16.1 ±4.6 <sup>b</sup>	20.8 ±3.8 <sup>c</sup>

Means within a column followed by different letters differ significantly at p<0.05

เมื่อพิจารณาภาพรวมทั้งด้านน้ำหนักดอกเห็ดสด จำนวนดอก และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะในการผลิตดอกเห็ด พบว่า วัสดุที่เหมาะสมในการลดต้นทุนและเพิ่มกำไรผลผลิตเห็ดนางรม คือ เชื้อเลี้ยงยารพาราผสมหญ้าเนเปียร์น้อย อัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ ที่ให้จำนวนดอกเห็ดในลำดับรองลงมา เท่ากับ 4.6 ดอก/ก้อน/รุ่น แต่ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่กว่าและมีลักษณะสมบูรณ์เหนือมาตรฐานตามความต้องการของตลาด (Figure 1) และมีแนวโน้มที่สามารถพัฒนางานวิจัยต่อยอดในการปรับปรุงวัสดุเพาะที่ส่งเสริมขนาดดอกเห็ดโดยรวมในช่อดอกให้อยู่ในช่วงรหัสขนาด 1-2 ตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [14] อย่างไรก็ตาม อัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ ช่วยส่งเสริมน้ำหนักดอกเห็ดสด สูงที่สุด 48.5 กรัม มากกว่าอัตราส่วน 25:75 เปอร์เซ็นต์ ที่ดอกเห็ดมีขนาดเล็ก และมากกว่าอัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์ ที่ให้น้ำหนักดอกเห็ด 46.2 กรัม/ก้อน/รุ่น ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อเลี้ยงยารพารา 100 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบของลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ประกอบด้วยคาร์บอน 45.4 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 0.2 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงถึง 177.1 [19] ซึ่งเส้นใยเห็ดย่อยสลายเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ช้ากว่า แต่เมื่อลดปริมาณเชื้อเลี้ยงยารพาราเหลือ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณคาร์บอนเชิงซ้อนลดลง และเพิ่มแหล่งไนโตรเจนและแร่ธาตุอื่นในวัสดุเพาะด้วยการผสมหญ้าเนเปียร์ที่มีปริมาณเบต้า-ไนโตรเจน (Beta-nitrogen) และโปรตีนสกัดหยาบ เท่ากับ 39.2 และ 14.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [20] ซึ่งการเติมแหล่งไนโตรเจนในวัสดุเพาะจำพวกลิกโนเซลลูโลสเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเห็ด ช่วยกระตุ้นการเพิ่มปริมาณเส้นใยและผลผลิตเห็ด [21]-[22] ไนโตรเจนในปริมาณที่สมดุลมีบทบาทสำคัญในการสร้าง ชีวมวลของเห็ดนางรมและส่งผลต่อพัฒนาการของดอกเห็ดอย่างมาก [12], [23] แต่ถ้ามีมากเกินไประดับที่เหมาะสม ปริมาณส่วนเกินจะยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ย่อยสลายลิกนิน (Ligninolytic enzymes) เซลลูเลส (Cellulase) แลคเคส (Laccase) และกิจกรรมเปอร์ออกซิเดส

(Peroxidase activity) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด ทำให้ผลผลิตลดลง [22] สอดคล้องกับรายงานการใช้วัสดุสูตร 2 เพาะเห็ด *P. pulmonarius* ประกอบด้วย หญ้าป่าเฮีย (*Paspalum notatum*) ซังข้าวโพด และเศษต้นกล้วย ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.29 เปอร์เซ็นต์ ส่งเสริมผลผลิตภาพ 21.2 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพทางชีวภาพ 60.5 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าวัสดุเพาะสูตร 1 ที่ประกอบด้วย หญ้าแพรง ซังข้าวโพด ต้นกล้วยเหลือ และขานอ้อย ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพียง 0.71 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตภาพและประสิทธิภาพทางชีวภาพ ลดลงเหลือ 19.1 และ 54.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [24] นอกจากนี้ ยังพบว่าเห็ดในสกุลนางรมสามารถใช้ไนโตรเจนจากอากาศได้ ทำให้สามารถพบความคลาดเคลื่อนในความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในวัสดุเพาะกับปริมาณผลผลิตได้ [25] การใช้หญ้านวลน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับขี้เลื่อยยางพารา 75 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนของวัสดุเพาะอยู่ในระดับสมดุลมากขึ้น ทำให้เส้นใยเห็ดนางรมย่อยสลายวัสดุเพาะและนำไปสร้างเซลล์เส้นใยและดอกเห็ดได้ดีขึ้น [26] นอกจากนี้ ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของวัสดุเพาะให้มีความหนาแน่นและช่องว่างอากาศเหมาะสมต่อการดูดซึมน้ำสารอาหาร [27] และช่วยให้วัสดุเพาะมีน้ำอิสระ (Water activity; AW) ในปริมาณ

ที่เหมาะสมต่อการดูดซึมน้ำไปใช้ของเส้นใย เพื่อการเจริญเติบโตของเซลล์ดอกเห็ด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับชุดควบคุมขี้เลื่อยยางพารา 100 ผสมหญ้านวลน้อยในอัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่า อัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ ช่วยส่งเสริมน้ำหนักดอก จำนวนดอก และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะในการผลิตดอกเห็ด 3 รุ่น สูงกว่า 5.0, 12.2 และ 51.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



Figure 1 Oyster mushroom on the Para rubber sawdust and Manila grass ratio of 75:25 percent

Tabel 4 Profit comparison between the Para rubber sawdust and Manila grass ratios of 75:25 and 100:0 percent

Sale income	Para rubber sawdust and Manila grass ratios (%)		Profit difference
	75 : 25	100 : 0	
<b>1. Oyster mushroom yield (65 baht/yard 1 kg)</b>			
1.1 Yield weight (kg/block 0.7 kg)	0.15	0.14	0.01
Yield income (baht/4000 block 0.7 kg)	39,000 (0.15x65x4,000)	36,400 (0.14x65x4,000)	<b>2,600</b> (39,000-36,400)
1.2 Block cost (baht/block 0.7 kg)	1.70	2.27	0.57
(baht/4000 block 0.7 kg)	6,800 (1.70x4,000)	9,080 (2.27x4,000)	<b>2,280</b> (9,080-6,800)
<b>2. Oyster mushroom block (9 baht/block 1 kg)</b>			
2.1 Block cost (baht/block 1 kg)	2.43	3.24	0.18
2.2 Block income (baht/4000 block 1 kg)	26,280 ((9-2.43)x4,000)	23,040 ((9-3.24)x4,000)	<b>3,240</b> (26,280-23,040)
<b>3. Total income and profit difference</b>			
	58,480 (39,000-6,800+26,280)	50,360 (36,400-9,080+23,040)	<b>8,120</b> (2,600+2,280+3,240)

การนำผลการวิจัยไปปรับใช้เชิงพาณิชย์ในฟาร์มเห็ดนางรมขนาดเล็กที่มีก้อนเชื้อจำนวน 4,000 ก้อน (Table 4) คำนวณรายได้จากต้นทุนวัตถุดิบ (Material cost) [28] ของการจำหน่ายผลผลิตดอกเห็ดในราคา 65 บาท/กิโลกรัม และก้อนเชื้อที่ทำจากวัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงยารวมผสมเห็ดนางรมน้อยอัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ ราคา 9 บาท/ก้อน โดยอ้างอิงราคาของตลาดท้องถิ่นในปัจจุบัน สามารถสร้างรายได้เป็นจำนวนเงิน 58,480 บาท สูงกว่าการใช้เชื้อเลี้ยงยารวม 100 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 8,120 บาท หรือ 16.1 เปอร์เซ็นต์/ครึ่งรอบการผลิต 3 จาก 6 รุ่น ภายในช่วงเวลาเปิดดอกเห็ด 40-50 วัน ซึ่งข้อมูลผลผลิตดอกเห็ดที่ได้ คำนวณจากการใช้วัสดุเพาะหนัก 700 กรัม/ก้อน ทั้งนี้เนื่องจากในงานวิจัยมีข้อจำกัดด้านเงินทุน เวลา และแรงงาน ส่วนรายได้จากการจำหน่ายก้อนเชื้อเห็ด คำนวณจากวัสดุเพาะหนัก 1 กิโลกรัม/ก้อน ที่เกษตรกรนิยมใช้

#### 4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงยารวมผสมเห็ดนางรมน้อยในอัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดต้นทุนวัสดุเพาะหลักลง 25 เปอร์เซ็นต์ และส่งเสริมให้น้ำหนักดอกเห็ดสด จำนวนดอก และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะในการผลิตดอกเห็ด 3 รุ่น สูงกว่าชุดควบคุมอัตราส่วน 100:0 เท่ากับ 5.0, 12.2 และ 51.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และได้ดอกเห็ดลักษณะสมบูรณ์ตรงตามความต้องการของตลาด เมื่อนำไปปรับใช้ในฟาร์มเห็ดนางรมขนาดเล็กที่มีก้อนเชื้อจำนวน 4,000 ก้อน ช่วยให้การจำหน่ายผลผลิตดอกเห็ดและก้อนเชื้อที่ทำจากเชื้อเลี้ยงยารวมผสมเห็ดนางรมน้อย ในอัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ มีกำไรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8,120 บาท หรือ 16.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเลี้ยงยารวม 100 เปอร์เซ็นต์ ที่นิยมใช้เพาะเห็ดนางรมในปัจจุบัน

การเลือกใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงยารวมผสมเห็ดนางรมน้อยในอัตราส่วนที่เหมาะสม เป็นแนวทางในการวิจัยพืชวงศ์เห็ดชนิดอื่น เพื่อคัดเลือกวัสดุเพาะหลักที่ส่งเสริมการเพาะเห็ดชนิดนี้หรือเห็ดเศรษฐกิจอื่นให้มีผลผลิตและกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งจากข้อมูลปี 2563 ของธนาคารแห่งประเทศไทย พบว่า 1 ใน 3 ของคนไทยมีภาระหนี้สูงขึ้น หนี้ครัวเรือนในไตรมาส 2 เท่ากับ 13.7 ล้านล้านบาท เพิ่มขึ้นจากไตรมาสที่ 1 2.7 แสนล้านบาท [29] ดังนั้น การใช้วัสดุทางเลือกลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตเห็ด จึงเป็นช่องทางหนึ่งที่ดีในการลดหนี้ครัวเรือนของเกษตรกรในช่วงเวลาวิกฤตนี้

#### 5. Reference

- [1] Banukie, W. J. A. and et al. 2020. Anti-inflammatory activity of *Pleurotus ostreatus*, a culinary medicinal mushroom, in wistar rats. **Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. 1-9.
- [2] Adebayo, E. A. and Oloke, J. K. 2017. Oyster mushroom (*Pleurotus* species); a natural functional food. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**. 7(3): 254-264.
- [3] Paul, C., Roy, T. and Das, N. 2017. Potentiality of oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) in medicine. **Annals of Food Processing and Preservation**. 2(2): 1014.
- [4] Deepalakshmi, K. and Mirunalini, S. 2014. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. **Journal of Biochemical Technology**. 5(2): 718-726.
- [5] Thai market. 2021. **Product Price: Oyster Mushroom**. <https://talaadthai.com/product/9-67-5-oyster-mushroom>. Accessed 9 February 2021. (in Thai)
- [6] Technologychaoban. 2017. **Secrets to Buying Para Rubber Sawdust for Mushroom Cultivation**. [https://www.sentangsedtee.com/farming-trendy/article\\_40275](https://www.sentangsedtee.com/farming-trendy/article_40275). Accessed 9 February 2021. (in Thai)
- [7] Olfati, J. A. and Peyvast, Gh. 2008. Lawn clippings for cultivation of oyster mushroom. **International Journal of Vegetable Science**. 14(2): 98-103.
- [8] Abdul-Hadi, A. 2010. Influence of cogon grass and kind of supplementation the biological efficiency and storage of *Pleurotus ostreatus*. **Diyala Agricultural Sciences Journal**. 2(1): 208-235.
- [9] Tesema, G. and Keneni, A. 2019. Nutrient compositions and optimization of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) stem to cotton seed proportion for the cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) at Ambo western, Ethiopia. **Greener Journal of Agricultural Sciences**. 9(3): 322-336.
- [10] Bernardia, E. and et al. 2019. Productivity, biological efficiency and bromatological composition of *Pleurotus sajor-caju* growth on different substrates in Brazil. **Agriculture and Natural Resources**. 53: 99-105.

- [11] Haastrup, N. O. and Aina oduntan, A. O. 2019. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus sajor-caju* mushroom cultivated on *Pennisetum purpureum* (Elephant grass) and sawdust of *Triplochiton scleroxylon* as an environmental control measure. **International Journal of Research and Innovation in Applied Science**. 4(5): 53-55.
- [12] Garg, P. and et al. 2017. Conversion of urban waste into highly nutritious food by *Pleurotus* cultivation. **IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry**. 3(4): 15-18.
- [13] Puechkaset. 2016. Benefits and Planting of Manila Grass. <https://puechkaset.com>. Accessed 9 February 2021. (in Thai)
- [14] National bureau of agricultural commodity and food standards. 2021. **Agricultural Standard: Oyster mushroom**. <https://www.acfs.go.th/#/standard-commodity/search>. Accessed 9 February 2021. (in Thai)
- [15] Keneni, A. 2018. Yield response of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivated on creeping bent grass (*Agrostis* sp.) biomass supplemented with wheat bran, cotton seed and waste paper. **Journal of Natural Sciences Research**. 8(21): 68-75.
- [16] Tirkey, V. J., Simon, S. and Lal, A. A. 2017. Efficacy of different substrates on the growth, yield and nutritional composition of oyster mushroom *Pleurotus florida* (Mont.) Singer. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 6(4): 1097-1100.
- [17] Masevhe, M. R., Soundy, P. and Taylor, N. J. 2016. Alternative substrates for cultivating oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). **South African Journal of Plant and Soil**. 33(2): 97-103
- [18] Vieira, F. R. and Andrade, M. C. N. 2016. Optimization of substrate preparation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation by studying different raw materials and substrate preparation conditions (composting: phases I and II). **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. 32(11): 190.
- [19] Alia, N. and et al. 2018. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on oil palm fronds mixed with rubber tree sawdust. **Chemical Engineering Transactions**. 63: 547-552.
- [20] Hanafi, N. D. and et al. 2018. Analysis of botanical composition and nutrient content on natural pastures in Samosir island of Samosir regency. International conference on agriculture, environment and food security. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 122(1): 012131.
- [21] Ritota, M. and Manzi, P. 2019. *Pleurotus* spp cultivation on different agri-food by-products: example of biotechnological. **Application Sustainability**. 11: 1-26.
- [22] Sbhatu, D. B., Abraha, H. B. and Fisseha, H. T. 2019. Grey oyster mushroom biofarm for small-scale entrepreneurship. **Advances in Agriculture**. 1-6.
- [23] Bernardia, E. 2019. Productivity, biological efficiency and bromatological composition of *Pleurotus sajor-caju* growth on different substrates in Brazil. **Agricultural and Nature Resources**. 53: 99-105.
- [24] Siqueira, F. and et al. 2012. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms in substrates obtained by short composting and steam pasteurization. **African Journal of Biotechnology**. 11(53): 11630-11635.
- [25] Fanadzo, M. and et al. 2010. Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. **African Journal of Biotechnology**. 9(19): 2756-2761.
- [26] Ayae, A. and Suwanno, S. 2012. Utilization of lignocellulosic waste from paper cone for oyster mushroom cultivation. **Proceedings of 50<sup>th</sup> Kasetsart University Annual Conference: Science, Natural Resources and Environment**. 392-400.
- [27] Cueva, M. B. R. , Hernández, A. and Niño-Ruiz, Z. 2017. Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. **Revista FCA UNCUYO**. 49(2): 331-334.
- [28] National research agency. 2019. **Knowledge Guide: Knowledge Management and Technology transfer Value Added and Utilization of Microorganisms for Fermented Products and Mushroom Cultivation**. 66 pp. (in Thai)
- [29] Bank of Thailand. 2021. **Loans to The Household Sector**. [https://www.bot.or.th/App/BTWS\\_STAT/Statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=775&Language=TH](https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/Statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=775&Language=TH). Accessed 9 February 2021. (in Thai)